

ЎЗБЕКИСТОН АЛОҚА ВА АҲБОРОТЛАШТИРИШ АГЕНТЛИГИ
ЎЗБЕКИСТОН РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА
ВА АЛОҚА ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖАМИЯТИ

Т. Дадажонов, М. Муҳитдинов

MATLAB

асослари

ТОШКЕНТ
ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАНЛАР АКАДЕМИЯСИ
«ФАН» НАШРИЁТИ
2008

МАТЛАВ тизимининг асосий объектлари, операторлари ва функцияларининг тавсифи берилган ва улардан фойдаланиш йўллари мисоллар воситасида баён қилинган, электротехник ва куч электроникаси қурилмаларини моделлаш ва тадқиқ қилиш воситалари батафсил келтирилган.

Талабалар, ўқитувчилар, аспирантлар, илмий ходимлар ва, шунингдек, МАТЛАВ тизимини мустақил ўрганувчилар учун мўлжалланган.

Тақризчилар:

т.ф.д., проф., ТДГУ кафедра мудири *Х.З. Игамбердиев*;
ёш дастурчиларни тайёрлаш марказининг
бош директори *А. Миразизов*.

ISBN 978-9943-09-735-3

© Ўзбекистон Республикаси
ФА «Фан» нашриёти, 2008 йил.

СЎЗБОШИ

Замонавий компьютер математикаси математик ҳисобларни автоматлаштириш учун Eureka, Gauss, Derive, Mathcad, Mathematica, Maple V ва бошқа дастурий тизимлар ва дастурларнинг тўпламларини таклиф қилади. Улар орасида MATLAB имкониятлари ва маҳсулдорлиги юқорилиги билан ажралиб туради [1].

MATLAB вақт синовидан ўтган математик ҳисобларни автоматлаштириш тизимларидан бирidir. У матрицавий амалларни қўллашга асосланган. Бу нарса тизимнинг номи — MATrix LABoratory-матрицавий лабораторияда ўз аксини топган.

Матрицалар мураккаб математик ҳисобларда, жумладан, чизиқли алгебра масалаларини ечишда ва динамик тизимлар ҳамда объектларни моделлашда кенг қўлланилади. Улар динамик тизимлар ва объектларнинг ҳолат тенгламаларини автоматик равишда тузиш ва ечишнинг асоси бўлиб ҳисобланади. Бунга MATLABнинг кенгайтмаси Simulink мисол бўлиши мумкин [2].

Лекин ҳозирги вақтда MATLAB ихтисослаштирилган матрицавий тизим чегараларидан чиқиб, универсал интеграллашган компьютерда моделлаш тизимига айланди. «Интеграллашган» сўзи бу тизимда қулай ифодалар ва изоҳлар таҳрирчиси ҳисоблагич, график дастурий процессор ва бошқалар ўзаро бирлаштирилганлигини билдиради. Умуман олганда MATLAB математиканинг ривожланиши давомида тўпланган математик ҳисоблашлар бўйича тажрибани ўзида мужассамлаштирган ва уни график визуаллаш ва анимация воситалари билан уйғунлаштирилган. MATLAB тизими илова қилинадиган катта ҳажмдаги ҳужжатлар билан биргаликда ЭҲМни математик таъминлаш бўйича кўп томли маълумотнома (билдиргич, справочник) вазифасини бажариши мумкин. Лекин ушбу ҳужжатлар ҳозирги вақтда фақат инглиз тилида ва қисман япон тилида мавжуд. Тақдим қилинаётган китобда MATLAB тизимида ишлашни ташкил қилиш масаласи кўриб чиқилган.

Китобда SIMULINK тизимидан фойдаланиб моделлаш процедураларини ташкил қилиш усуллари батартиб баён қилинган. Амалий

масалаларни ечиш учун SIMULINK тизимини қўллашга доир кўплаб намуналар мисоллар келтирилган.

MATLAB тизими фан ва техниканинг энг янги йўналишлари бўйича ҳам жуда кучли операцион муҳит бўлиб хизмат қила олади ва натижаларни юқори даражада визуаллаштириш имкониятларига эгаллиги билан характерланади.

Ўзбекистонда MATLAB тизими ўзининг ҳисоблашлар ва натижаларни визуаллаш бўйича юқори самарадорлиги билан машҳур. Лекин MATLAB тизими бўйича ўзбек тилида адабиётларга талаб катта бўлишига қарамай, улар жуда кам, деярли йўқ даражада. Такдим қилинаётган китобни ушбу бўшлиқни тўлдириш йўналишидаги илк қадамлардан бири деб ҳисоблаш мумкин.

Китобда ҳисоблашлар ва натижаларни визуаллаш бўйича MATLAB тизимининг ядроси такдим қиладиган асосий имкониятлар баён қилинган. Бундан ташқари MATLAB тизимининг айрим кенгайтмалари ҳам кўриб чиқилган.

MATLAB тизимидан ҳозирги вақтда Европа, АҚШ, Япония давлатларида аксарият мутахассислар фойдаланади ва у кўпчилик операцион тизимларда, жумладан GNU/Linux, Mac OS, Solaris, Microsoft Windows ва бошқаларда ишлайди.

MATLAB дастурлаш тили сифатида 70-йиллар сўнгида Нью-Мексико Университетидаги компьютер фанлари факультети (ингл. *computer science department at the University of New Mexico*) декани Кливом Моулер (ингл. *Cleve Moler*) томонидан ишлаб чиқилган. Ишланманинг мақсади талабаларга Linpack ва EISPACK дастурларининг библиотекаларидан Фортранни ўрганмасдан ҳам фойдаланиш имкониятини бериш бўлган. Тез орада янги дастурлаш тили бошқа университетларда ҳам кенг тарқалади ва амалий математика соҳасида ишловчи олимлар томонидан катта қизиқиш билан кутиб олинади. Инженер Джон Литтл (ингл. *John N. (Jack) Little*) Клива Моулера ва Стивом Бангерт (ингл. *Steve Bangert*) билан биргаликда 1984 йилда MATLAB тизимини ривожлантириш учун The MathWorks компаниясини ташкил қиладилар. Бошланишида MATLAB бошқариш тизимларини лойиҳалаш (Джон Литтлнинг асосий мутахассислиги) учун мўлжалланган эди, лекин у тезлик билан бошқа илмий ва инженерлик соҳаларида ҳам машҳур бўлди. Ундан таълим тизимида ҳам, хусусан чизиқли алгебра ва сонли усулларни ўқитишда кенг фойдаланила бошланди.

Ҳозирги вақтда MATLAB илмий-техникавий ҳисоблашлар учун энг мукамал дастурлаш тизимидир. MATLAB тизимини

уни ишлаб чиққан фирма ҳужжатлари асосида ўрганиш бошловчи-фойдаланувчидангина эмас, балки компьютерда ҳисоблаш бўйича мутахассисдан ҳам жуда кўп вақт ва меҳнат талаб қилади. Бундан ташқари, ҳужжатлар инглиз тилида ва катта ҳажмдаги ахборот формал тарзда баён қилинган.

Ушбу китобнинг мақсади — MATLAB тизимини ўрганишга кетадиган вақтни иложи борича камайтириш. Ушбу китобни ўқигандан ва ундаги намунавий мисолларни бажаргандан кейин фойдаланувчининг фирма ҳужжатлари билан ҳам ишлаши осонлашади.

MATLAB — юқори унумдорликка эга бўлган техник ҳисоблашлар тилидир. Ундан математик ҳисоблашлар, моделлаш алгоритмларини яратиш, маълумотларни таҳлил, тадқиқ қилиш ҳамда визуаллаштириш, илмий ва инженерлик графикаси, иловаларни лойиҳалаш ва бошқаларда фойдаланиш мумкин. MATLAB ёрдамида конкрет масалаларни ечиш бошқа скаляр дастурлаш тилларидагига (масалан, Си) нисбатан бир неча марта тез бажарилади. Саноатда MATLAB тадқиқотларни бажариш, ишланмаларни тайёрлаш, маълумотларни таҳлил қилиш учун юқори унумдорликка эга бўлган воситадир. MATLAB тизимидаги toolboxes деб аталувчи дастурларнинг махсус гуруҳлари катта аҳамиятга эга. Улар кўпчилик фойдаланувчилар учун илмий тадқиқотлар ва лойиҳалашда махсус усулларни ўрганиш ва қўллаш имкониятини беради. Toolboxes MATLAB функцияларининг батафсил коллекцияси бўлиб, хусусий масалаларни ечиш учун хизмат қилади.

Тақдим қилинаётган китоб 19 бобдан иборат бўлиб, унда MATLAB нинг имкониятлари, асосий объектлари, операторлари ва функциялари, ҳисоблашларни график визуаллаштириш асослари, сонли усуллар, MATLAB тизимида дастурлаш асослари, NOTEBOOK пакети, Control System Toolbox пакети, SIMULINK пакети, SIMULINK библиотекаларининг блоклари, Sim Powers System пакети, маълумотларни қабул қилиш воситалари ва бошқалар батафсил кўриб чиқилган.

1. MATLABнинг имкониятлари

1.1. MATLAB ВЕРСИЯЛАРИНИНГ ИМКОНИЯТЛАРИ

MATLAB асосан куйидаги вазифаларни бажариш учун ишлатилади:

- математик ҳисоблашлар;
- алгоритмларни яратиш;
- моделлаш;
- маълумотларни таҳлил қилиш, тадқиқ қилиш ва визуаллаштириш;
- илмий ва инженерлик графикаси;
- иловаларни ишлаб чиқиш ва бошқалар.

1.1.1. MATLAB 4.x версиясининг имкониятлари

Математик ҳисоблашлар соҳасида:

- матрицавий, вектор ва мантикий операторлар;
- элементар ва махсус функциялар;
- полиномиал арифметика;
- кўп ўлчамли массивлар;
- ёзувлар массивлари;
- ячейкалар массивлари.
- Сонли усулларни амалга ошириш соҳасида:
- дифференциал тенгламалар;
- бир ўлчамли ва кўп ўлчамли квадратураларни ҳисоблаш;
- чизиқли бўлмаган алгебраик тенгламаларнинг илдизларини аниқлаш;
- бир неча ўзгарувчили функцияларни оптималлаш;
- бир ўлчамли ва кўп ўлчамли интерполяция.

Дастурлаш соҳасида:

- 500 дан ортиқ бириктирилган функциялар;
- иккилик ва матнли файлларни киритиш/чиқариш;
- Си ва ФОРТРАНда ёзилган дастурларни қўллаш;
- MATLAB амалларини Си ва Си++ тилларидаги дастур матнларига автоматик равишда қайта кодлаш;
- типик бошқарувчи тузилмалар.

Визуаллаштириш ва графика соҳасида:

- икки ва уч ўлчамли графикани яратиш имкониятларининг мавжудлиги;
- маълумотларни визуал таҳлил қилишни амалга ошириш.

Юқорида келтирилганларга қўшимча равишда MATLAB очик архитектурага эга, яъни мавжуд функцияларни ўзгартириш ва яратилган хусусий функцияларни қўшиш мумкин. MATLAB таркибига кирувчи Simulink дастури реал тизим ва қурилмаларни функционал блоклардан тузилган моделлар кўринишида киритиб имитация қилиш имкониятини беради. Simulink жуда катта ва фойдаланувчилар томонидан янада кенгайтирилиши мумкин бўлган блокларнинг библиотекасига эга. Блокларнинг параметрлари содда воситалар ёрдамида киритилади ва ўзгартирилади.

1.1.2. MATLAB 5.x версиясининг имкониятлари

MATLAB 5.x тизимида янги воситалар киритилган ва дастурлаш муҳити такомиллаштирилган:

- дастур фрагментларининг бажарилиш вақтини баҳолаш учун m-файлларнинг профилловчиси;
- m-файллар учун қулай интерфейсга эга бўлган таҳрирлагич/созлагич;
- объектга мўлжалланган дастурлаш;
- ишчи соҳа таркибини кузатиш воситалари;
- функцияларнинг m-файлларини оралик р-кодга конвертация қилиш.
- фойдаланувчининг график интерфейсини ҳосил қилишнинг интерактив воситалари — GUI;
- график объектлар хоссаларининг янги таҳрирлагичи— Handle Graphics Property Editor (дескриптор графика хоссаларининг таҳрирлагичи);
- рўйхатлар панеллари;
- диалог ва хабарлар панеллари;
- матнни таҳрирлашнинг кўп сатрли режими;
- график бошқариш элементларининг кетма-кетлигини хотирага олиш;
- бошқариш элементлари параметрларининг кўпайтирилганлиги;
- фойдаланувчи томонидан аникланадиган курсор;

тайёрлаш.

Маълумотларнинг янги турлари:

- кўп ўлчамли массивлар;
- таркиб массивлари (ёзувлар);
- хар-хил турдаги маълумотлар ячейкаларининг массивлари;
- 16-разрядга кодланган символлар массивлари;
- элементлари 8-разрядга кодланган массивлар.

Дастурлаш воситалари:

- узунлиги ўзгарувчи аргументлар рўйхати;
- функция ва операторларнинг вазифасини ўзгартириш;
- m-файлларда локал функцияларни қўллаш;
- ўзгартириб уловчи оператор- switch...case...end;
- wait for оператори;
- битларни қайта ишловчи функция.

Математик ҳисоблашлар ва маълумотларнинг таҳлили:

- оддий дифференциал тенгламалар(ОДТ)ни ечишнинг бешта янги усули (solver);
- Бессел функциясини тезкорлик билан ҳисоблаш;
- сийраклашган таркибли матрицалар учун хусусий қийматлар ва сингуляр сонларни ҳисоблаш;
- икки ўлчамли квадратурали формулалар;
- кўп ўлчамли интерполяция;
- триангуляция ва маълумотларни терминалга чиқариш;
- кўп ўлчамли массивларни таҳлил қилиш ва қайта ишлаш;
- вақт ва сана функцияларини қайта ишлаш.

Одатдаги графиканинг янги имкониятлари:

- тез ва аниқ уч ўлчамли визуаллаш учун Z-буферлаш;
- RGBга 24-битли ёрдам;
- катта уч ўлчамли моделлар учун векторлаштирилган полигонлар;
- тўпلام объектлар учун дескрипторли графика;
- 8-разрядли тасвирларни терминалга чиқариш, сақлаш ва импорт қилиш;
- график объектларнинг кўшимча форматлари.

Презентация учун графика ва овоз:

- иккиланган x- ва у-ўқлар;
- легенда — графикнинг ичига ёки ёнига жойлаштириладиган билдиргич ёзувли чизик бўлаклари шаклидаги изоҳлар;

- матнли объектларнинг шрифтларини бошқариш;
- сатр усти, сатр ости ва грек символлари;
- уч ўлчамли диаграммалар, йўналиш майдонлари, лентали ва стерженли графиклар;
- 16-битли стереоовоз.

Интерактив хужжатлар:

- Netscape Navigator ёки Microsoft Internet Explorer ёрдамида кўриш имконияти;
- HTML ва PDF форматларда тўлиқ билдиргич хужжатлар;
- махсус илова Notebook ёрдамида «жонли» китобларни яратиш имконияти.

MATLAB 5.3.1 версияси (11.1-ишланма) ўз таркибида 42та дастурий маҳсулотни жамлаган. Уларнинг асосини MATLABнинг таянч тизими ва янги амалга оширилган Simulink 3.1 кенгайтманинг пакети ташкил қилади. Тизимга янги компонентлар қўшилган. Улар орасида қуйидагилар ҳам бор:

- Data Analysis, Visualization and Application Development — маълумотларни таҳлил қилиш, визуаллаш ва қўллаш;
- Control Design — бошқариш қурилмаларини лойиҳалаш;
- DSP and Communications System Design — коммуникацион ва сигналларни рақамли қайта ишлаш қурилмаларини лойиҳалаш;
- Financial Engineering — молиявий ҳисоблар ва бошқалар.

1.1.3. MATLAB 6 версиясининг имкониятлари

MATLAB 6 юкорида келтирилганлардан ташқари қатор янги имкониятлар билан ҳам характерланади:

- ўрнатилган функция ва буйруқлар сони 600 дан ортиқ;
- буйруқлар ойнаси (Command Window), буйруқлар тарихи ойнаси (Command History), ишчи соҳанинг браузер (Workspace Browser) ва массивлар таҳрирлагичи (Array Editor)ларни ўз ичига олувчи муҳитни бошқариш учун асбоблар тўпламига эга бўлган янги интерфейс;
- сичқонча ёрдамида интерактив йўл билан графикларни таҳрирловчи ва форматловчи, график буйруқлар ва атрибутлар учун уларнинг кодларини ва хотира сарфини оптималловчи янги асбоблар;
- оптималлаштирилган LAPACK библиотекаси асосида мукамаллаштирилган алгоритмлар;

- Кембриж университети (АҚШ) Массачусет технология институтининг янги FFTW библиотекаси (Фурье тез алмаштиришлари);
- интеграл алмаштиришларнинг тезкор усуллари;
- дифференциал тенгламаларни интеграллашнинг янги, кучлирок ва аниқроқ алгоритмлари;
- икки ўлчамли тасвирларни, сиртларни ва ҳажмга эга бўлган фигураларни шаффоф объектлар сифатида экранга чиқариш; янги замонавий визуаллаш функциялари;
- перспективани бошқариш ва OpenGL ёрдамида графикани тезкор чиқариш учун янги Camera асбоблар панели;
- Java-процедураларни чақириш учун янги интерфейс ва бевосита MATLABдан туриб Java-объектлардан фойдаланиш;
- фойдаланилувчи график интерфейсни лойиҳалаш учун янги, замонавий асбоблар;
- график маълумотларни бевосита графика ойнасида қайта ишлаш (регрессия, интерполяция, аппроксимация ва асосий статистик параметрларни ҳисоблаш);
- Visual Studio тизими учун MATLABнинг янги иловаси, унинг ёрдамида бевосита Microsoft Visual Studio дан Си ва Си++ кодларни бажарилувчи MATLAB файлларига (МEX-файллар) айлантириш мумкин;
- Visual Source Safe каби коднинг версияларини назорат қилувчи версиялар билан интеграциялашган;
- MATLABдан ташқи қурилмалар билан маълумот алмашиш учун янги интерфейс (кетма-кет порт);

Simulink юздан ортиқ бириктирилган блоklarга эга. Блоклар ва-зифаларига мос ҳолда гуруҳларга бўлинган: сигналлар манбалари, қабул қилгичлар, дискрет, узлуксиз, чизиқли бўлмаган, математик функциялар ва жадваллар, сигналлар ва тизимлар. Фойдаланилувчи блок ва библиотекалар яратиш функциясига эга бўлганлиги сабабли Simulinkда қўшимча равишда кенгаювчи блоklar библиотекасини ҳосил қилиш мумкин. Бириктирилган ва фойдаланилувчи блоklarнинг функционаллигини соzлашдан ташқари белги(значок) ва диалоглардан фойдаланиб фойдаланилувчи интерфейс ҳосил қилиш ҳам мумкин. Махсус механик, электр ва дастурий компонентларнинг (моторлар, ўзгарткичлар, серво-клапанлар, таъминлаш манбалари, энергетик қурилмалар, филтрлар, шиналар, модемлар ва бошқа динамик компонентлар) ишлашини моделлаштирувчи блоklar яратиш мумкин. Яратилган блокни келажакда фойдаланиш учун библиоте-када сақлаб қўйиш мумкин.

1.2. Бошқа дастурий тизимлар билан интеграциялашуви

Кейинги йилларда лойихачилар математик тизимларнинг интеграциялашуви ва улардан биргаликда фойдаланишга катта эътибор бермоқдалар. Мураккаб математик масалаларни бир неча тизимлар ёрдамида ечиш энг яхши ва мос воситаларни танлаш имкониятини беради ва олиндиган натижаларнинг ишончилигини орттиради.

MATLAB тизими билан кенг тарқалган математик тизимлар (Mathcad, Maple V ва Mathemati) интеграллашуви мумкин. Математик тизимларни замонавий матнли процессорлар билан бирлаштиришга интилиш ҳам мавжуд. Масалан, MATLAB янги версияларининг воситаси — Notebook — Word 95/97/2000/XP матн процессорларида тайёрланаётган ҳужжатнинг керакли жойларига MATLAB ҳужжатлари ва сонли, жадвал ёки график кўринишдаги ҳисоблаш натижаларини кўйиш имкониятини беради. Натижада «жонли» электрон китобларни тайёрлаш мумкин. Уларда намоёниш қилинаётган мисолларни оператив тарзда ўзгартириш мумкин. Масалан, бошланғич шартларни ўзгартириб, масалани ечиш натижаларининг ўзгаришини кузатиш мумкин. MATLAB 6 да графикларни Microsoft PowerPoint слайдларига экспорт қилишнинг такомиллашган воситалари ҳам кўзда тутилган.

MATLABда тизимни кенгайтириш масалалари махсус кенгайтириш пакетлари — Toolbox асбоблар тўплами ёрдамида ҳал қилинади. Уларнинг кўплари бошқа дастурлар билан интеграциялашув учун махсус воситаларга эга. MATLAB тизими блоклар кўринишида берилган, динамик тизим ва қурилмаларни моделлаш учун яратилган Simulink дастурий тизими билан ҳам интеграциялашган. Визуал-йўналтирилган дастурлаш принципларига асосланган Simulink мураккаб қурилмаларни юқори аниқликда моделлаш имкониятини беради. Ўз навбатида бошқа кўплаб математик тизимлар, масалан, Mathcad ва Maple MATLAB билан объектли ва динамик боғланиши мумкин. Натижада улар MATLABдаги матрицалар билан ишлашнинг эффектив воситаларидан фойдаланишлари мумкин. Компьютер математик тизимларининг бундай интеграциялашув тенденцияси шубҳасиз, кейинчалик ҳам давом этади.

1.3. Матрицавий амалларга йўналтирилганлиги

MATLAB тизими векторлар ва матрицалар устида мураккаб амалларни бажаради. Ундан арифметик ва алгебраик амаллардан ташқари матрицаларни инвертирлаш, уларнинг хусусий қийматларини

хисоблаш, чизикли тенгламалар системасини ечиш, икки ва уч ўлчамли функцияларнинг графикларини олиш ва бошқа кўплаб амалларни бажарувчи кучли калькулятор сифатида ҳам фойдаланиш мумкин. Оддий сон ва ўзгарувчиларга ҳам MATLABда 1×1 ўлчамли матрица сифатида қаралади. Шу сабабли оддий сонлар ва массивлар устида бажариладиган амалларнинг шакли ва усулларида бир хилликка эришилган. Зарур ҳолларда вектор ва матрицалар массивларга айлантирилади ва уларнинг қийматлари ҳар бир элемент учун хисобланади.

1.4. Тизимнинг кенгаювчанлиги

Ҳар қандай кучли математик тизим ҳам юз минглаб фойдаланувчиларга зарур бўлган ҳамма воситаларни ўз ичига ололмайди. Шу сабабли тизим турли хил масалаларни ечишга мослашувчан бўлиши, яъни у бошловчи математикни ҳам, тажрибали математикни ҳам, инженерни ҳам, илмий ходимни ҳам, аспирантни ҳам, студентни ҳам қониқтириши керак.

MATLAB — кенгаювчи тизим, уни ҳар хил турдаги масалаларни ечишга осон мослаштириш мумкин. Унинг энг катта афзаллиги табиий йўл билан кенгайиши ва бу кенгайиш *m*-файллар кўринишида амалга ошишидир. Бошқача айтганда, тизимнинг кенгайишлари компьютернинг қаттиқ дискида сақланади ва MATLABнинг бириктирилган (ички) функциялари ва процедуралари каби керакли вақтда фойдаланиш учун чақирилади.

Фойдаланилувчи *m*-файл матнли форматга эга бўлганлиги сабабли унга ҳар қандай янги буйрукни, операторни ёки функцияни киритиши ва кейин ундан бириктирилган функция ёки оператор каби фойдаланиши мумкин. Бунда Бейсик, Си ёки Паскал дастурлаш тилларидан фарқли равишда янги функцияларни эълон қилиш шарт эмас. Бу жиҳатдан MATLAB Лого ва Форт тилларига ўхшаш. Лекин MATLABда янги таърифлар файл кўринишида дискда сақланиши сабабли оператор ва функциялар сони амалда чегараланмаган.

Тизимнинг таянч сўзлар тўпламига махсус белгилар арифметик ишоралар ва мантикий амаллар, арифметик, алгебраик, тригонометрик ва бошқа махсус функциялар, Фурьенинг тез ўзгартириш функциялари ва филтрлаш, вектор ва матрицавий функциялар, комплекс сонлар билан ишлаш учун воситалар, Декарт ва кутбли координаталар тизимларида графиклар қуриш учун операторлар, уч ўлчамли сиртлар ва бошқалар қиради. Умуман олганда, MATLAB тайёр воситаларнинг

катта тўпламини такдим этади (уларнинг катта қисми — m-файллар кўринишидаги ташқи кенгайтмалардир).

Тизимнинг қўшимча поғонасини toolbox кенгайтмалар пакети ташкил этади. У тизимни турли соҳалардаги масалаларни ечишга йўналтириш имкониятини беради. Бундай соҳаларга мисол тарикасида математиканинг махсус бўлимлари, физика ва астрономия, телекоммуникация воситалари, математик моделлаш, ходисавий бошқарилувчи тизимларни лойиҳалаш ва бошқа соҳаларни келтириш мумкин. Хулоса қилиб айтганда, MATLAB фойдаланувчиларнинг масалаларини ечиш учун юқори даражадаги мослашувчанликка эга.

1.5. Кучли дастурлаш воситалари

Кўплаб математик тизимлар фойдаланувчи дастурлаш билан амалда шугулланмасдан ўз масалаларини ечиши учун мўлжаллаб яратилган. Лекин бундай йўналиш бошланишиданок ўз камчиликларига эга эканлиги, умуман олганда, хато эканлиги равшан эди. Ҳақиқатан ҳам, кўплаб масалалар алгоритмларни ёзишни соддалаштирувчи ва алгоритмларни яратишнинг янги усулларини берувчи ривожланган дастурлаш воситаларини талаб қилади.

Бир томондан, MATLAB кўплаб амалий масалаларни ечиш имкониятини берувчи операторлар ва функцияларга эга. Улар ёрдамида кўплаб амалий масалаларни ечиш мумкин. Бундай масалаларни ечиш учун авваллари мураккаб дастурларни тузиш зарур бўлар эди. Мисол учун, матрицалар билан амаллар, ҳосила ва интегралнинг қийматларини ҳисоблаш ва бошқалар. MATLABда бундай масалаларни ечишга имкон берувчи тайёр функцияларнинг сони кенгайтма пакетларни ҳам қўшиб ҳисоблаганда кўплаб мингларни ташкил қилади ва узлуксиз ортиб бормокда.

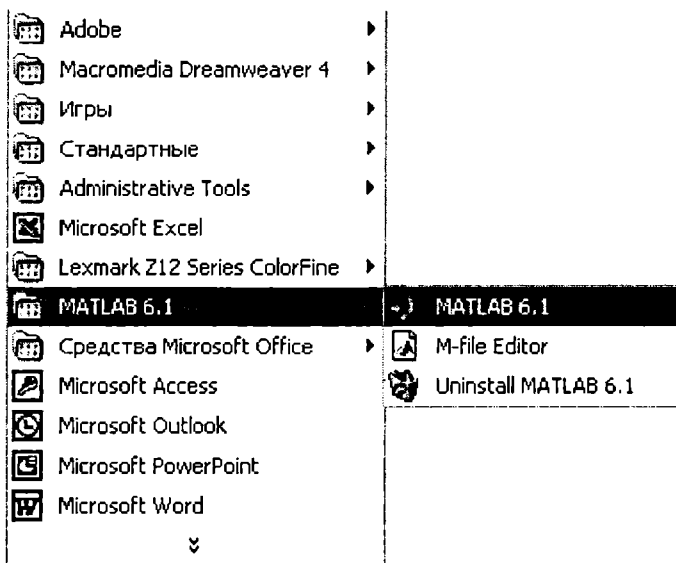
Лекин, бошқа томондан олганда, MATLAB тизими кучли математик-йўналтирилган юқори даражали дастурлаш тили сифатида яратилган. Бундай йўналиш тизимнинг афзалликларидан бири бўлиб ҳисобланади ва уни янги, янада мураккаб математик масалаларни ечиш учун қўллаш мумкинлигидан далолат беради.

MATLAB тизими BASICга ўхшаш (Фортран ва Паскалнинг айрим элементлари ҳам қўшилган) кириш тилига эга. Дастур кўплаб компьютердан фойдаланувчилар учун таниш бўлган анъанавий усулда ёзилади. Бундан ташқари, тизим дастурларни ҳар қандай матн таҳрирлагичи ёрдамида таҳрирлаш имкониятини беради. MATLAB ўзининг созлагичли таҳрирлагичига ҳам эга.

MATLAB тизимининг тили математик ҳисоблашларни дастурлаш соҳасида ҳар қандай мавжуд юкори даражадаги универсал дастурлаш тилларидан бойроқдир. У ҳозирги вақтда мавжуд бўлган деярли ҳамма дастурлаш воситаларини амалга оширади, жумладан, объектга мўлжалланган ва визуал дастурлашни (Simulink воситалари ёрдамида) ҳам. Умуман олганда, MATLAB тизимидан фойдаланиш тажрибали дастурловчилар учун ўз фикрлари ва ғояларини амалга ошириш учун чексиз имкониятлар беради.

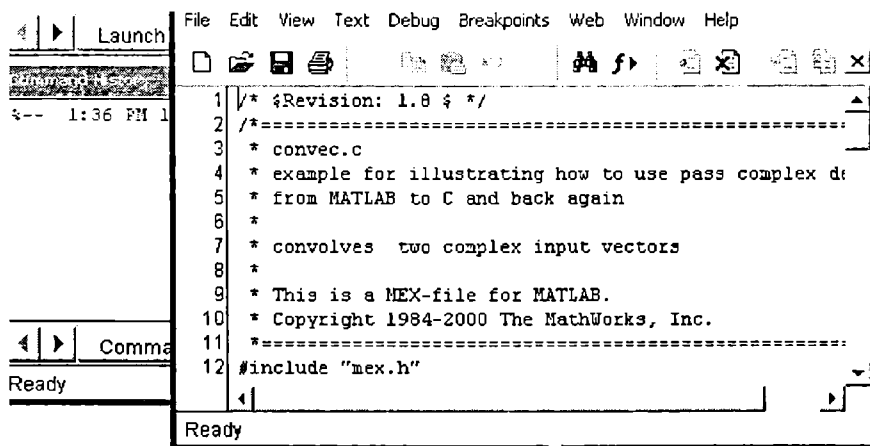
1.6. MATLABни ишга тушириш ва диалог режимида ишлаш

MATLABни ишга тушириш учун ишчи столнинг пастки чап бурчагида жойлашган Пуск (Start) тугмаси босилади ва MATLABнинг ўрнатилган версияси танланади (1.1-расм).



1.1-расм. MATLABни ишга тушириш

MATLAB ишга тушгандан кейин экранда унинг асосий ойнаси пайдо бўлади (1.2-расм) ва у командалар (буйруқлар) режимида ишлашга тайёр ҳолга келади. Одатда бу ойна тўлиқ очилмайди ва экраннинг фақат бир қисмини эгаллайди. Устки ўнг бурчагида жойлашган учта тугмадан ўртадагисини босиш йўли билан ойнани тўлиқ очиш мумкин. Чапдаги тугма босилганда ойна ёпилади, ўнгдаги тугма босилганда эса MATLABнинг ишлаши тўхтатилади.



1.2-расм. MATLAB ойнасининг ишга тушурилгандан ва оддий ҳисоблар бажарилгандан кейинги кўриниши

MATLAB билан ишлаш сеансини *сессия* (session) деб аташ абул қилинган. Сессия, моҳияти жиҳатидан, фойдаланувчининг MATLAB тизими билан ишлашини ақс эттирувчи жорий ҳужжат ўлиб ҳисобланади. Унда киритиш, чиқариш сатрлари ва хатолар ўғрисида ахборот бўлади. Хотиранинг ишчи соҳасида жойлашган сессияга кирувчи ўзгарувчилар ва функцияларнинг тавсифларини сессияни эмас) .mat форматли файл шаклида дискка Save (Сақлаш) уйруғи ёрдамида ёзиб олиш мумкин. Load (Юклаш) буйруғи ёрдамида маълумотлар дискдан ишчи соҳага юкланади. Сессиянинг фрагментларини Diary (Кундалик) буйруғи ёрдамида кундалик шаклида асмийлаштириш мумкин.

1.7. MATLAB сатр таҳрирлагичининг буйруклари

1.1-жадвал

MATLAB сатр таҳрирлагичининг буйруклари

Клавишалар комбинацияси	Вазифаси
Ctrl+b	Курсорни бир символ ўнгга силжитиш
Ctrl+f	Курсорни бир символ чапга силжитиш
Ctrl +r	Курсорни бир сўз ўнгга силжитиш
Ctrl +l	Курсорни бир сўз чапга силжитиш
Home ёки Ctrl+a	Курсорни сатр бошига силжитиш
End ёки Ctrl +e	Курсорни сатр сўнгига силжитиш
Ctrl+p Ctrl+n	Киритиш сатрига қўйиш учун аввалги буйрукларни юқорига ёки пастга вараклаш
Del Ctrl+d	Курсордан ўнгдаги символни ўчириш
Ctrl+h	Курсордан чапдаги символни ўчириш
Ctrl+k	Сатр сўнгигача ўчириш
Esc	Киритиш сатрини тозалаш
Ins	Ўрнига қўйиш режимини улаш/узиш
PgUp	Сессия саҳифаларини юқорига вараклаш
PgDn	Сессия саҳифаларини пастга вараклаш

Бундай имкониятлар оддий бўлишига қарамадан, MATLAB тизимининг MS-DOS учун версиялари услубда ишлаш имкониятини беради. Юқорига ва пастга йўналган стрелкалар кўринишидаги клавишаларга алоҳида эътибор бериш зарур. Улар аввал киритилган сатрларни вараклаш ва тўғрилашлар киритиш имкониятини беради. Бундай имконият аввал бажарилган буйруқлар сатрларини сақловчи махсус стек ташкил қилинганлиги сабабли мавжуд.

1.8. Ойнани бошқариш буйруклари

Буйруқлар режимидаги айрим ойнани бошқариш буйруқларини дарҳол ўзлаштириб олиш фойдадан ҳоли эмас:


- `clc` — экранни тозалайди ва курсорни экраннинг юқори чап бурчагига жойлаштиради;
- `home` — курсорни ойнанинг юқори чап бурчагига кайтаради;
- `echo <file_name> on` — Script-файл (файла-сценария)нинг матнини экранга чиқариш режимини улайди.
- `echo <file_name> off` — Script-файлнинг матнини экранга чиқариш режимини узади;
- `echo <file_name>` — чиқариш режимини тескарасига ўзгартиради;
- `echo on all` — ҳамма `m`-файллар матнларини экранга чиқариш режимини улайди;
- `echo off all` — ҳамма `m`-файллар матнларини экранга чиқариш режимини узади;
- `more on` — чегаравий чиқариш режимини улайди (катта `m`-файлларни кўриб чиқишда фойдали);
- `more off` — чегаравий чиқариш режимини узади (бу ҳолда катта файлларни кўриб чиқиш учун айлантириш линейкасидан фойдаланиш керак).

MATLAB 6.0 версиясида `clc` ва `home` буйруқлари бир хил ишлайди — экранни тозалайди ва курсорни буйруқ режими ойнасининг юқори чап бурчагига жойлаштиради.

1.9. MATLAB суперкалькулятор ролида

MATLAB тизими ҳар қандай мураккаб ҳисоблар ҳам тўғридан-тўғри ҳисоблаш режимда, яъни дастурни тайёр ҳолга келтирмасдан туриб бажариладиган қилиб яратилган. Бу нарса MATLABни оддий арифметик амаллар ва элементар функцияларни ҳисоблашдан ташқари векторлар ва матрицалар, комплекс сонлар, қаторлар ва полиномлар билан ҳам амаллар бажарувчи гайриоддий суперкалькуляторга айлантиради. Оддий синусоидадан мураккаб уч ўлчамли фигурагача бўлган ҳар хил функцияларни бир зумда киритиб, дарҳол уларнинг графикларини чиқариш (олиш) мумкин.

Тизим билан тўғридан-тўғри ҳисоблашлар режимда ишлаш, диалог характерда бўлиб «савол берилди, жавоб олинди» тарзида кечади. Фойдаланувчи буйруқлар сатрида клавиатура ёрдамида ҳисобланадиган ифодани тиради, агар зарур бўлса уни таҳрирлайди ва ENTER клавишасини босиб билан киритишни тугаллайди (1.3-расм).

Using Toolbox Path Cache. Type "help toolbox_path_cache" for more info. 

To get started, select "MATLAB Help" from the Help menu.

```
>> 2+3
```

```
ans =
```

```
5
```

```
>> I=1;
```

```
>> sin(I)
```

```
ans =
```

```
0.8415
```

```
>> |
```



1.3-расм. Тизим билан тўғридан — тўғри ҳисоблашлар режимида ишлаш

Мисол учун юқоридаги расмда $2+3$ ифодани ва $\sin(I)$ ни ҳисоблаш елтирилган. Бундай содда мисоллардан ҳам қуйидаги хулосаларг елиш мумкин:

- бошланғич маълумотларни киритишни кўрсатиш учун » сим волидан фойдаланилади;
- маълумотлар оддий матн таҳрирлагичи ёрдамида киритилади;
- ифодани ҳисоблаш натижаларини чиқаришни блокировка қилиш (вақтинча тўхтатиб туриш) учун ундан кейин; белгисини (нуқта вергул) қўйиш керак;
- агар ҳисоблаш натижалари учун ўзгарувчи кўрсатилмаган бўлса MATLABнинг ўзи ans ўзгарувчисини тайинлайди;
- ўзлаштириш белгиси сифатида математиклар учун одатий бўлган тенглик белгиси = ишлатилади (кўпгина бошқа да стурлаш тиллари ва математик тизимларда қабул қилинган таркибий белги := эмас);
- чиқариш сатрларида » белгиси бўлмайди;
- бириктирилган функциялар (масалан, \sin) кичик ҳарфлар билан ёзилади, уларнинг аргументлари юмолук кавс ичид кўрсатилади;
- диалог «савол берилди, жавоб олинди» тарзида кечади;

Кейинги мисолда MATLAB тизимини вектор амалларни бажариш чун қўллаш кўрсатилган. Унда $V=[1,2,3,4]$ ва $V=[1\ 2\ 3\ 4]$ векторлар ир-бирига тенг, яъни вектор элементларини бир-биридан пробел илан ёки вергул билан ажратиш мумкин (1.4-расм).

```

Command Window
File Edit View Web Window Help
>> V=[1,2,3,4]

V =

     1     2     3     4

>> V=[1.2,2.3,3,4]

V =

    1.2000    2.3000    3.0000    4.0000

>> sin(V)

ans =

    0.9320    0.7457    0.1411   -0.7568
    
```

1.4-расм. MATLAB тизимини вектор амалларни бажариш учун қўллаш

Кўпчилик математик тизимларда $\sin(V)$ ни ҳисоблаш (агар V вектор бўлса) хато бўлар эди, чунки \sin функциясининг аргументи каляр катталиқ бўлиши керак. Лекин MATLAB — матрицавий тизим, вектор эса ўлчамлари $1 \times n$ бўлган матрицанинг бир тури. Шунинг учун ҳисоблаш натижалари ўлчамлари V векторнинг ўлчамлари билан бир ил бўлган вектор кўринишида бўлади.

Яна бир мисолда (1.5-расм) матрицалар устида бажариладиган одда амаллар намоиш қилинган. Бунда ўлчами 2×2 бўлган M матрица берилган ва $MX=\sin(M)$ матрица ҳисобланади. Матрица векторлар қаторлари кўринишида берилган ва квадрат қавс ичига линган. Вектор элементларини бир-биридан ажратиш учун пробел ки вергул, векторларни бир-биридан ажратиш учун эса нуқтали ергул ишлатилади. M матрицанинг маълум элементини ажратиб ўрсатиш учун $M(j,i)$ ифодадан фойдаланилади, бунда M — матрица оми, j -сатрнинг ва i -устуннинг тартиб рақами.

```

1     2
3     4

-> MX=sin(M);
-> MX

X =

    0.8415    0.9093
    0.1411   -0.7568

-> |

```

1.5-расм. Матрицалар устида бажариладиган содда амаллар

MATLAB тизимида ҳисоблаш учун бошлангич ифодаларни киттиш одатдаги матнли форматда амалга оширилади. Ҳисоблаш нажжалари ҳам худди шундай форматда берилади (график натижаларундан мустасно). Мисол тариқасида айрим ҳисоблашларнинг қандайилишини кўрайлик:

To get started, select «MATLAB Help» from the Help menu.

» 2+3

ans=5» sin(1)

ans=0.8415

» type sin

n is a built-in function.

» help sin

SIN Sine.

IN(X) is the sine'of the elements of X.

Overloaded methods

elp sym/sin.m

V=[1 2 3 4]

```

V =
1 2 3 4
» sin(V)
ans =
0.8415    0.9093    0.1411   -0.7568
» 3*V
ans =
3    6    9   12
» V^2
??? Error using ==> ^
Matrix must be square.
» V.^2
ans=
1 4 9 16
» V+2
ans =
3  4  5  6
»

```

1.10. Сессия сатрларини кўчириш

Айрим ҳолларда киритилаётган ифода жуда узун бўлиб, битта сатрга сигмай қолиши мумкин. Бундай ҳолда ифоданинг бир қисмини янги сатрга «...» кўп нуқта (уч ва ундан ортиқ нуқта) ёрдамида кўчириш мумкин, масалан:

$$s = 1-1/2 + 1/3- 1/4 + 1/5 \text{ — } 1/6 + 1/7 \dots$$

$$1/8 + 1/9 \text{ — } 1/10 + 1/11 \text{ — } 1/12.$$

Бундай усул кўргазмали ҳужжатларни тайёрлашда фойдалидир, чунки бунда сатр ойнанинг кўринмайдиган қисмига киришининг олди олинади. Умуман олганда, битта сатрдаги символлар сони буйруқлар режимида 4096 тагача бўлиши мумкин, m-файлларники эса чекланмаган. Лекин бундай узун сатрлар билан ишлаш ноқулай.

2. МАТЛАВНИНГ АСОСИЙ ОБЪЕКТЛАРИ

2.1. Математик ифодалар

Ҳамма математик тизимларда математик ифода марказий тушунча бўлиб ҳисобланади. У сонлар кўринишида (айрим ҳолларда символлар кўринишида) нима ҳисобланиши керак эканлигини белгилайди. Мисол учун:

```
2+3
2.301*sin(x)
4+exp(3)/5
sqrt(y)/2
sin(pi/2)
```

Математик ифодалар сонлар, константалар, ўзгарувчилар, операторлар, функциялар ва ҳар хил махсус белгилар ёрдамида тузилади. Бундай тушунчаларга қуйида қисқача изоҳлар берилган.

Ҳақиқий ва комплекс сонлар

Сонлар — MATLAB тилининг миқдор қийматларини ўзида акс эттирувчи энг содда объектларидир. Агар соннинг номи қийматига мос келса уни константа деб аташ мумкин. Сонлар бутун, каср, белгиланган ёки сузувчи нуқтали бўлиши мумкин. Уларни мантиссаси ва тартиби орқали ҳам кўрсатиш мумкин. Масалан:

```
0,2
-3
2.301 0.00001 123.456e-24
-234.456e10
```

Соннинг мантиссасида бутун қисм каср қисмдан вергул орқали эмас нуқта орқали ажратилади. Соннинг мантиссасини тартибидан ажратиш учун e симболи ишлатилади. Мусбат сонларнинг олдига «плюс» ишораси қўйилмайди, манфий сонларнинг олдига қўйиладиган «минус» ишораси *унар минус* деб аталади. Сондаги символлар орасига пробел қўйиш мумкин эмас. Сонлар *комплекс* бўлиши мумкин: $z = \text{Re}(x) + \text{Im}(x) * i$. Бундай сонлар ҳақиқий $\text{Re}(z)$ ва мавҳум $\text{Im}(z)$ қисмлардан иборат бўлади. Сонларнинг мавҳум қисми -1 дан квадрат илдизга тенг бўлган i ёки j кўпайтирувчига эга бўлади:

```
2j
2+3i
-3.141i
-123.456+2.7e-3i
```

Соннинг ҳақиқий қисми $\text{Re}(z)$ ни $\text{real}(z)$ функцияси қайтаради, $\text{imag}(z)$ функцияси эса — мавҳум ($\text{Im}(z)$) қисмини қайтаради. Комплекс соннинг модулини олиш учун $\text{abs}(z)$ функция ва фазасини олиш учун $\text{angle}(z)$ функция ишлатилади.

Қуйида комплекс сонлар билан ишлашга мисоллар келтирилган:

```
»i
ans=
```

2.3. Матнли изоҳлар

MATLAB мураккаб ҳисоблар учун ишлатилиши сабабли уларнинг тавсифлари яққол ва тушунарли бўлиши керак. Бунинг учун матн изоҳлари қўлланилади. Матн изоҳлари % симболи ёрдамида киритилади, масалан:

% factorial function

MATLAB инглиз тилидаги маҳсулот. Шу сабабли изоҳлар (айниқса, m-файлларда) рус ҳарфлари ёрдамида терилган дастурлар ишламаслиги мумкин. Бундан ташқари, изоҳларда русча «с» ҳарфи терилган бўлса кейинги сатрга ўтиб кетиш муаммоси юзага келади. Бу ҳолда русча «с» нинг ўрнига инглизча «с» ни ишлатиш мақсадга мувофиқ.

Одатда m-файлларнинг биринчи сатрлари help «Файл_номи» буйруғидан кейин экранга чиқарилувчи, улар тўғрисидаги қисқача ахборот бўлади. Етарли даражада мукамал матнли изоҳларнинг m-файлларга киритилиши кейинчалик улар билан ишлашни осонлаштиради.

2.4. Ўзгарувчилар ва уларга қийматлар бериш

Ўзгарувчилар — қийматлари ҳар хил бўлган маълумотларни сақловчи номга эга бўлган объектлардир. Бундай маълумотларга мос ҳолда ўзгарувчилар сонли ёки символли, векторли ёки матрицали бўлиши мумкин.

MATLAB тизимида ўзгарувчиларга маълум қийматларни бериш мумкин. Бунинг учун тенглик ишораси ёрдамида киритилувчи ўзлаштириш амалидан фойдаланилади: *Ўзгарувчининг_номи=ифода*

Ўзгарувчиларнинг турлари олдиндан белгиланмайди. Улар, қиймати ўзгарувчи томонидан ўзлаштирилувчи ифодага мос ҳолда аниқланади. Агар ифода вектор ёки матрица бўлса, ўзгарувчи ҳам вектор ёки матрица бўлади.

Ўзгарувчининг номи (унинг идентификатори) амалда чекланмаган узунликдаги символлардан иборат бўлиши мумкин, лекин бошланғич 31 символ эслаб қолинади ва идентификация қилинади. Ҳар қандай ўзгарувчининг номи бошқа ўзгарувчиларнинг, функцияларнинг ва тизим процедураларининг номи билан бир хил бўлмаслиги керак. Ўзгарувчиларнинг номлари ҳарф билан бошланади ва ўз ичига ҳарфлар, рақамлар, таъкидлаш симболи (сатр ости чизиги) _ ни олиши

мумкин. Фақат ўзгарувчининг номида пробеллар махсус белгилар, масалан +, ., -, *, / ва х.к. бўлмаслиги керак. Ўзгарувчилар одатдаги кўринишда ёки индексланган, яъни вектор ва матрицаларнинг элементлари бўлиши мумкин. Символли ўзгарувчилар ҳам ишлатилиши мумкин, бунда символ қийматлар апострофлар ичига олинади, масалан s='Demo'.

2.5. Ўзгарувчиларнинг аниқланишларини йўқотиш

Ўзгарувчилар компьютернинг хотирасида *ишчи соҳа* (*workspace*) деб аталувчи маълум жойни эгаллайди. Ишчи соҳани тозалаш учун хар хил шаклдаги `clear` функциясидан фойдаланилади, масалан:

- `clear` — ҳамма ўзгарувчиларнинг аниқланишларини ўчиради;
- `clear x` — `x` ўзгарувчининг аниқланишларини ўчиради;
- `clear a, b, c` — `a, b, c` ўзгарувчиларнинг аниқланишларини ўчиради.

Аниқланишлари ўчирилган ўзгарувчи ноаниқ бўлиб қолади ва кейинчалик ундан фойдаланишга ҳаракат қилинса хато тўғрисида ахборот чиқади, масалан:

```
» x=2*pi
```

```
x =
```

```
6.2832
```

```
» V=[1 2345]
```

```
V =
```

```
12345
```

```
» MAT
```

```
??? Undefined function or variable 'MAT'.
```

```
» MAT=[1 2 3 4; 5 6 7 8]
```

```
MAT =
```

```
1234
```

```
5678
```

```
» clear V
```

```
» V
```

```
??? Undefined function or variable 'V'.
```

```
» clear
```

```
» x
```

```
??? Undefined function or variable 'x'.
```

```
» M
```

```
??? Undefined function or variable 'M'.
```


Аввал танлаб V ўзгарувчининг ўзи, кейин эса параметрсиз clear буйруғи ёрдамида қолган ҳамма ўзгарувчиларнинг аниқланишлари ўчирилганлигига эътибор беринг.

2.6. Операторлар ва функциялар

Оператор — бу маълумотлар (операндлар) устида бажариладиган маълум амалларни ифодаловчи махсус белгилаш. Масалан, энг содда арифметик операторларга қўшиш +, айириш -, кўпайтириш * ва бўлиш / белгилари киради. Операторлар операндлар билан биргаликда ишлатилади. Масалан, 2+3 ифодада + белгиси оператор, 2 ва 3 сонлари эса — операндлардир.

Шуни таъкидлаш ўринлики, кўплаб операторлар матрицавий амалларга тааллуқли бўлганлиги сабабли жиддий тушунмовчиликлар юзага келиши мумкин. Масалан, кўпайтириш оператори * ва бўлиш оператори / иккита кўп ўлчамли массивлар, векторлар ёки матрицаларнинг кўпайтмаси ва бўлинмасини ҳисоблайди. Қатор махсус операторлар ҳам мавжуд, масалан, \ оператори *ўнгдан чапга* бўлишни, .* ва ./ операторлар эса массивларни *элементлараро* кўпайтириш ва *элементлараро* бўлишни ифодалайди.

Юқорида айтилганларни векторлар билан амаллар мисолида кўрайлик:

```
» V1=[2 4 6 8]
V1=
2 4 6 8
» V2=[1 2 3 4]
V2 =
1 2 3 4
» V1/V2
ans =
2
» V1.*V2
ans=
2 8 18 32
» V1./V2
ans =
2 2 2 2
```

Операторларнинг тўлиқ рўйхатини буйруқлар сатрида help ops буйруғидан фойдаланиб олиш мумкин. Бундай рўйхатнинг арифметик операторларни ўз ичига олувчи бир қисми куйида келтирилган:

» help ops

Operators and special characters.

Arithmetic operators.

Plus	— Plus	+
Up! us	— Unary plus	+
Minus	— Minus	—
Umlnus	— Unary minus	
Mtimes	— Matrix multiply	*
times	— Array multiply	
mpower	— Matrix power	^
poWer	— Array power	.^
mldlvld	— Backslash or left matrix divide	\
mrldlvld	— Slash or right matrix divide	/
ldi-vid	— Left array divide	.\
rdlvld	— Right array divide	./
kron	— Kronecker tensor product	kron

Функциялар —бу ўз аргументларини маълум тарзда ўзгартиришни амалга оширувчи ва бу ўзгартиришлар натижасини қайтарувчи ягона номга эга бўлган объектлардир. *Натижасани қайтариш* — функциянинг ўзига хос хусусиятидир. Бунда битта чиқиш параметрига эга бўлган ҳисоблаш натижаси функция чакирилган жойга қўйилади.

Функция умумий ҳолда қавс ичига олинган аргументлар рўйхатига (параметрларга) эга бўлади. Масалан, Бессел функцияси $\text{bessel}(NU.X)$ кўринишда ёзилади. Бу ҳолда параметрлар рўйхати иккита аргументга эга — скаляр кўринишдаги NU ва вектор кўринишдаги X . Кўплаб функцияларни параметрлар рўйхати билан фарқ қилувчи ҳар хил шаклларда ёзиш мумкин. Агар функция бир неча қийматни қайтарадиган бўлса қуйидагича ёзилади: $[Y1. Y2\dots]=\text{func}(X1. X2\dots)$, бу ерда $Y1. Y2,\dots$ —*чиқиш* параметрларининг рўйхати ва $X1, X2,\dots$ —*кириш* аргументлари (параметрлари)нинг рўйхати.

Элементар функцияларнинг рўйхати билан `help elfun` буйругини бажариб, махсус функцияларнинг рўйхати билан эса `help specfun` буйругини бажариб танишиш мумкин. Функциялар *бириктирилган* (ички) ва *ташқи ёки m-функциялар* кўринишида бўлиши мумкин. Бириктирилган функцияларга кенг тарқалган элементар функциялар, масалан, $\sin(x)$ ва $\exp(y)$ мисол бўлиши мумкин, функция $\sinh(x)$ функция эса ташқи функциядир. Ташқи функциялар m -файларда

ўзининг аникланиши (тавсифи)га эга. Бириктирилган функциялар MATLAB компиляция қилинган ядросида жойлашганлиги сабабли жуда тез бажарилади.

2.7. Икки нукта (:) операторининг қўлланилиши

Айрим ҳолларда тартибга солинган сонлар кетма-кетликларини форматлаш талаб қилинади. Бундай кетма-кетликлар векторларни ёки графикларни куриш вақтида абсциссаларнинг қийматларини ҳосил қилиш учун зарур бўлади. Сонлар кетма-кетликларини форматлаш учун MATLAB тизимида : (икки нукта) оператори ишлатилади:

Бошланғич_ қиймат : Қадам : Сўнгги_ қиймат

Бундай конструкция бошланғич қиймат билан бошланувчи, берилган қадам билан давом этувчи ва сўнгги қиймат билан тугалланувчи сонларнинг ортиб боровчи кетма-кетлигини ҳосил қилади. Агар қадам берилмаган бўлса, унинг қиймати 1 деб қабул қилинади. Агар бошланғич қиймат сўнгги қийматдан кичик қилиб олинган бўлса хатолик тўғрисида хабар берилади. Қуйида икки нукта (:) операторининг қўлланилиши бўйича мисоллар берилган:

```
» 1:5
ans =
12345
» i=0:2:10
i = 0 2 4 6 8 10
» j=10:-2:2
j =10 8 6 4 2
» V=0:pi/2:2*pi;
» V
V =
0 1.5708 3.1416 4.7124 6.2832
» X= 1:-.2:0
X=
1.0000 0.8000 0.6000 0.4000 0.2000 0
» 5:2
ans=
Empty matrix:1-by-0
```

MATLAB матрицавий тизимларга мансуб бўлганлиги сабабли, операторлардан аниқ фойдаланилмаса кутилмаган чалкашликларга олиб келиши мумкин.

Қуйидаги мисолни кўрайлик:

» $x=0:5$

$x=$

0 1 2 3 4 5

» $\cos(x)$

ans =

1.0000 0.5403 -0.4161 -0.9900 -0.6536 0.2837

» $\sin(x)/x$

ans = -0.0862

Бу ерда косинусларнинг массивини ҳисоблаш тўғри бажарилди. Лекин, $\sin(x)/x$ функциянинг массивини ҳисоблаш биринчи қарашда қутилмаган эффектни берди, яъни олти элементли массивни ҳисоблаш ўрнига ягона қиймат ҳисобланди.

Бундай «парадокснинг» сабаби қуйидагича: бу ерда / оператор иккита матрица, вектор ёки кўп ўлчамли массивнинг нисбатини ҳисоблайди. Агар уларнинг ўлчами бир хил бўлса натижа битта сон бўлади. Ҳақиқатан ҳам $\sin(x)/x$ қийматларининг векторини олиш учун ./ массивларни элементлараро бўлиш операторидан фойдаланиш керак.

» $\sin(x)./x$

Warning: Divide by zero.

ans =

NaN 0.8415 0.4546 0.0470 -0.1892-0.1918

ҳисоблаш бу ерда ҳам муаммосиз яқунланмади, яъни $x=0$ да $\sin(x)/x$ бартараф қилиниши мумкин бўлган $0/0=1$ кўринишидаги ноаниқликка эга. Лекин, ҳар қандай сонли тизимга ўхшаб, MATLAB ҳам 0 га бўлишни хато деб ҳисоблайди. Қутилаётган сонли қиймат ўрнига NaN символли константани чиқаради.

Қийматлар тўпламини олиш учун функциянинг аргументи сифатида ҳам икки нукта(:) операторидан фойдаланиш мумкин. Масалан, қуйида келтирилган мисолда аргументининг қиймати 0.5 ва тартиби 0 дан 5 гача бўлган Бессел функциялари ҳисобланган:

» $\text{bessel}(0:1:5,1/2)$

ans =

0.9385 0.2423 0.0306 0.0026 0.0002 0.0000

Кейинги мисолда қадами 1 га ва аргументининг қийматлари 0 дан 5 гача бўлган нолинчи тартибли Бессел функциясининг олти қиймати ҳисобланган:

» $\text{bessel}(0.0:1:5)$

ans=

1.0000 0.7652 0.2239 -0.2601 -0.3971 -0.1776

Шундай қилиб «:» оператор сонларнинг мунтазам (тартибли) кетма-кетлигини олиш учун қулай восита бўлиб ҳисобланади. У графикларни қуриш воситалари билан ишлашда кенг қўлланилади.

2.8. Хатоликлар ва уларни бартараф қилиш

MATLAB тизимида *хатоликлар диагностикаси* катта аҳамиятга эга. Қиритилаётган буйруқ ва ифодаларни MATLAB текширади ва хатолар тўғрисида ахборот ёки огоҳлантиришлар беради.

Қуйидаги мисолларни кўрайлик. Хато ифода

```
» sqrt(2)
```

қиритилиб ENTER клавишаси босилса тизим хатолик тўғрисида ахборот беради:

```
??? Undefined function or variable 'sqrt'.
```

Бу хабар sqrt функция ёки ўзгарувчи эканлиги аниқланмаганлигини билдиради. Бу ҳолда тўғри ифодани териш йўли билан хатоликни тўғрилаш мумкин. Лекин ифода катга бўлса таҳрирлагичдан фойдаланиш мақсадга мувофиқ. Олдин қиритилган сатрларни варақлаш учун юқорига йўналган клавиша босилади. Қиритиш сатрида сўнггида курсор бўлган » sqrt(2) ифода ҳосил бўлади. MATLAB 6 версиясида энди Tab клавишаси босилса тизим қиритилган символларни таҳлил қилиб тўғри деб ҳисоблаган вариантларини беради. Агар вариантлар кўп бўлса Tab клавишасини яна босиш керак. Тизим томонидан тақлиф этилган операторлардан бири sqrt ни танлаймиз ва хатоликни тузатиб ENTER клавишасини босамиз. Ифода қуйидаги кўринишни олади:

```
» sqrt(2)
```

```
ans= 1.4142
```

Ҳисоблашлар кутилган натижа — иккидан квадрат илдизни беради.

MATLAB тизимида ташқи тавсифлар (аниқлашлар) худди бириктирилган функциялар ва операторлар сингари қўлланилади. Уларни қўллаш бўйича ҳеч қандай қўшимча кўрсатмалар зарур эмас. Фақатгина ишлатилаётган аниқланишлар .m кенгайтмали файл кўринишида мавжуд бўлиши керак. Агар мавжуд бўлмаган аниқланишга мурожаат қилинса тизим овоз сигналинини беради ва хатолик ҳақидаги қуйидаги ахборотни чиқаради:

```
» hsin(1)
```

```
??? Undefined function or variable 'hsin'.
```

```
» sinh(1)
```

```
ans= 1.1752
```

Бу мисолда гиперболик синусни ҳисоблайдиган функциянинг номи нотўғри ёзилганлиги учун тизим \sin номли функция ёки ўзгарувчи ички функцияларнинг ичида ҳам, m -функцияларнинг ичида ҳам аниқланмаганлигини кўрсатади. Лекин номи \sinh бўлган функция MATLAB тизимида мавжуд, у m -функция кўринишида берилган.

Айрим ҳолларда натижаларни чиқариш вақтида NaN (Not a Number — сон эмас) кўринишидаги қисқартиришлар пайдо бўлиши мумкин. NaN ноаниқликни билдиради, масалан, $0/0$ ёки Inf/Inf , бу ерда Inf қиймати машина чексизлигига тенг бўлган тизим ўзгарувчиси. Хатоликлар тўғрисида ҳар хил огоҳлантиришлар (инглиз тилида) пайдо бўлиши мумкин. Масалан, чекли сон нолга бўлинганда «Warning: Devide by Zero.» («*Диққат: нолга бўлиш*») деган огоҳлантириш чиқади. MATLAB тизимида сонларнинг диапазони 10^{-308} дан 10^{+308} гача бўлиши мумкин.

MATLAB тизимида хатолар тўғрисида огоҳлантириш ва ахборотни бир-биридан фарқлаш керак. *Огоҳлантиришлар* (одатда Warning сўзидан кейин) ҳисоблашларни тўхтатмайди, фақат аниқланган хатолик ҳисоблаш жараёнига таъсир қилиши мумкинлигини кўрсатади. Хатолик тўғрисида ахборот (??? белгисидан кейин) ҳисоблашларни тўхтатади.

2.9. Сонларнинг форматлари

Одатда MATLAB сонли натижаларни ўнли нуктадан кейин тўртта ва ундан олдин битта рақамга эга бўлган *нормаллаштирилган* шаклда беради. Бундай формат ҳамма вақт ҳам қониқарли бўлмайди. Шунинг учун MATLABда сонлар учун ҳар хил форматларни бериш имконияти ҳам мавжуд. Лекин ҳисоблар ҳар қандай ҳолда ҳам иккиланган аниқликда олиб борилади. Керакли форматни ўрнатиш учун

» format name

буйруғидан фойдаланилади, бу ерда name — форматнинг номи. Сонли маълумотлар учун name қуйидагича бўлиши мумкин:

- short — қисқа (бешта белги);
- short e — қисқа экспоненциал форматда (бешта белги мантисса учун ва учта белги тартиби учун);
- long — узун фиксацияланган форматда (15та белги);
- long e — узун экспоненциал форматда (15та белги мантисса учун ва 3та белги тартиби учун);
- hex — ўн олтилик шаклда;
- bank — пул бирликлари учун.

Экранга чиқарилаётган сонларнинг каср қисмидаги аҳамиятга эга бўлмаган нолларни йўқотиш учун (масалан, 0.500000000 нинг ўрнига 0.5) `format short g` ёки `format long g` форматлар қўлланилади:

```
>> format long
>> 1.2
ans =
1.200000000000000
>> format long g
>> 1.2
ans =
1.2
```

Экранга чиқарилаётган сонларнинг каср қисмини рационал касрлар билан аппроксимация қилиш учун `format rat` форматидан фойдаланилади:

```
>> format rat
>> pi
ans =
355/113
```

Экранга чиқарилаётган сатрлар орасидаги ортиқча интервалларни йўқотиш учун `format compact` форматидан фойдаланилади, `format loose` формати сатрлар орасидаги интервални қайтадан тиклайди:

```
>> format long
>> 1/3
ans =
0.333333333333333
```

```
>> format compact
>> 1/3
ans =
0.333333333333333
```

```
>> format short
>> 1/3
ans =
0.3333
```

Параметрсиз `format` командаси ёрдамида сукут бўйича ишлатиладиган `format short` ва `format loose` ҳолатлар тикланади.

```
>> format
>> 1/3
ans =
0.3333
```

2.10. Векторлар ва матрицаларни шакллантириш

2.10.1. Вектор ва матрицаларнинг хусусиятлари

Юқориди келтирилган ҳисоблаш коидалари мураккаб ҳисобларни бажариш учун ҳам ишлатилади. Бундай мураккаб ҳисобларни бажариш учун Бейсик ёки Паскал дастурлаш тилларида махсус дастурларни тузиш талаб қилинган бўлар эди. MATLAB — векторлар, матрицалар ва массивлар устида мураккаб ҳисобларни бажариш учун мўлжалланган махсус тизимдир. Бунда у ҳар қандай берилган ўзгарувчини, унинг конкрет қийматига асосланиб вектор, матрица ёки массив деб қабул қилади. Масалан, $X=1$ берилган бўлса, демак X қиймати 1га тенг бўлган ягона элементли вектор. Агар уч элементли векторни бериш зарур бўлса унинг элементларининг қийматларини пробеллар билан ажратиб, квадрат қавс ичида ёзиб чиқиш керак. Мисол учун

» $V=[1\ 2\ 3]$

$V=$

1 2 3

V вектор қийматлари 1,2 ва 3га тенг бўлган уч элементли векторни ифодалайди. Вектор киритилгандан кейин уни тизим дисплей экранига чиқаради. Матрицалар бир неча сатрларда кўрсатилади. Қийматларга эга бўлган сатрларни бир-биридан ажратиш учун ; (нуқтали вергул) дан фойдаланилади. Худди шу белги киритиш сатрининг охирига қўйилса натижа экранга чикмайди. Мисол учун

» $M=[1\ 2\ 3; 4\ 5\ 6; 7\ 8\ 9];$

квадрат матрицани беради. Энди уни экранга чиқарамиз:

» M

$M =$

1 2 3

4 5 6

7 8 9

Матрица ва векторларнинг элементларини тизим учун мумкин бўлган функцияларни ўз ичига олувчи арифметик ифодалар шаклида бериш мумкин, масалан:

» $V=[2+2/(3+4)\ \exp(5)\ \sqrt{10}];$

» V

$V =$

2.2857 148.4132 3.1623

Вектор ёки матрицанинг айрим элементларини кўрсатиш учун $V(1)$ $M(i, j)$ кўринишидаги ифодалардан фойдаланилади. Мисол учун,

» $M(2, 2)$

ans= 5

Матрицанинг $M(i, j)$ элементига киймат бериш $M(i, j)=x$ ифодадан фойдаланиб бажарилади. Масалан, матрицанинг $M(2, 2)$ элементига 10 кийматни бериш керак бўлса, куйидагича ёзилади:

» $M(2, 2)=10$

Бир индексли $M(i)$ ифода ёрдамида битта устунга ёйилган матрица элементларига мурожаат қилиш мумкин:

» $M(2)$

ans =

4

» $M(8)$

ans =

6

» $M(9)$

ans =

9

» $M(5)=100;$

» M

$M =$

1 2 3

4 100 6

7 8 9

Элементлари комплекс сонлар бўлган вектор ва матрицаларни ҳам олиш мумкин, масалан:

» $i=\text{sqrt}(-1)$:

» $CM = [1\ 2; 3\ 4] + i*[5\ 6; 7\ 8]$

ёки

» $CM = [1+5*i\ 1\ 2+6*i; 3+7*i\ 4+8*i]$

Куйидаги матрицани ҳосил қилади:

$CM =$

1.0000 + 5.0000i 2.0000 + 6.0000i

3.0000 + 7.0000i 4.0000 + 8.0000i

Матрица ва векторларнинг айрим элементлари билан бир қаторда уларнинг ҳамма элементлари (массивлар)устиди ҳам амаллар бажариш мумкин. Бунинг учун амал белгисининг олдида нукта қўйилади. Масалан, * оператори векторлар ёки матрицаларни кўпай-

тиришни англатади, .* оператор эса массивнинг ҳамма элементларини элементлараро кўпайтиришни билдиради. Матрица скалярга кўпайтириладиган $M \times 2$ ва $M \cdot 2$ ифодалар тенг кучли. Қуйидаги мисолларни кўрайлик:

```
>> M1=[1 2 3];
>> M2=[4 5 6];
>> M=M1*M2
??? Error using ==> *
Inner matrix dimensions must agree.
>> M=M1.*M2
M =
4 10 18
>> M*2
ans =
8 20 36
>> M.*2
ans =
8 20 36
>>
```

Бу ерда векторларни кўпайтириш $M=M1 \cdot M2$ ифодасида кўпайтириш белгисидан олдин нукта қўйилмаганлиги учун тизим хато тўғрисидаги *Inner matrix dimensions must agree* (матрицаларнинг ўлчамлари ўзаро мослашиши керак) деган ахборотни берди. Хато тузатилгандан кейин тўғри натижа олинди.

2.10.2. Матрицаларни транспонирлаш ва элементларининг йиғиндисини ҳисоблаш

Матрицаларни транспонирлаш, яъни устунларини сатрлари билан алмаштириш учун .' оператордан фойдаланилади. Устунларидаги элементларнинг йиғиндисини sum оператори ёрдамида ҳисобланади. Сатрларидаги элементларнинг йиғиндисини ҳисоблаш учун матрица аввал транспонирланади ва транспонирланган матрицанинг устунларидаги элементларнинг йиғиндисини аниқланади. Буни қуйидаги мисоллардан ҳам кўриш мумкин:

```
>> V=[1 2 3;4 5 6;7 8 9]
V =
1 2 3
4 5 6
7 8 9
```

```

>> B.'
ans =
1 4 7
2 5 8
3 6 9
>> sum(B)
ans =
12 15 18
>> sum(B.')
ans =
6 15 24

>>

```

2.10.3. Матрицаларнинг устунлари ва сатрларини ўчириш

Матрицаларнинг устунлари ва сатрларини ўчириш учун [] бўш квадрат кавслардан фойдаланилади. Қуйидаги мисолни кўрайлик:

```
>> M=[1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]
```

```
M =
```

```
1 2 3
```

```
4 5 6
```

```
7 8 9
```

```
>> M(:,2)
```

```
ans =
```

```
2
```

```
5
```

```
8
```

```
>> M(:,2)=[]
```

```
M =
```

```
1 3
```

```
4 6
```

```
7 9
```

Энди матрицанинг иккинчи сатрини икки нукта оператор (:) дан фойдаланиб ўчирамиз

```
>> M(2,:)=[]
```

```
M =
```

```
1 3
```

```
7 9
```

```
>>
```

3. ИШЧИ СОҶА ВА СЕССИЯ МАТНИ БЎЙИЧА АМАЛЛАР

3.1. Ишчи соҳани дефрагментация қилиш

Ўзгарувчиларни киритиш ва уларнинг айримларини ўчириш натижасида ишчи соҳада бўшлиқлар ва ҳар хил кераксиз маълумотлар йиғила бошлайди. Улар аста-секин тизимнинг ишлашининг ёмонлашишига ва оператив хотиранинг етмай қолишига сабаб бўлиши мумкин. Бундай ҳоллар айниқса маълумотларнинг катта массивлари билан ишланганда юзага келиши мумкин. Уларнинг олдини олиш учун **pack** буйруғи ёрдамида ишчи соҳа дефрагментация қилинади.

Ушбу буйруқ ёрдамида ишчи соҳадаги ҳамма тавсифлар қаттиқ дискка кўчириб ёзилади. Ишчи соҳа тозаланади ва ҳамма тавсифлар, бўшлиқлар ва кераксиз маълумотлардан ажратилиб, қаттиқ дискдан ишчи соҳага ўтказилади.

3.2. Сессия ишчи соҳасини сақлаш

Ўзгарувчилар ва янги функцияларнинг тавсифлари MATLAB тизи-мида хотиранинг ишчи соҳа деб аталувчи махсус қисмида сақланади. MATLAB ўзгарувчиларнинг қийматларини .mat кенгайтмага эга бўлган бинар файллар кўринишида сақлаш имкониятини беради. Бунинг **save** буйруғи хизмат қилади ва унинг қуйидаги шакллари мавжуд:

- **save fname** — ҳамма ўзгарувчиларнинг ишчи соҳаси **fname.mat** номли бинар форматли файлга ёзилади;
- **save fname X** — фақат **X** ўзгарувчининг қийматлари ёзилади **X**;
- **save fname X Y Z** — **X**, **Y** ва **Z** ўзгарувчиларнинг қийматлари ёзилади.
- Ушбу параметрлардан кейин файлларни ёзиш форматларини аниқлаштирувчи калитларни кўрсатиш мумкин:
- **-mat** — иккилик MAT-формат, формат кўрсатилмаганда ҳам;
- **-ascii** — бирлик аниқликдаги (8та рақам) ASCII-формат;
- **-ascii -double** — иккиланган аниқликдаги (16та рақам) ASCII-формат;
- **-ascii -double -tabs** — ажраткич ва табуляция белгиларига эга бўлган формат;

- V4 — MAT-файлларни MATLAB 4 версиясининг форматда ёзиш;
- -append — мавжуд MAT-файлга қўшиш.

Функциянинг форматда ҳам save сўзини ишлатиш мумкин, масалан: save ('fname', 'var1' . 'var2')

бу ҳолда файллар ва ўзгарувчиларнинг номлари сатр константалари кўринишида берилади.

Сессиянинг тўлиқ матнини save буйруғи ёрдамида сақлаш имконияти йўқ ва бу нарса керак ҳам эмас, чунки сессияда керакли маълумотлар билан бир қаторда кераксизлари ҳам кўп бўлади , масалан, хатолар тўғрисида ахборотлар, ўзгарувчи ва функцияларни қайта аниқлашлар ва ҳ.к.

Шунга қарамай, агар зарур бўлса сессияда бажарилган ишнинг фойдали қисмини тахрирлагич ва созлагичдан фойдаланиб матнли форматда, .m кенгайтмали файл сифатида сақлаш мумкин.

3.3. Кундалик юритиш

Сессияларни дискка ёзиб олиш учун сессия кундалигидан фойдаланиш мумкин. Кундалик юритиш учун махсус командалар мавжуд:

- diary filename — диска кўрсатилган номдаги матнли файл сифатида киритиш сатрларидаги ҳамма командаларни ва олинган натижаларни ёзиб боради;
- diary off — файлга ёзишни тўхтатади;
- diary on — файлга ёзишни яна бошлайди.

Шундай қилиб, diary off ва diary on командаларини кетма-кет қўллаш йўли билан сессиянинг керакли фрагментларини уларнинг формал кўринишида сақлаш мумкин. Бунда diary командасини diary('file') кўринишидаги функция сифатида ҳам бериш мумкин, бу ерда 'file' сатри файлнинг номини беради. Қуйидаги мисол diary командасини қўллаш техникасини тушунтиради:

» diary myfile.m

» 1+2

ans =

3

» diary off

» 2+3

ans =

5

```
» diary on
» sin(1)
ans =
0.8415
» diary off
```

Ушбу мисолда, биринчи амал — $1+2=3$ — myfile.m файлига ёзилади, иккинчи амал — $2+3=5$ — ёзилмайди, учинчи амал — $\sin(1)=0.8415$ — эса ёзилади. Шундай қилиб, қуйидаги кўринишдаги файл сценария (Script-файл) ҳосил қилинади:

```
1+2
ans =
3
```

```
diary off
sin(1)
```

```
ans =
0.8415
```

```
diary off
```

Бошловчи фойдаланувчиларнинг кенг тарқалган хатоларидан бири — бундай файлларнинг номини кўрсатиб буйруқлар сатридан ишлатишга уриниш:

```
» myfile
```

```
??? ans =
```

```
| Missing variable or function.
```

```
Error in ==> C:\MATLAB\bin\niyfile.m
```

```
On line 3 --> ans =
```

Одатда, бундай уриниш хатоликларга олиб келади. Чунки ушбу файл буйруқлар ва уларнинг бажарилишининг матнли ёзувидир. Бундай файлларда MATLAB дастурлаш тилининг синтаксиси нуқтаи назаридан хатоликлар кўп, масалан, ans =. Агар зарур бўлса бундай файлнинг матнини type командаси ёрдамида кўриш мумкин:

```
» type myfile
```

```
1+2
```

```
ans=
```

```
3
```

```
diary off.
```

```
ans=
```

```
0.8415
```

```
diary off
```

Юқорида кўрсатилган чалкашликларнинг олдини олиш учун бундай файлларни .m эмас, масалан, .txt кенгайтмаси билан ёзиб олиш керак. Агар шундай қилинса, сессия кундалигидаги матнли файлларни ҳужжатларнинг керакли жойларига қўйиш имконияти ҳосил бўлади.

3.4. Сессиянинг ишчи соҳасини юклаш

Аввал ўтказилган сессиянинг (агар у сақланган бўлса) ишчи соҳасини юклаш учун load командасидан фойдаланиш мумкин:

- load fname ... — аввал fname.mat файлида сақланган кўп нукта ўрнида спецификацияга эга бўлган тавсифларни юклаш;
- load('fname'...) — fname.mat файлни функция шаклида юклаш.

Агар load командаси (ёки функцияси) сессияни ўтказиш вақтида ишлатилса ўзгарувчиларнинг жорий қийматлари МАТ-файлдан ўқилган қийматларга алмашади.

Юкланаётган файлларнинг номини бериш учун * белгидан ҳам фойдаланиш мумкин. Бунда, маълум белгиларга эга бўлган ҳамма файллар юкланади. Масалан, load demo*.mat командаси бажарилганда номининг бошланишида demo бўлган ҳамма файллар (demo1, demo2, demoa, demob ва ҳ.к.) юкланади.

3.5. Ҳисоблашларни тўхтатиш

Айрим ҳолларда дастурдаги хато ёки ечилаётган масаланинг мураккаблиги сабабли МАТЛАВ тугамайдиган циклга тушиб қолади ва натижаларни бермай қўяди ёки керак бўлмаса ҳам натижаларни тинимсиз бера бошлайди. Бундай ҳолларда ҳисоблашларни тўхтатиш учун Ctrl ва C (латинча) клавишалари биргаликда босилади.

3.6. Тизим билан ишлашни тугаллаш

Тизим билан ишлашни тугаллаш учун exit, quit командалари ёки Ctrl+Q клавишалар комбинациясидан фойдаланиш мумкин. Агар ҳамма ўзгарувчиларнинг (векторлар, матрицалар) қийматларини сақлаш керак бўлса, exit командасини киритишдан аввал керакли шаклдаги save командасини бериш керак. Система юклангандан кейин load командаси берилса, ўзгарувчиларнинг қийматлари тикланади ва ишни система билан ишлаш тугалланган моментдаги ҳолатдан давом эттириш мумкин.

4. МАЪЛУМОТНОМА ВА НАМУНАЛАР БИЛАН ИШЛАШ

4.1. Командалар сатридан интерактив маълумотнома олиш

MATLAB интерактив ёрдам тизимига эга. Интерактив маълумотномани командалар режимида бир қатор командалар ёрдамида чақириш мумкин. Бундай командалардан бири қуйидагича:

» help

Ушбу команда операторлар, функциялар ва MATLAB тизимидаги бошқа объектларнинг тавсифига эга бўлган m-файлларни ўз ичига олувчи папкаларнинг тўлиқ рўйхатини чиқаради. Қуйида бундай рўйхатнинг бошланғич қисми MATLAB 6.0 тизими учун келтирилган:

HELP topics:

matlab\general	— General purpose commands.
matlab\ops	— Operators and special characters.
matlab\lang	— Programming language constructs.
matlab\elmat	— Elementary matrices and matrix manipulation.
matlab\elfun	— Elementary math functions.
matlab\specfun	— Specialized math functions.
matlab\matfun	— Matrix functions — numerical linear algebra.
matlab\datafun	— Data analysis and Fourier transforms.
matlab\audio	— Audio support.
matlab\polyfun	— Interpolation and polynomials.
matlab\funfun	— Function functions and ODE solvers.
matlab\sparfun	— Sparse matrices.
matlab\graph2d	— Two dimensional graphs.

4.2. Конкрет объект бўйича маълумотнома

Конкрет объект бўйича маълумотнома олиш учун қуйидаги командалардан фойдаланилади:

» help ном

ёки

» doc ном

бу ерда ном — маълумотномаси зарур бўлган объектнинг номи. Масалан, гиперболик синус бўйича маълумотнома олиш учун унинг номини командалар сатрида киритамиз ва Enter ни босамиз:

» help slnh

SINH Hyperbolic sine.

SINH(X) Is the hyperbolic sine of the elements of X.

Overloaded methods

help sym/slnh.m

Ёрдам ойнасида тўлиқроқ маълумот олиш учун *doc ном* команда-сидан фойдаланилади (бунда маълумот HTML форматда бўлади).

4.3. Объектлар гуруҳи учун маълумот олиш

MATLAB тизимининг фойдаланувчиларини кўпчилик ҳолларда объектларнинг маълум гуруҳига тааллуқли функциялар, командалар ва бошқа тушунчалар қизиқтиради. Объектлар гуруҳи учун маълумот олишни `timefun` объектлари мисолида кўрайлик:

» help timefun

Time and dates.

Current date and time.

Now — Current date and time as date number.

Date — Current date as date string.

clock — Current date and time as date vector.

Basic functions.

datenum — Serial date number.

datestr — String representation of date.

datevec — Date components.

Date functions.

calendar — Calendar.

weekday — Day of week.

eomday — End of month.

datetick — Date formatted tick labels.

Timing functions.

cputime — CPU time in seconds.

tic. toe — Stop watch timer.

etime — Elapsed time.

pause — Wait in seconds.

Маълум объектлар гуруҳининг таркиби аниқлангандан кейин танланган объект бўйича батафсилроқ маълумот олиш мумкин.

4.4. Калит сўзлар бўйича маълумотнома

MATLAB *m*-функциялар кўп бўлганлиги сабабли уларни калит сўзлар ёрдамида излаш қулайроқ. Бунинг учун қуйидаги командалардан фойдаланиш мумкин:

lookfor *Калит сўз*

ёки

lookfor '*Калит сўз*'

Биринчи ҳолда сарлавҳаларида берилган калит сўз учрайдиган ҳамма m-файллар изланади ва топилганларининг сарлавҳалари экранга чиқарилади. Бунда излаш жараёни узоқ давом этиши ва катта миқдордаги информация экранга чиқиши мумкин. Излаш зонасини камайтириш учун иккинчи шаклдаги lookfor командасидан фойдаланилади. Мисол учун:

» lookfor 'inverse sin'

ASIN Inverse sine.

ASIN Symbolic inverse sine.

Бу ҳолда 'inverse sin' сўзи, яъни арксинус ахтарилди. Икки турдаги: одатдаги ва символ шаклдаги арксинус (ASIN) топилди.

5. ОПЕРАТОРЛАР ВА ФУНКЦИЯЛАР

5.1. Арифметик операторлар ва функциялар

Бошқа дастурлаш тилларидан фарқли равишда MATLAB тизимидаги ҳамма операторлар матрицавий операторлар бўлиб ҳисобланади. Арифметик операторлар ва уларни қўллаш синтаксиси қуйидаги жадвалда келтирилган:

Функция	Операторнинг номи	Синтаксис
Plus	Плюс +	M1+M2
Uplus	Унар плюс +	+M
Minus	Минус	M1-M2
Uminus	Унар минус	-M
Mtimes	Матрицавий кўпайтириш *	M1*M2
Times	Массивларни элементлараро кўпайтириш .*	A1*A2
Mpower	Матрицани даражага кўтариш ^	M1^x
Power	Массивни элементлараро даражага кўтариш	A1^x
Mldivide	Матрицаларни тескари (ўнгдан чапга) бўлиш \	M1\M2
Mrdivide	Матрицаларни чапдан ўнгга бўлиш /	M1/M2
Ldivide	Массивларни ўнгдан чапга элементлараро бўлиш .\	A1.\A2
Rdivide	Массивларни чапдан ўнгга элементлараро бўлиш ./	A1./A2
Kron	Кронекерни тензор кўпайтириш kron	kron(X,Y)

Ҳар бир операторга мос функция мавжудлигига эътибор беринг. Масалан матрицавий кўпайтириш * операторига mtimes(M1,M2) мос келади. Қуйидаги мисолларни кўрайлик:

» A=[1 2 3];

» B=[4 5 6];

» B-A

ans=

3 3 3

» minus (B. A)

ans =

3 3 3

» A.^2

ans =

1 4 9

» power(A,2)

ans =

1 4 9

» DAB

ans=

4.0000 2.5000 2.0000

» Idivide(A.B)

ans=

4.0000 2.5000 2.0000

» rdivide(A.B)

ans=

0.2500 0.4000 0.5000

Функцияларнинг операторлар ва командаларга мослиги MATLAB-нинг характерли белгиларидан биридир. Бундай мослик бир вақтнинг ўзида ҳам операторли дастурлаш ҳам функционал дастурлашдан фойдаланиш имкониятини беради.

5.2. Нисбатлар операторлари ва уларнинг функциялари

Нисбатлар операторлари иккита катталиқ — векторлар ёки матрицаларни ўзаро таққослаш учун хизмат қилади. Ҳар бир нисбат оператори иккита операндга эга бўлади, масалан x ва y, ва қуйидаги жадвалда кўрсатилгандек ёзилади.

Функция	Номи	Оператор	Мисол
Eq	Тенг	$=$	$x = y$
Ne	Тенг эмас	\sim	$x \sim y$
Lt	Кичик	$<$	$x < y$
Gt	Катта	$>$	$x > y$
Le	Кичик ёки тенг	\leq	$x \leq y$
Ge	Ката ёки тенг	\geq	$x \geq y$

Ушбу операторлар бир хил ўлчамдаги вектор ёки матрицаларни элементлараро таққослайди ва агар улар бир хил бўлса 1 (True)ни, акс ҳолда 0 (False)ни қайтаради.

» eq(2,2)

ans =

1

» 2==2

ans =

1

» ne(1,2)

ans =

1

» 2 ~- 2

ans =

0

» 5 > 3

ans =

1

» le(5,3)

ans =

0

Ушбу $<$, \leq , $>$ ва \geq операторлар операндлар комплекс бўлганда уларнинг фақат ҳақиқий қисмларини таққослайди — мавҳум қисмлари эса ташлаб юборилади, $=$ ва \sim операторлар эса операторларнинг ҳам ҳақиқий ҳам мавҳум қисмларини таққослайди:

» $(2+3i) > -(2+i)$

ans =

1

» $(2+3i) > (2+i)$

ans =

0

```
» abs(2+3i)>abs(2+i)
```

```
ans =
```

```
1
```

```
>> (2+3i)==(2+i)
```

```
ans =
```

```
0
```

```
» (2+3i)-(2+i)
```

```
ans =
```

```
1
```

Агар операндлардан бири скаляр бўлса, у иккинчи массив операнднинг ҳамма элементлари билан таққосланади:

```
M=
```

```
-1 0
```

```
1 2
```

```
» M>=0
```

```
ans =
```

```
0 1
```

```
1 1
```

Умумий ҳолда нисбат операторлари бир хил ўлчамдаги иккита массивни таққослайди ва натижани массив кўринишида беради:

```
» M>[0 1;.1 0]
```

```
ans =
```

```
0 0
```

```
0 1
```

Нисбат операторларини символли ифодалар учун ҳам қўллаш мумкин:

```
» 'b'>'a'
```

```
ans =
```

```
1
```

```
» 'abc'== 'abc'
```

```
ans =
```

```
1 1 1
```

```
» 'cba'<'abc'
```

```
ans =
```

```
0 0 1
```

Бу ҳолда, ифода таркибига кирувчи символлар ASCII-кодлари билан ифодаланади. Сатрлар ASCII-кодлардан иборат бўлган векторлар сифатида қабул қилинади.

5.3. Мантиқий операторлар

Мантиқий операторлар бир хил ўлчамдаги массивлар устида мантиқий амалларни бажариш учун хизмат қилади.

Функция	Номи
And	Мантиқий ВА (AND) &
Or	Мантиқий ЁКИ (OR)
Not	Мантиқий ЭМАС (NOT) ~
Xor	ЁКИни инкор этувчи (EXCLUSIVE OR)
Any	Тўғри, агар векторнинг ҳамма элементлари нолга тенг бўлса
All	Тўғри, агар векторнинг ҳамма элементлари нолга тенг бўлмаса

Мантиқий операторларни қўллашга мисоллар:

```
»A=[1 2 3];
```

```
»B=[1 0 0];
```

```
» and(A.B)
```

```
ans =
```

```
1 0 0
```

```
» or(A.B)
```

```
ans =
```

```
1 1 1
```

```
» A&B
```

```
ans =
```

```
1 0 0
```

```
» A|B
```

```
ans =
```

```
1 1 1
```

```
» not(A)
```

```
ans =
```

```
0 0 0
```

```
» not(B)
```

```
ans =
```

```
0 1 1
```

```
» ~B
```

```
ans =
```

```
0 1 1
```

```
» xor(A.B)
```

```
ans =
```

```
0 1 1
```

```
» any(A)
```

```

ans =
    1
» all([0 0 0])
ans =
    0
» all(B)
ans =
    0
» and('abc','012')
ans =
    1    1    1

```

Сонлар ва сатрлар мантикий операторларнинг аргументлари бўлиши мумкин. Аргументлар сон бўлганда мантикий нолга фақат нол мос келади, қолган барча сонлар мантикий бир деб қабул қилинади. Сатрлар эса ўзларининг ASCII-кодлари билан ифодаланади.

5.4. Элементар функциялар

5.4.1. Алгебраик ва арифметик функциялар

MATLAB тизимида куйидаги алгебраик ва арифметик функциялар мавжуд:

- $\text{abs}(X)$ — X векторнинг ҳар бир сонли элементининг абсолют кийматини қайтаради. Агар X нинг таркибида комплекс сонлар ҳам бўлса уларнинг модулини ҳисоблайди.

Мисоллар:

```
abs(-5) = 5
```

```
abs(3+4i) = 5
```

```
» abs([1 -2 1 3i 2+3i])
```

```
ans =
```

```
1.0000 2.0000 1.0000 3.0000 3.6056
```

- $\text{exp}(X)$ — ҳар бир X элементининг экспонентасини қайтаради. Комплекс сон $z = x + i*y$ учун $\text{exp}(z)$ функция комплекс экспонентани ҳисоблайди: $\text{exp}(z) = \text{exp}(x) * (\cos(y) + i * \sin(y))$.

Мисоллар:

```
» exp([1 2 3])
```

```
ans =
```

```
2.7183 7.3891 20.0855
```

```
» exp(2+3i)
```

```
ans =
```

```
-7.3151 + 1.0427i
```

- `factor(n)` — `n` сонининг содда кўпайтувчиларини ўз ичига олувчи вектор — сатрни қайтаради. Мисол:

```
f = factor(221)
```

```
f =
```

```
13 17
```

- `log(X)` — `X` массив элементларининг натурал логарифмини қайтаради. Комплекс ёки манфий `z` учун, бу ерда $z = x + y*i$, комплекс логарифм $\log(z) = \log(\text{abs}(z)) + i*\text{atan2}(y,x)$ кўринишида ҳисобланади. Функциянинг аниқланиш соҳаси комплекс ва манфий сонларни ҳам ўз ичига олганлиги сабабли ноқоррект ишлатилганда кутилмаган натижаларга олиб келиши мумкин.

Мисол:

```
» X=[1.2 3.34 5 2.3];
```

```
» log(X)
```

```
ans =
```

```
-0.1823 1.2060 1.6094 0.8329
```

- `log2(X)` — `X` массив элементларининг 2 асос бўйича логарифмини қайтаради;

`[F,E] = log2(X)` — ҳақиқий сонлар массиви `F` ва бутун сонлар массиви `E` ни қайтаради.

Мисол:

```
» X=[2 4.678 5;0.987 1 3];
```

```
>> log2(X)
```

```
ans =
```

```
1.0000 2.2259 2.3219
```

```
-0.0189 0 1.5850
```

```
» [F,E] = log2(X)
```

```
F =
```

```
0.5000 0.5847 0.6250
```

```
0.9870 0.5000 0.7500
```

```
E =
```

```
2 3 3
```

```
0 1 2
```

- `log10(X)` — массив элементларининг 10 асос бўйича логарифмини қайтаради. Функциянинг аниқланиш соҳаси комплекс сонларни ҳам ўз ичига олганлиги сабабли ноқоррект ишлатилганда кутилмаган натижаларга олиб келиши мумкин. Мисол:

```
» X=[1.4 2.23 5.8 3];
```

```
» log10(X)
```

```
ans =
```

```
0.1461 0.3483 0.7634 0.4771
```


- $\text{sqrt}(A)$ — X массивнинг квадрат илдизини қайтаради. X массивнинг манфий ва комплекс элементлари учун $\text{sqrt}(X)$ функция комплекс натижани ҳисоблайди.

Мисол:

```
» A=[25 21.23 55.8 3];
» sqrt(A)
ans =
5.0 4.6076 7.4699 1.7321
```

5.4.2. Яхлитлаш ва ишора функциялари

Бир қатор функциялар сонли маълумотларни яхлитлаш ва уларнинг ишораларини аниқлаш учун ишлатилади.

- $\text{fix}(A)$ — элементлари нол томондаги энг яқин бутун сонгача яхлитланган A массив элементларини қайтаради. Комплекс A учун ҳақиқий ва мавҳум қисмлар алоҳида яхлитланади. Мисоллар:

```
» A=[1/3 2/3; 4.99 5.01]
A =
0.3333 0.6667
4.9900 5.0100
» fix(A)
ans =
0 0
4 5
```

- $\text{floor}(A)$ — A массив элементларига мос келувчи энг яқин кичик ёки тенг бутун сонни қайтаради. Комплекс A учун ҳақиқий ва мавҳум қисмлар алоҳида яхлитланади. Мисоллар:

```
» A=[-1/3 2/3; 4.99 5.01]
A =
-0.3333 0.6667
4.9900 5.0100
» floor(A)
ans =
-1 0 4 5
```

- $\text{ceil}(A)$ — A массив элементларига мос келувчи энг яқин катта ёки тенг бутун сонни қайтаради. Комплекс A учун ҳақиқий ва мавҳум қисмлар алоҳида яхлитланади. Мисоллар:
- ```
» a=-1.789;
```

» `ceil(a)`

`ans =`

`-1`

» `a=-1.789+1*3.908;`

» `ceil(a)`

`ans =`

`-1.0000 + 4.0000i`

- `round(X)` — энг яқин бутун сонгача яхлитланган  $X$  массив элементларини қайтаради.

Мисол:

» `X=[5.675 21.6+4.897*1 2.654 55.8765];`

» `round(X)`

`ans =`

`6.0000 22.0000 +5.0000i 3.0000 56.0000`

- `sign(X)` — ўлчами  $X$  массивнинг ўлчами билан бир хил бўлган  $Y$  массивни қайтаради.  $Y$  массивнинг элементлари қуйидагича бўлади:

1, агар  $X$  нинг мос элементи 0 дан катта бўлса;

0, агар  $X$  нинг мос элементи 0 га тенг бўлса;

-1, агар  $X$  нинг мос элементи 0 дан кичик бўлса.

Нолга тенг бўлмаган ҳақиқий ва мавҳум  $X$  лар учун — `Sign(X)=X./abs(X)`.

Мисол:

» `X=[-5 21 2 0 -3.7];`

» `sign(X)`

`ans =`

`-1 1 1 0 -1`

### 5.4.3. `Math` — математик функциялар библиотекаси

*Математик функциялар* библиотекаси 5.1-расмда кўрсатилган. У қуйидаги блокларни ўз ичига олади:

**Sum** — аналог сумматор, киришига бериладиган ҳар қандай сондаги сигналларнинг алгебраик йигиндисини олиш имкониятини беради;

**Product** — икки ва ундан ортиқ кириш сигналларининг кўпайтириш ёки бўлиш натижаларини чиқишда шакллантирувчи блок;

**Dot Product** — киришдаги иккита скаляр катталикларни ўзаро кўпайтиришни амалга оширувчи звено. Ушбу звено киришга бериладиган узунликлари тенг бўлган иккита векторни элементлараро кўпайтириш йигиндисини ҳам ҳисоблайди;

г кучайтиргич;

– параметрлари интерактив ростланадиган аналог

— киришига вектор бериладиган кучайтиргич;

— созлаш майдонида математик функциялардан а уни моделга қўшиш имкониятини берувчи блок;

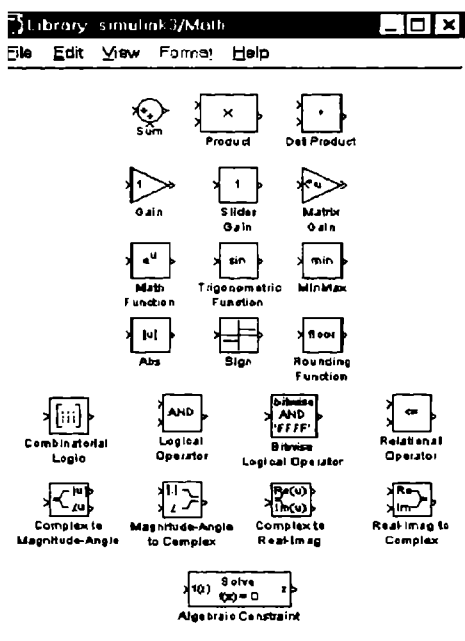
с **Function** — чиқишида кириш сигнаlining три-циясини шакллантирувчи блок. Функция созлаш нади;

эзлаш майдонидаги топшириққа асосан векторнинг зимал қийматини танлайди. Блокнинг кириш сигнали иши керак;

шида киришдаги сигналнинг абсолют қийматини блок. Функционал схемаларда тўғрилагич ролини

и сигналнинг ишорасига асосан ишловчи блок-реле. инг қиймати созлаш майдонида ўрнатилади;

**ction** — Кириш сигналини яхлитлайдиган блок. ияси созлаш майдонидаги пастга очилувчи менюдан



-расм. Математик функциялар библиотекаси

**Combinatorial Logic** — кириш сигналлари билан содда ма-  
 матрица шаклида шакллантирилган ҳақиқийлик жадвалига мос равишда ўзгар-  
 тирувчи блок. Ушбу блок ҳолати Бул алгебраси ё  
 танадиган чекли автоматнинг модели бўлиб ҳисобла-  
**Logical Operation, Relation Operator** — «ВА» ва «ЁКИ» м-  
 матрица шаклида шакллантирилган блоклари; киришларининг сони содда ма-  
 матрица;

**Universal Logical Operator** — ҳар қандай мантикий фу-  
 нкцияни ўзида ўқитиш имкониятини берувчи универсал блок;

**Complex to Magnitude Angle** — киришдаги комплекс к-  
 оэффициент ва фазасини ажратиш имкониятини берувчи блок.

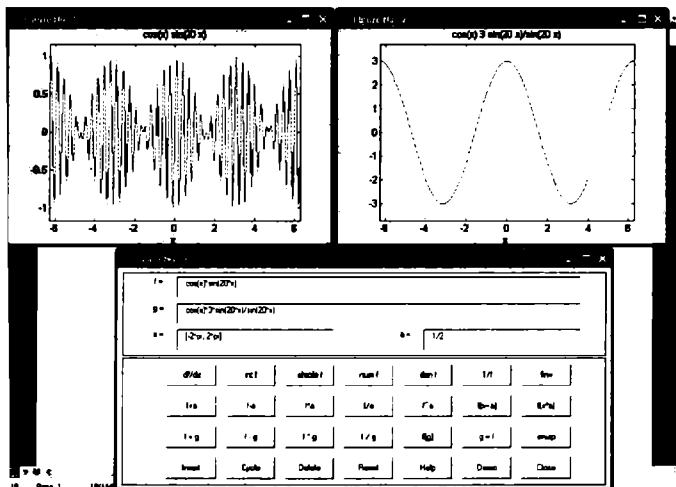
**Magnitude-Angle to Complex** — модули ва фазаси билан (ф-  
 фаза) сигналнинг комплекс чиқиш катталигига айлантирувчи блок.

**Complex to Real-Imag, Real-Imag to Complex** — комплекс  
 чиқиш катталигига айлантирувчи блок ва алгебраик шаклдан алгебраик шакл-  
 га ва алгебраик шаклдан алгебраик шаклга ва алгебраик шаклга ўзгартирувчи блок;

**Algebraic Constraint** — таркибий моделга алгебраик та-  
 лок шарт қўйиш имкониятини берувчи блок.

## 5.5. Функциялар калькуляторидан фойдаланиш

Функцияларнинг интерактив график калькулятори fuhtool  
 функциялар билан ишлаш учун мўлжалланган. У х ўзгару-  
 (f(x) ва g(x)) функциясини ҳамда уларнинг ҳар хил к-  
 оэффициентни тезлик билан қўриш имкониятини беради.



5.2-расм. Функциялар калькуляторининг ойнаси

MATLAB нинг командалар ойнасида funtool буйругини терилиб Enter клавишаси босилса экранда калькуляторнинг учта автоном ойнаси ҳосил бўлади (5.2-расм). Уларнинг иккитаси график ва учинчиси эса бошқарувчи ойнадир:

графиклар сарлавҳага эга бўлган ойналарда акс эттирилади; бошқарувчи ойна куйидагиларга эга:

- функцияларни киритиш учун иккита майдон ( $f$  ва  $g$ );
- $x$  ўзгарувчининг ўзгариш чегараларини  $[\min, \max]$  форматда киритиш майдони;
- масштабловчи  $a$  коэффициентни киритиш майдони;

— бошқариш 4-қаторда жойлашган тугмалар орқали амалга оширилади:

- биринчи қатор-  $f(x)$  функцияни символли ўзгартириш тури:  
 $df/dx$  —  $f(x)$  функциянинг дифференциали.  
 $\int f$  —  $f(x)$  функциянинг интеграли.  
 $\text{simple } f$  — агар мумкин бўлса  $f(x)$  ифодани соддалаштириш.  
 $\text{num } f$  — рационал ифоданинг суратини ажратиш.  
 $\text{den } f$  — рационал ифоданинг махражини ажратиш.  
 $1/f$  —  $f(x)$  ни  $1/f(x)$  га алмаштириш.  
 $\text{finv}$  —  $f(x)$  ни ўзининг тескари функциясига алмаштириш.

- иккинчи қатор-  $f(x)$  функцияни символли масштаблаш тури:  
 $f + a$  —  $f(x)$  ни  $f(x) + a$  га алмаштириш;  
 $f - a$  —  $f(x)$  ни  $f(x) - a$  га алмаштириш;  
 $f * a$  —  $f(x)$  ни  $f(x) * a$  га алмаштириш;  
 $f / a$  —  $f(x)$  ни  $f(x) / a$  га алмаштириш;  
 $f ^ a$  —  $f(x)$  ни  $f(x) ^ a$  га алмаштириш;  
 $f(x+a)$  —  $f(x)$  ни  $f(x + a)$  га алмаштириш. $f(x + a)$  ;  
 $f(x*a)$  —  $f(x)$  ни  $f(x * a)$  га алмаштириш. $f(x * a)$  ;

- учинчи қатор-  $f(x)$  функцияни  $f(x)$  ва  $g(x)$  функцияларнинг комбинацияси билан алмаштириш тури:  
 $f + g$  —  $f(x)$  ни  $f(x) + g(x)$  га алмаштириш;  
 $f - g$  —  $f(x)$  ни  $f(x) - g(x)$  га алмаштириш;  
 $f * g$  —  $f(x)$  ни  $f(x) * g(x)$  га алмаштириш;  
 $f / g$  —  $f(x)$  ни  $f(x) / g(x)$  га алмаштириш;  
 $f(g)$  —  $f(x)$  ни  $f(g(x))$  га алмаштириш;  
 $g = f$  —  $g(x)$  ни  $f(x)$  га алмаштириш;  
 $\text{swap}$  —  $f(x)$  ва  $g(x)$  ни ўзаро алмаштириш;

- тўртинчи қатор-бошқариш амаллари:

Insert —  $f(x)$  функцияни бириктирилган функциялар библиотекасига киритиш;

⊃ —  $f(x)$  функцияларни бириктирилган функциялар (ан циклик равишда чиқариш;

⊄ —  $f(x)$  функцияни бириктирилган функциялар би ўчириб ташлаш;

⊅ — бошланғич ҳолатга қайтиш;

— ёрдамни чақириш;

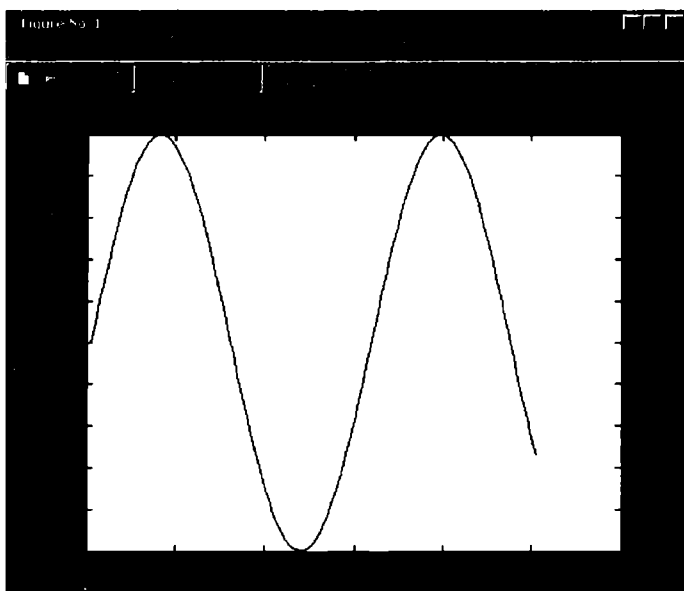
⊆ — функциялар калькуляторидан фойдаланишни на

⊇ — учала ойнани ёпиш.

## ИСОБЛАШЛАРНИ ГРАФИК ВИЗУАЛЛАШТИРИ АСОСЛАРИ

Бир ўзгарувчили функцияларнинг графигини ку

сята ҳисоблашлар режимида амалда тизимнинг гра тааллуқли барча имкониятларидан фойдаланиш м а оддий мисол, синусоиданинг графигини куришни кў знинг  $x$  аргументи 0 дан 10 гача бўлган интервалда 0. гарсин. График куриш учун аввал  $x=0:0.1:10$  векторн ин эса график куриш командаси `plot(sin(x))` дан фойд



6.1-расм. Синусоиданинг графигини куришга мисол

```
>> x=0:0.1:10;
>> plot(sin(x))
>>
```

Курилган график 6.1-расмда келтирилган.

График `plot` командаси ёрдамида курилганда функциянинг  $x$  вектор ёрдамида берилган нуқталардаги ўзаро синик чизиклар билан бирлаштирилади. Бундай нуқталар сони кўп бўлса (масалан, 100 та) график кўзга силлик бўлиб кўринади, агар кам бўлса (масалан 10 та) график худди синик чизиклардан иборатдек бўлиб кўринади.

Графикларни MATLAB график ойналар деб аталувчи алоҳида ойналарда куради. Бу ойна MATLABнинг командалар ойнасидан фарк қилади. График ойнанинг бош менюсидаги Tools (Асбоблар) пункти ёрдамида асбоблар панелини очиш ва графикларнинг параметрларини осонлик билан бошқариш мумкин.

## 6.2. Ягона ойнада бир неча функциянинг графигини куриш

Бир йўла учта функция:  $\sin(x)$ ,  $\cos(x)$  и  $\sin(x)/x$  ларнинг графикларини куришга ҳаракат қилиб кўрайлик. Бу функцияларни аргументи яққол кўрсатилмайдиган  $u(x)$  кўринишидаги ўзгарувчилар билан белгилаш мумкин:

```
» y1=sin(x); y2=cos(x); y3=sin(x)/x;
```

Бундай имконият ушбу ўзгарувчиларнинг  $x$  ўзгарувчи каби вектор бўлганлиги сабабли ўринли. Энди `plot` командасининг шаклларининг биридан фойдаланишимиз мумкин:

```
plot(a1,f1,a2,f2,a3,f3,...).
```

бу ерда  $a1, a2, a3, \dots$  — функция аргументларининг векторлари (юкоридаги ҳолда уларнинг ҳаммаси —  $x$ ),  $f1, f2, f3, \dots$  — графиклари ягона ойнада куриладиган функциялар қийматларининг векторлари. Кўрсатилган функцияларнинг графикларини куриш учун `plot` командасини қуйидагича ёзамиз:

```
» plot(x,y1,x,y2,x,y3)
```

MATLAB керакли графикларни куришини кутиш мумкин. Лекин ҳеч қандай график курилмайди. Бунинг сабаби  $\sin(x)/x$  ифодани ҳисоблашда. Агар  $x$  массив бўлса матрицавий бўлиш / операторини қўллаш мумкин эмас. Графикларни олиш учун  $\sin(x)$  нинг  $x$  га нисбатини массивларни элементлараро бўлиш оператори `./` ёрдамида ҳисоблаш керак:

```
>> x=0:0.1:10;
```

```
> y1=sin(x); y2=cos(x); y3=sin(x)./x;
```

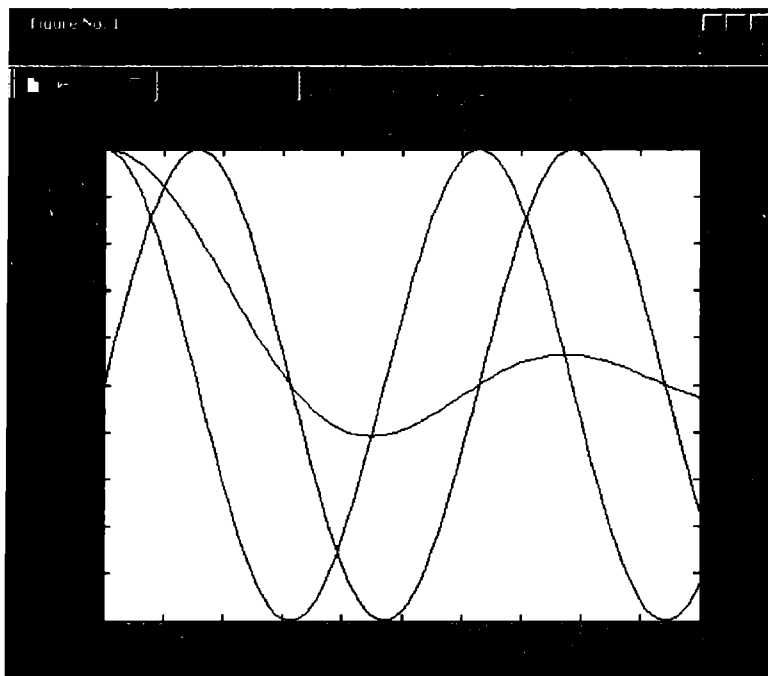
```
'arning: Divide by zero.
```

```
type «warning off MATLAB:divideByZero» to suppress this v
```

```
> plot(x,y1,x,y2,x,y3)
```

[ATLAB  $x=0$  да  $0$ га бўлиш юз берганлиги тўғрисида огоҳлантирилишига эътибор беринг. Гап шундаки, `plot`, `sin(x)/x=0/0` ноаниқлик бартараф этиш мумкинлиги ва у бирга тенглигини билмайдиган камчилик ҳамма сонли ҳисоблаш тизимлари учун халас.

Осида келинган графиклар 6.2-расмда келтирилган.



6.2-расм. Учта функциянинг графикларини куриш

### 6.3. График функция `fplot`

[ATLAB `sin(x)/x` каби бартараф қилиниши мумкин бўлган функцияларга эга функцияларнинг ҳам графикларини куриш тизимлари таларига эга. Бундай восита бўлиб `fplot` график команди қўлланилади:

```
fplot('f(x)', [xmin, xmax])
```

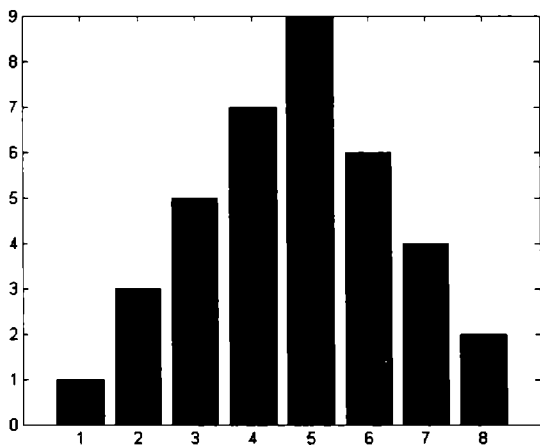


аргументнинг белгиланмаган ўзгариш кадамлари учун гача бўлган интервалда символ кўринишда берилган графикни куриш имкониятини беради.

#### 6.4. Устунли диаграммалар

Бирор  $V$  вектор таркибини тасвирловчи устунли диаграммалар деб аталувчи графиклар кўп учрайдиган ҳар бир элементи баландлиги унинг қийматига мосликда кўрсатилади. Устунлар тартиб рақамларига векторнинг максимал қийматига нисбатан маълум масштаб бўлгандай графиклар `bar(V)` командаси ёрдамида курилади.

Устунли диаграмма 6.3-расмда кўрсатилган.



6.3-расм. Устунли диаграммани куриш

#### 6.5. Уч ўлчамли графикларни куриш

Matlab'da уч ўлчамли графикларни куриш ҳам жуда осон. Бундан аввал кўришгандай, қандай графикларни куришни аниқлаш керак. Масалан, сиртнинг график ва унинг сирт

ка контур графиклар кўринишидаги проекцияларини  
идаги командалардан фойдаланиш етарли:

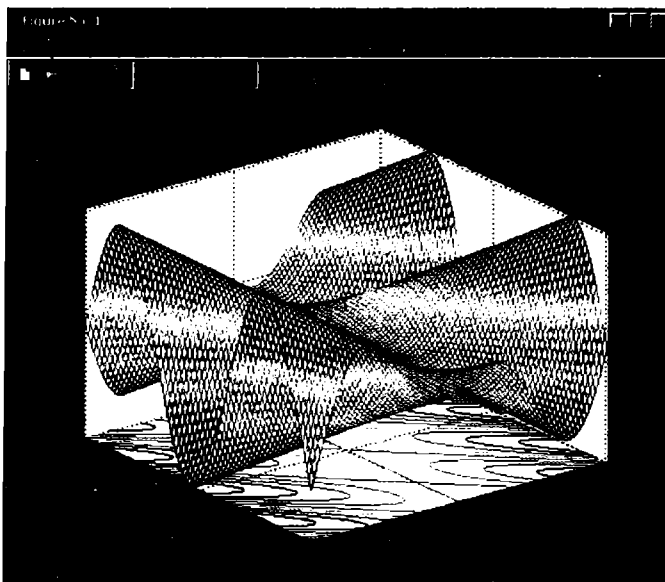
```
[Z]=meshgrid(-5:0.1:5);
```

```
Z.*sin(X+Y);
```

```
h=hc(X,Y,Z)
```

иган график 6.4-расмда кўрсатилган.

лари бундай график куриш дастурини тузиш ва уни  
неча кун зарур бўлар эди. MATLABда эса бу ишни  
рда амалга ошириш мумкин.



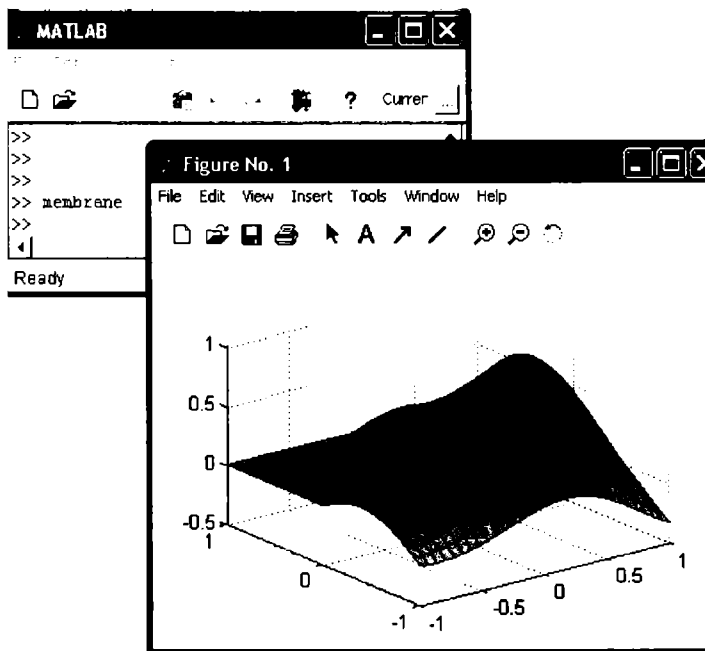
6.4-расм. Уч ўлчамли графикни куриш

## 6. Графикларни сичқонча ёрдамида айлантириш

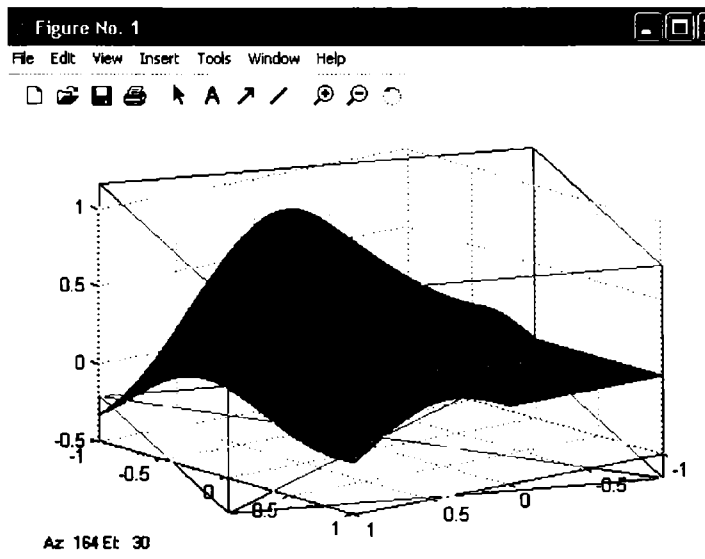
л қилинган фигураларни сичқонча ёрдамида бу  
қар хил бурчак остида кузатиш мумкин. Ушбу имк  
В тизимининг логотипи — мембранани ҳосил қилиш  
лик. Бунинг учун membrane командасини киритиб бо  
и оламиз (6.5-расм).

икни айлантириш учун асбоблар панелининг ўнг том  
ни пунктир айлана кўринишидаги тугмани активла  
Ўнгра курсор график устига олиб келинади ва сичқо  
асини босиб айлана ҳаракатлар билан графикни айли  
(6.6-расм). MATLAB 6 да эса худди шу йўл бил

и графикларни ҳам айлантриш мумкин. Бундай айлан  
ч қандай дастурлашни талаб қилмайди.



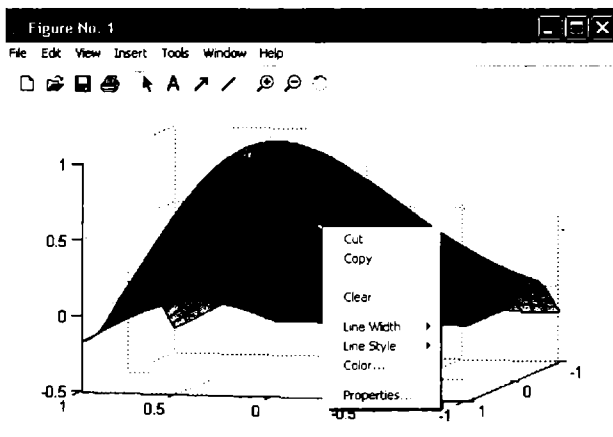
5-расм. MATLAB тизимининг логотиби — мембранани ҳосил қил



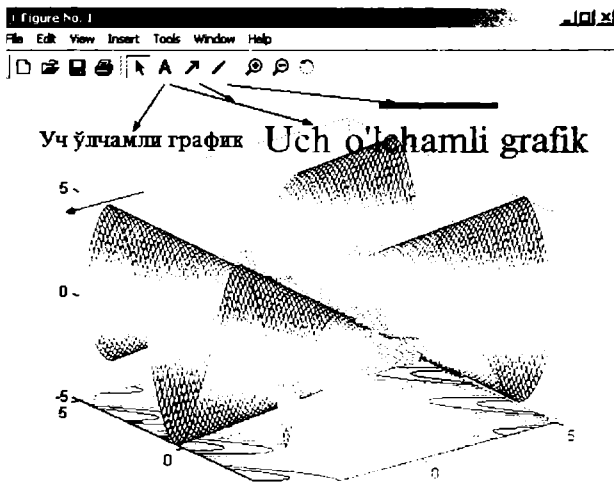
6.6-расм. Уч ўлчамли фигурани сичконча ёрдамида айлантриш

## 6.7. Графикларнинг контекст менюси

ни таҳрирлаш режимига ўтиш учун курсор-стрелка билан Edit Plot (Графикни таҳрирлаш) тугмаси имда сичкончанинг ўнг тугмасини босиб чақирилган ёрдамда графикни таҳрир қилиш мумкин. График соҳасида турганда ҳосил бўладиган контекст менюи 6.7-расмда кўрсатилган. Сичконча ёрдамда таҳрир қилиш мумкин. Чап тугма босилганда расмнинг атрафида курсорлар пайдо бўлади. Сўнгра графикка стрелкалар, чизиклар ва тугмалар (A харфли тугма) қўйиш мумкин (6.8-расм).



6.7-расм. График таҳрирлаш ҳолатида ва контекст меню



6.8-расм. Графикни таҳрирлаш

## 6.8. Икки ўлчамли графикларни таҳрирлаш асослари

MATLAB тизими томонидан қурилган бошланғич графикларни хоссалари ва кўринишини график командалар параметрлари ёрдамида кенг чегараларда ўзгартириш мумкин. Лекин бундай йўл MATLAB тизимининг дастурлаш тилини ва дескриптор графикасини яхши билишни талаб қилади.

MATLAB 6 нинг янги версиясида графикларнинг хоссаларини ўзгартириш (уларни форматлаш) учун график объектларининг кўринишини (стилини) визуал назорат қилиш принциpidан фойдаланилади. Натижада графикларни файл кўринишида дискка ёзиб олишдан аввал уларга осон ва содда йўллар билан керакли кўринишни бериш имкониятини беради. Айтиш мумкинки, бунда график воситаларни визуал йўналтирилган дастурлаш принциплари амалга оширилган.

### 6.8.1. Графикларнинг линияларини форматлаш

MATLABнинг аввалги версияларида графикларни созлаш (форматлаш) учун махсус хоссалар таҳрирлагичи — Graphics Properties Editor (График хоссаларининг таҳрирлагичи) дан фойдаланилган. Уни MATLAB командалар режими ойнасининг File менюсидан Show Graphics Properties Editor (Графика хоссаларининг таҳрирлагичини кўрсатиш) командаси ёрдамида чақириш мумкин эди.

MATLABнинг янги версиясида графикларни форматлаш жиддийроқ ва қулайроқ бўлиб қолди. Унда Show Graphics Properties йўк ва унинг ўрнини Figure Properties (фигуранинг хоссалари) ва Axis Properties (ўқларнинг хоссалари) командалари эгаллаган.

График қурилганда график ойна ҳосил бўлади. Баъзи ҳолларда у бошқа ойналарнинг орқасида қолиб кўринмаслиги ҳам мумкин. Агар график кўринмаса **Alt + Tab** клавишаларини босиш ва керакли ойнани танлаш мумкин.

Графикни форматлаш учун график ойнасидаги асбоблар панелининг Edit Plot (Графикни таҳрирлаш) тугмаси босилади ва график босилади, график белгиланади, унинг атрофида рамка ҳосил бўлади. Сичқончанинг курсорини график объектларидан бирининг устига олиб келиб чап тугмаси босилса объект белгиланади ва унинг форматлаш ойнаси пайдо бўлади. Масалан, таҳрирлаш режимда сичқонча билан графикнинг линиясини кўрсатиб сичқончанинг чап тугмаси тезлик билан икки марта босилса график линиясининг форматлаш ойнаси пайдо бўлади (6.9-рasm, юқорида).

икнинг пастки қисмида жойлашган Apply (Қўллаш) илган ўрнатмаларни диалог ойнаси ёпилмасдан туриб тини беради. ОК тугмаси ўзгартиришларни киритади сини ёпади.

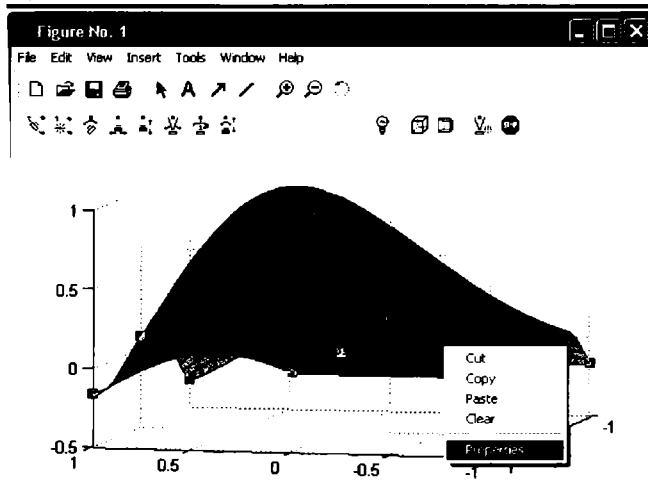
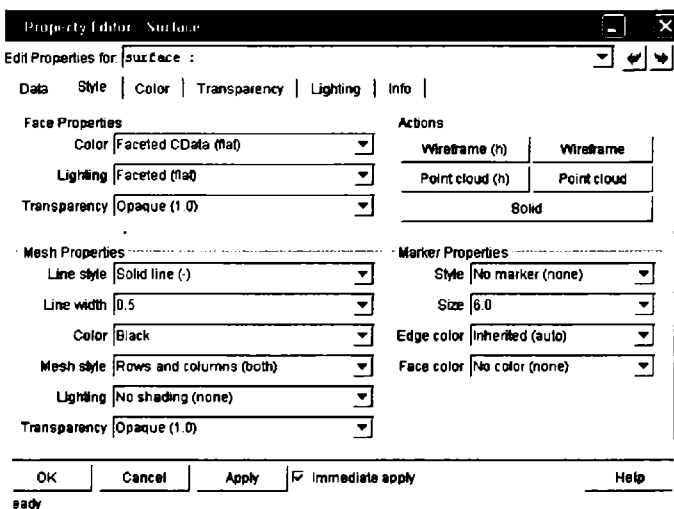
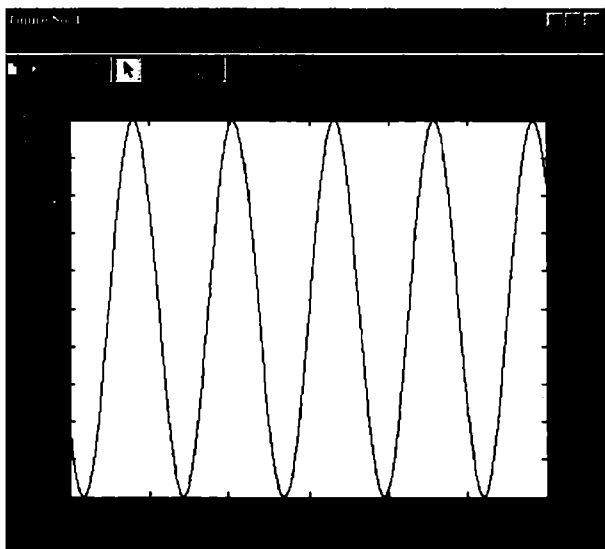


График ойнаси (пастда) ва линияни форматлаш ойнаси (к

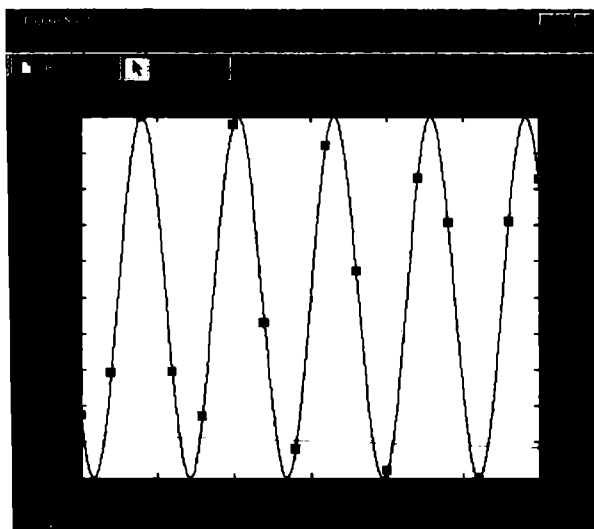
### 5.8.2. Таянч нуқталар маркерларини форматлаш

нуқталар маркерларини форматлашни х нинг дан 15 гача бўлган интервалдаги  $y=\sin(x)$  функциясида кўрайлик (6.10-расм):



6.10-расм.  $Y=\sin(x)$  функциянинг графиги

и график линиясининг устига олиб келиб сичқон  
 йоссақ графикда маркерлар ҳосил бўлади (6.11-



6.11-расм. Линиянинг маркерлари

Курсорни маркерлардан бирининг устига олиб келиб сичқончан тугмасини икки марта тезлик билан боссак Property Editor-Line ойнаси пайдо бўлади (6.12-расм).

Property Editor - Line

Edit Properties for: line:

Data Style Info

Line Properties

Line style: Solid line (-)

Line width: 0.5

Line color: Blue Custom color...

Marker Properties

Style: No marker (none)

Size: 6.0

Edge color: Inherited (auto) Custom color...

Face color: No color (none) Custom color...

Example

\_\_\_\_\_

OK Cancel Apply Help

Immediate apply

6.12-расм. Property Editor-Line диалог ойнаси

Marker Properties майдонидаги Style менюсидан (6.13-расм) ке- аркерни танлаб олишимиз мумкин. Масалан, Circle ни танла- ик 6.14-расмда кўрсатилган кўринишни олади ва маркерларн- млари, ранги, кўриниши ва бошқа параметрларини ўзгартир- шин.



Edit Properties for: line

Data Style Info

**Line Properties**

Line style: Solid line (-)

Line width: 0.5

Line color: Blue Custom color...

**Marker Properties**

Style: Circle (o)

Size: Plus sign (+)

Edge color: Asterisk (\*)

Face color: Point (.)

Example: Cross (x)

Square (s)

Diamond (d)

Triangle-down (v)

Triangle-up (^)

Triangle-right (>)

Triangle-left (<)

Five-pointed star (p)

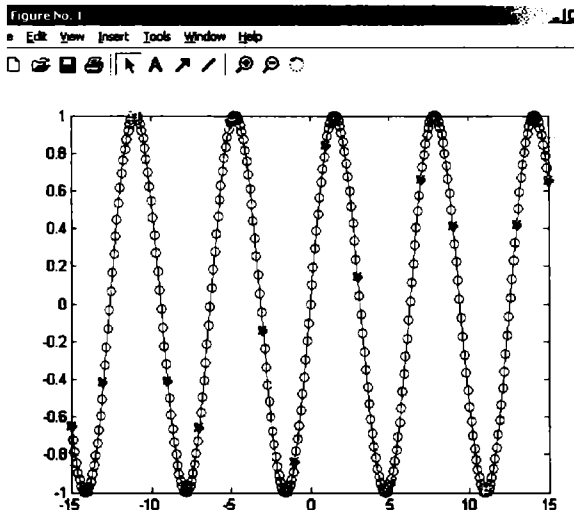
Six-pointed star (h)

No marker (none)

OK Cancel Apply Help

Immediate apply

6.13-расм. Style менюси



6.14-расм. Форматланган график

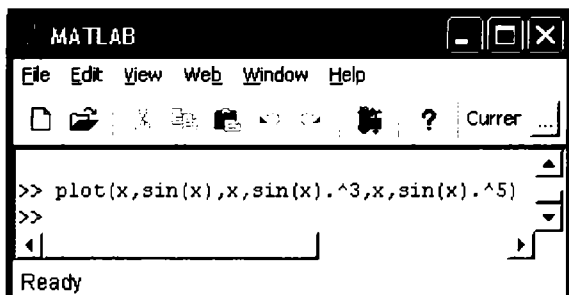
### 6.8.3. Бир неча функция графигининг линия ва маркерларини форматлаш

Бир неча функция графигидаги ҳар бир функциянинг графигин юҳида форматлаш мумкин. Қуйидаги командаларни бажарайлик:

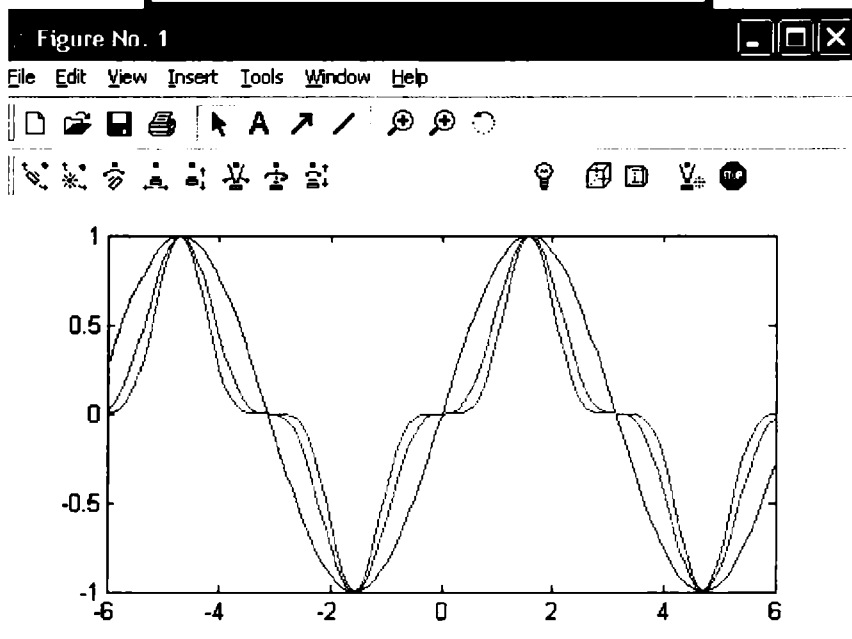
```
» x=-6:1:6;
```

```
plot(x,sin(x),x,sin(x).^3,x,sin(x).^5);
```

6.15-расмда юқоридаги командалар бажарилганда олинадига зафикни форматлашга мисол келтирилган. Синуснинг даражалар индай берилганлигига эътибор беринг. Агар  $\sin(x)^3$  ва  $\cos(x)^4$  ғринишида ёзилса жуда катта хато бўлар эди, чунки бу ерда  $x$  векор. Бу ҳолда  $\wedge$  элементларо даражага кўтаришни беради.



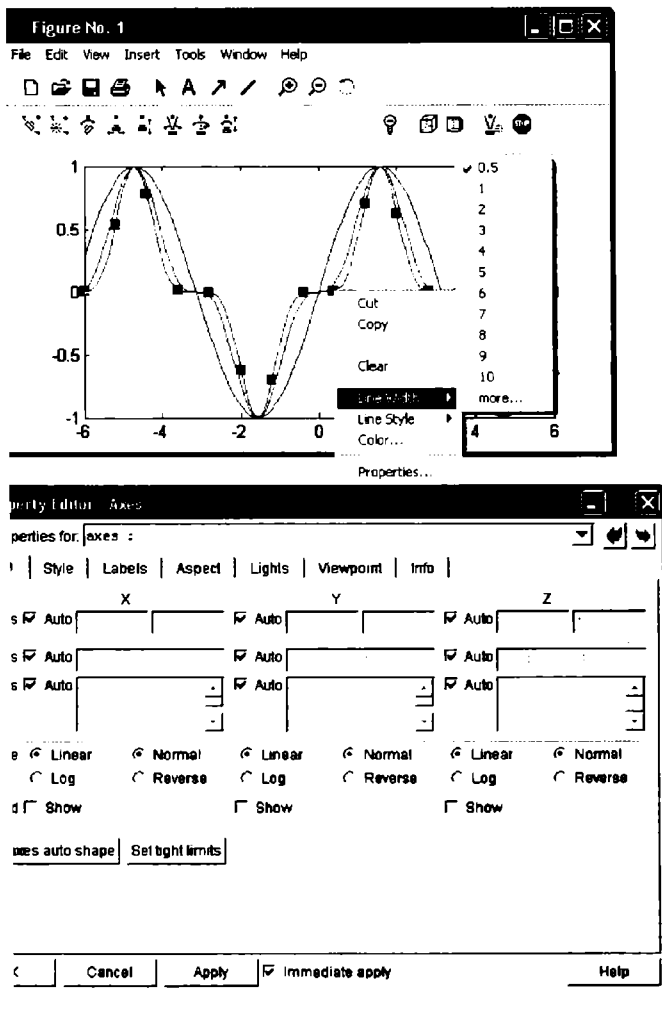
```
MATLAB
File Edit View Web Window Help
>> plot(x,sin(x),x,sin(x).^3,x,sin(x).^5)
>>
Ready
```



6.15-расм. Учта функциянинг графигини форматлаш

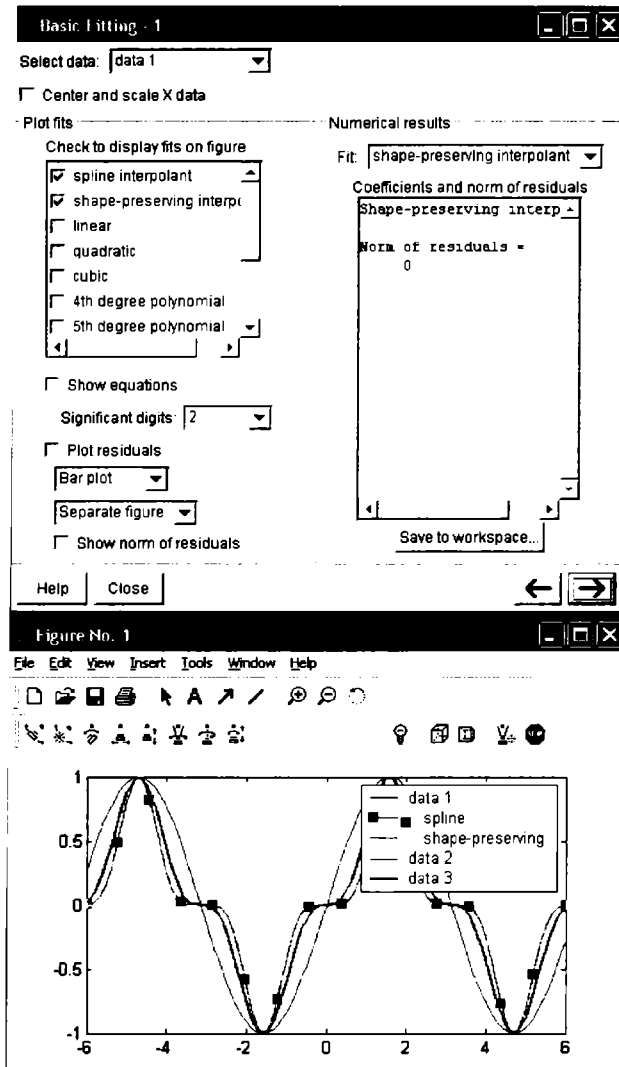
#### 6.8.4. Графикларнинг ўқларини форматлаш

ца келтирилган усуллар билан графикларнинг бошқ хам форматлаш мумкин. Масалан, сичқончанинг ку икларнинг ўқларини кўрсатиб (уларда хам кора квад цаги меткалар бор) ва сичқончанинг чап тугмасини босиб, график ўқларини созлашга мосланган дес ка объектларини форматлаш Property Editor (Хоч чи, Хоссаларнинг график тахрирлагичи) ойнасининг ини кўриш мумкин (6.16-расм).



6.16-расм. График ўқларини форматлашга мисол

итор графика хоссаларининг график тахирлаг  
имларга эга. Улардаги форматлаш воситалар  
ективликка эга. Масалан, Scale (Масштаб) бў-  
нинг чизикли ёки логарифмик масштабларини (  
нормал ёки инверс йўналишларини бериш му-  
метри ёрдамида тўр (сетка) кўрсатилади ва х.к.  
нг бир қатор форматлашлардан кейинги кўри-  
сатилган.

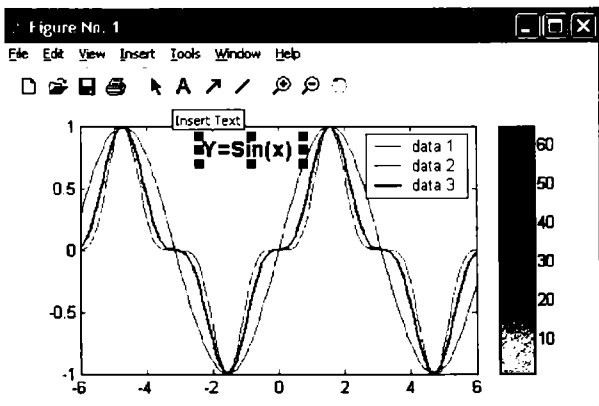


аси. Синусоида графигининг форматлашдан кейинги кўри

мпыютер керакли шрифтлар тўпламига эга бўлишидагина эмас, балки бошқа тилларда, жумлаан бажариш ва форматлаш мумкин.

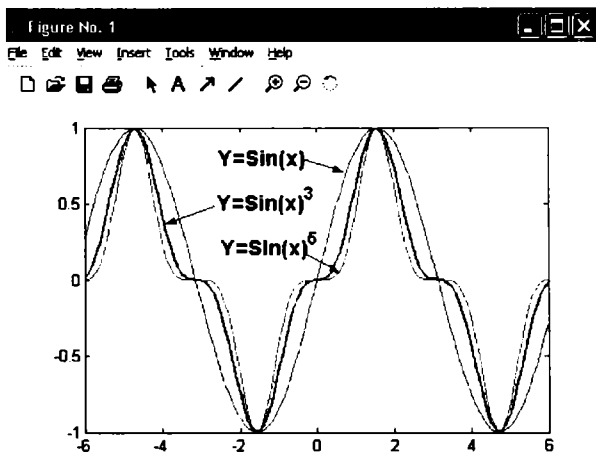
### Ўзув ва стрелкаларни тўғридан-тўғри графика

р панелидаги А ҳарfli тугма ёрдамида графикни қўйиш мумкин. Ўзувнинг ўрни сичкончанинг йўли билан белгиланади (6.18-расм).



6.18-расм. Графика ўзувларни қўйиш

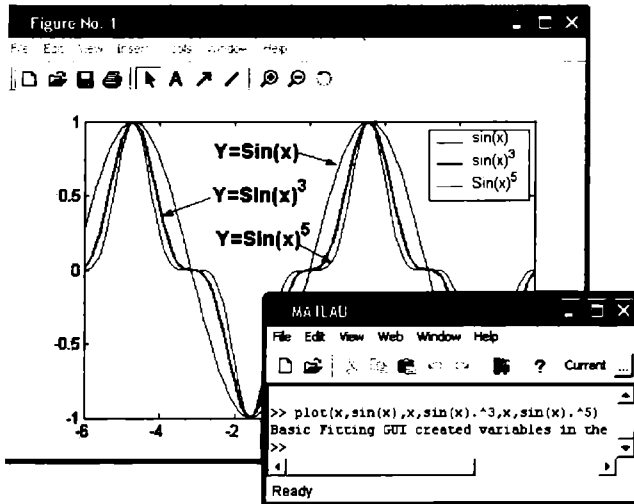
ни сичконча ёрдамида бошқа керакли жойга қўндай йўл билан ҳосил қилинган ўзувлар били.



6.19-расм. Учта функциянинг форматланган графиги

## 6. Графикнинг ўлчамларини ўзгартириш ва легенда

нинг ўлчамларини ўзгартириш Tools (Асбоблар) менюсидаги (Катталаштириш) ва Zoom Out (Кичрайтириш) командаларида амалга оширилади. Легенда — тушунтирувчи ёзувларга эга линия кесмаларидир. Легендани графикка Insert (Қўйиш) менюсидаги Legend (Легенда) командаси ёрдамида жойлаштириш мумкин (6.20-расм).

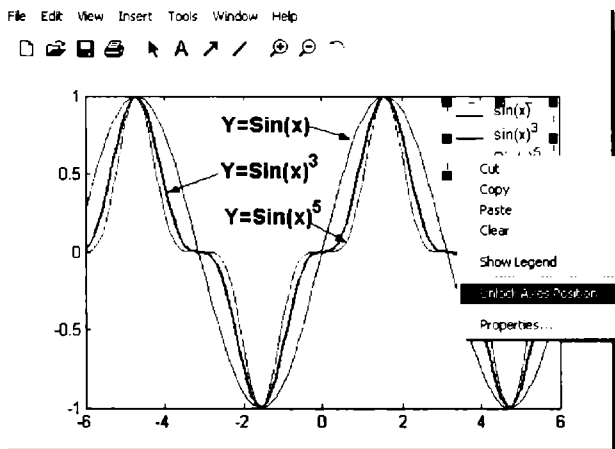


6.20-расм. Легенда қўйилган график

кни дастурий йўл билан ҳам форматлаш мумкин. Масалан, `legend'`) командаси ёрдамида координатлари (x, y) бўлган нуқталарни ҳосил қилиш мумкин. Агар биринчи апострофдан кейин `leftarrow` параметри жойлаштирилса легенда `leftarrow` стрелкадан кейин пайдо бўлади. Қуйидаги `legend('s1', 's2')` командаси ёрдамида тушунтирувчи ёзувлари 's1', 's2' ва ҳ.к. атдаги легендани ҳосил қилиш мумкин.

### 6.8.7. График ойнада графикни силжитиш

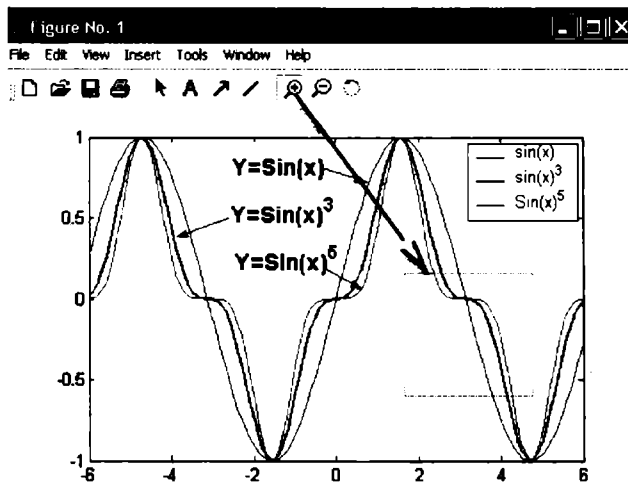
График ойнанинг ўртасида жойлашган бўлади. Графикни силжитиш учун графикни таҳрирлаш режимида, графикнинг устида бўлганда, сичқончанинг ўнг тугмаси ёрдамидаги контекст менюдан `Unlock Axes Position` командаси ишлатилиши керак. Кейин сичқонча ёрдамида графикни ўз ўқлари билан қайта силжитиш мумкин (6.21-расм).



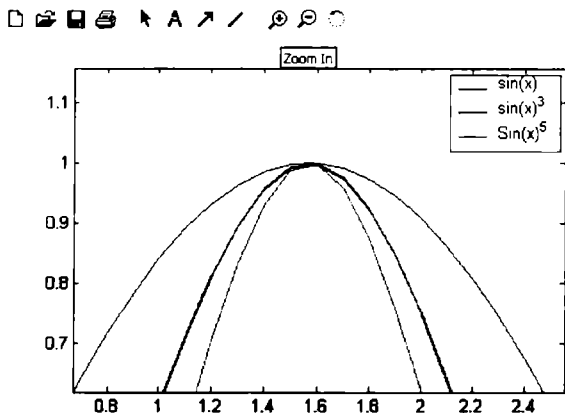
6.21-расм. Графикни силжитишга мисол

### 6.8.8. График лупани қўллаш

ар панелида лупанинг тасвири ва + ҳамда — ё тугмалар бор. Улар ёрдамида Zoom In (+) (Каттал Dnt (-) (Кичрайтириш) командалари бажарилад Zoom In командаси ёрдамида графикнинг ма нап тугмаси босилган сичқончани силжитиш й мумкин (6.22-расм).



6.22-расм. Графикнинг бир қисмини белгилаш



6.23-расм. Графикнинг бир қисмини кўриш

анган қисмининг чегаралари ингичка нуқтали линия: итбурчак шаклини олади. Сичқончанинг чап тугмаси графикнинг белгиланган қисми график ойнани тўлиқмасштаб `Zoom Out` командаси ёрдамида тиклаш ва `AB` тизимининг афзалликларидан бири унда графикнинг кўплигидир. График воситалардан командалар ёрдамида урлашда ҳам фойдаланиш мумкин.

**Графикларни тўғри чизик кесмалари ёрдамида тасвирлаш**  
 Тасвирлашнинг  $y(x)$  кўринишидаги функцияларни тасвирлашда ва компьютерда математик моделларни тасвирлашда. Бундай функцияларни тасвирлаш учун декарт координаталар системасидан фойдаланилади. Бундай тугун нуқталарининг  $x$  ва  $y$  координаталарига асосан нуқталар қурилади ва улар тўғри чизик кесмалари тасвирланади. MATLAB матрицавий тизим бўлганлиги нуқталарининг координаталари бир хил ўлчамда бўлиши кўринишида берилди.

Декарт графикларни декарт координаталар системасида тасвирлаш командаси хизмат қилади. Ушбу команда қаторида:

$(X,Y)$  —  $X$  ва  $Y$  векторлар ёрдамида берилган қосимча асосан  $y(x)$  функциянинг графигини қуради:



$t(Y)$  —  $Y$  вектор ва унинг элементлари индекслари билан  $y(i)$  графикни куради. Агар  $Y$  векторнинг тақсимоти комплекс элементлар бўлса  $\text{plot}(\text{real}(Y), \text{imag}(Y))$  қилинса,  $\text{plot}$  қилинади. Бошқа ҳамма ҳолларда маълумотларнинг тартиби инобатга олинмайди.

$t(X,Y,S)$  —  $\text{plot}(X,Y)$  га ўхшаш, фақат график линиянинг қўшимча  $S$  константа орқали бериш мумкин:

$t(X1,Y1, S1, X2, Y2, S2, X3, Y3, S3,...)$  — ушбу қаторнинг ҳар бир қисмида битта графикда кўплаб линияларни куриш маълумотлар  $(X..Y..S.)$  кўринишида берилсади, бу ерда  $X, Y$  — векторлар ёки матрицалар,  $S$  — сатрлар.

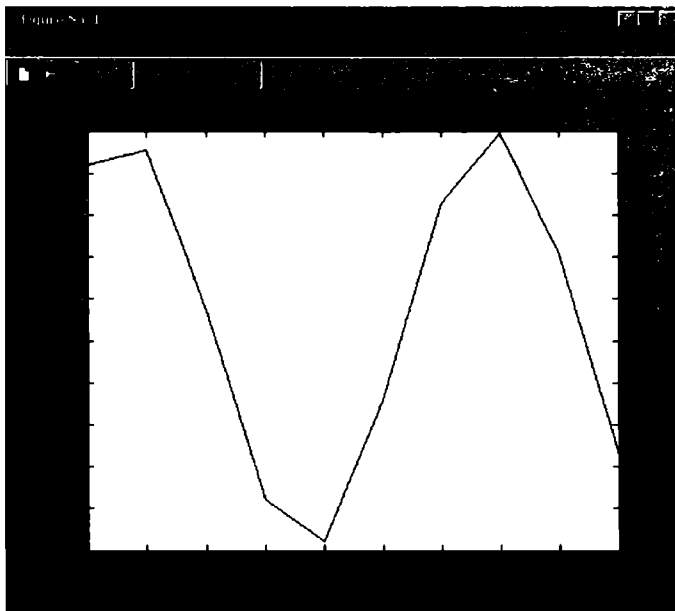
Маълумотлар  $\sin(x)$  функциянинг ҳар хил турдаги графикларини куриш учун берилган:

`2 3 4 5 6 7 8 9 10];`

`(x);`

`(y)`

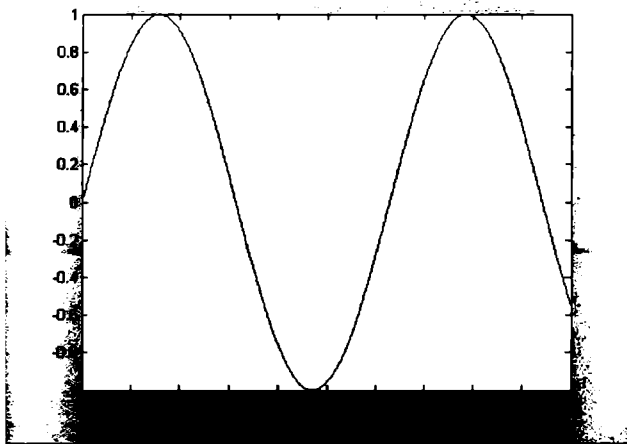
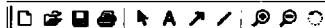
Куриш берилган график 6.24-расмда кўрсатилган. Нуқталар сонини ўзгартириш учун график тўғри чизик кесмаларидан иборат бўлиши мумкин.



6.24-расм.  $\sin(x)$  функциянинг графиги (нуқталар сони кам)

алар сонини орттирамиз:

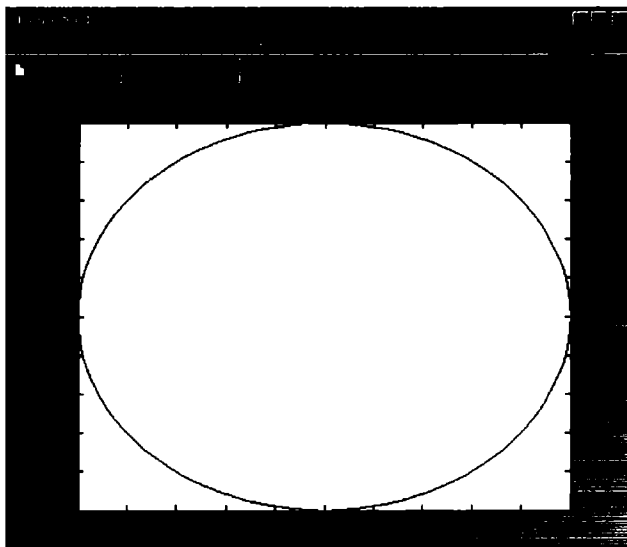
`0.01:10; y=sin(x); plot(x,y)`



6.25-расм.  $\sin(x)$  функциянинг графиги (нуқталар сони кўп)

командасидан фойдаланишга мисол:  
 $2 * \pi : 2 * \pi ;$   
 $) + i * \cos(x);$

ан график 6.26-расмда кўрсатилган



6.26-расм.  $\sin(x) + i * \cos(x)$  функциянинг графиги

Plot(X,Y,S) командасида S константанинг кийматлари куйидаги символлар бўлиши мумкин:

### Линиянинг ранги

y Сарик  
m Бинафша  
c Ҳаворанг  
r Қизил  
g Яшил  
b Кўк  
w Оқ  
k Қора

### Нуқтанинг тури

. Нуқта  
o Айлана  
x Крест  
+ Плюс  
\* Юлдузча  
s Квадрат  
d Ромб  
v Учбурчак (пастга)  
a Учбурчак (юқорига)  
< Учбурчак (чапга)  
> Учбурчак (ўнгга)  
p Тўртбурчак  
h Олтибурчак

### Линиянинг тури

- Узлуксиз  
; Иккиланган пунктир  
-. Штрих-пунктир  
-- Штрих

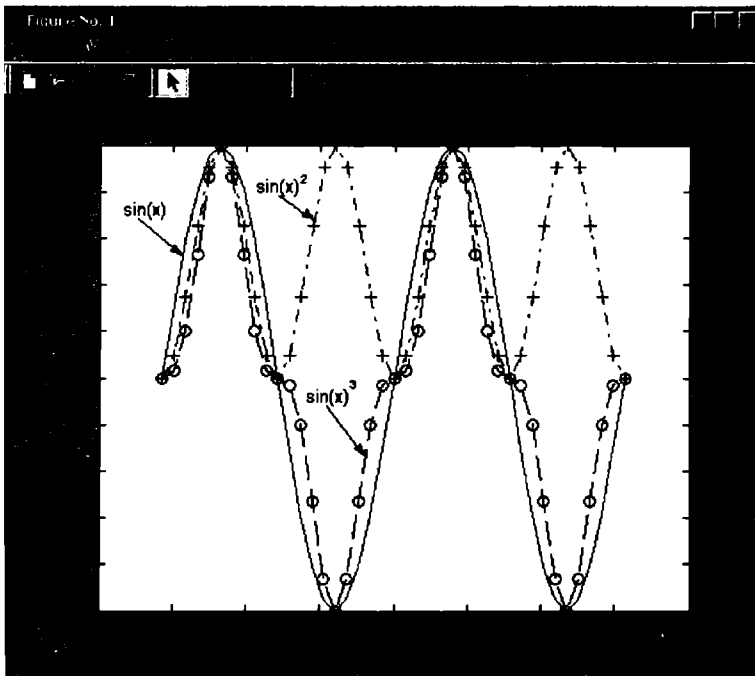
Шундай қилиб, S сатр константаси ёрдамида линиянинг рангини, тугун нуқталарининг белгиларини ва линиянинг турини ўзгартириш мумкин. Линияларнинг ва нуқталарнинг ранглари кўрсатилмаган бўлса улар ранглар жадвалидан автоматик равишда танланади (оқ ранг олинмайди). Агар линиялар сони олтитадан ортик бўлса рангларни танлаш қайтарилади.

Учта функциянинг графигини ҳар хил усуллар билан куришни кўрайлик:

$x = -2 * \pi : 0.1 * \pi : 2 * \pi$ ;  
 $y1 = \sin(x)$ ;

ot(x,y1,'-m',x,y2,'-.+r',x,y3,'--ok')

Қоридаги дастур ёрдамида қурилган  $\sin(x)$ ,  $\sin(x)^2$ ,  $\sin(x)^3$  қариинг графиклари 6.27-расмда келтирилган.



6.27-расм.  $\sin(x)$ ,  $\sin(x)^2$ ,  $\sin(x)^3$  функцияларнинг графиклари

### 6.10. Логарифмик масштабда график куриш

Йиматлари кенг чегараларда ўзгарадиган функциялар учун логарифмик масштаблардан фойдаланилади,  $\log\log x(\dots)$  — синтаксис (логарифмик масштабда график куриш).

Йида ушбу командадан фойдаланиш намуналари берилган:

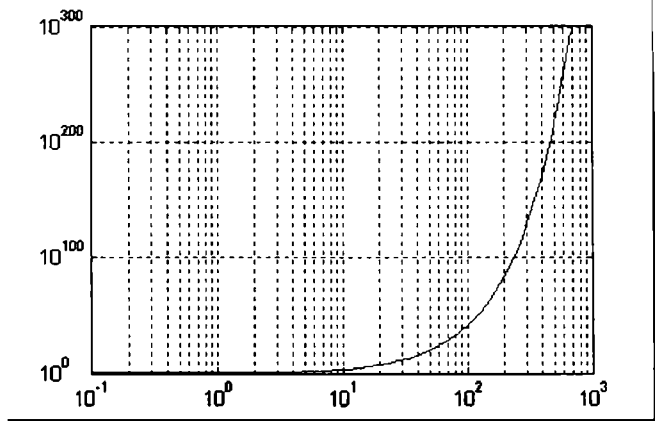
```
(=logspace(-1,3);
```

```
oglog(x,exp(x)./x)
```

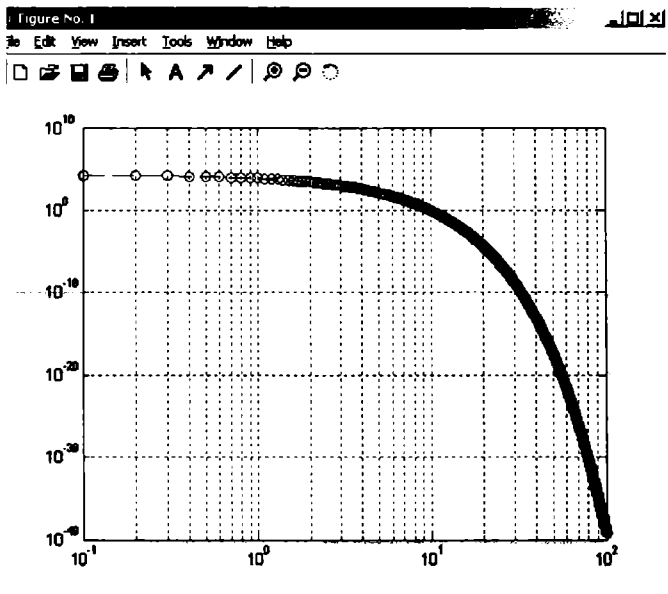
```
grid on
```

Логарифмик масштабда қурилган  $\exp(x)/x$  функциянинг графикаси 6.28-расмда келтирилган. Координаталар сеткасиди ҳосил қилиш `grid on` командасиди ишлатилган.

File Edit View Insert Tools Window Help



8-расм. Логарифмик масштабда  $\exp(x)/x$  функциянинг графиги



6.29-расм.  $20000./\exp(x)$  функциянинг графиги

иш мисолда  $20000./\exp(x)$  функциянинг графигини онстантанинг қийматлари қуйидагича олинган: ли

рих ('—'), тугун нуктанинг тури — айлана ('o'),  
аворанг ('b').

100;

x,2000./exp(x),'--ob');

## 1. Ярим логарифмик масштабда график кури

югарифмик масштабда график куриш учун куё  
ишлатилади:

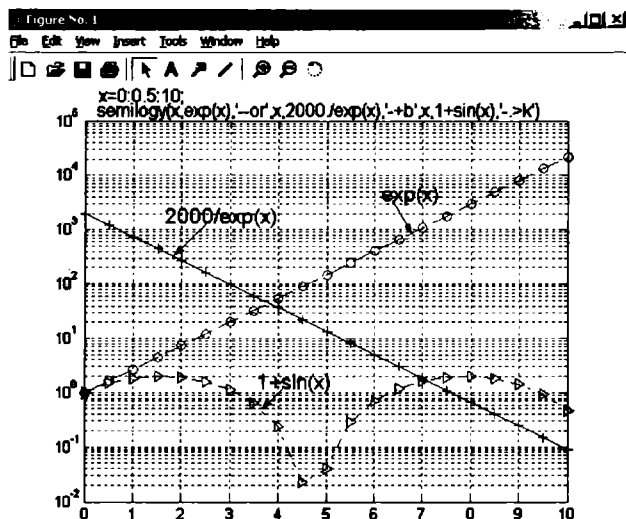
ogx(...) — функциянинг графигини X ўқи бўйича  
масштабда (асоси 10) ва Y ўқи бўйича чизикли м  
ди;

ogy(...) — функциянинг графигини Y ўқи бўйича  
масштабда ва X ўқи бўйича чизикли масштаб;  
югарифмик масштабда график куриш команд  
арини ёзиш plot(...) командасиникига ўхшаш  
...) командаси ёрдамида график куриш намуна

.5:10;

ogy(x,exp(x),'-or',x,2000./exp(x),'-+b',x,1+sin(x),'-  
n

килингган графиклар 6.30-расмда келтирилган.



.30-расм. semilogy (...) командаси ёрдамида график куриш

## 6.12. Устунли диаграммалар

и диаграммаларни куриш учун куйидаги коман

, Y) — Y вектор ёки Y матрицанинг устунли диаграмма куради. Устунларнинг ҳолати энгиларининг монотон ортиб борувчи қийматларга бўлинилади;

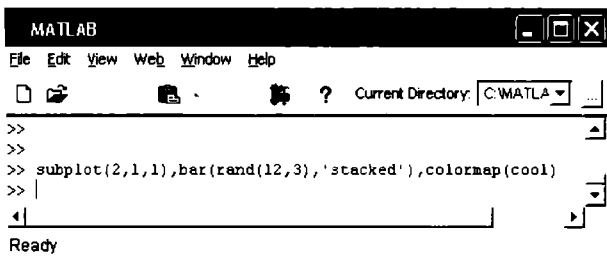
) — юқоридагига ўхшаш, фақат график куриш устунли диаграммани куришга ишлатилади;

Y,WIDTH) ёки BAR(Y,WIDTH) — юқоридагига ўхшаш, фақат устуннинг кенглиги WIDTH берилади. Сукут WIDTH = 0.8, агар WIDTH > 1 бўлса устунлар оралиқда бўлиб қолмайди.

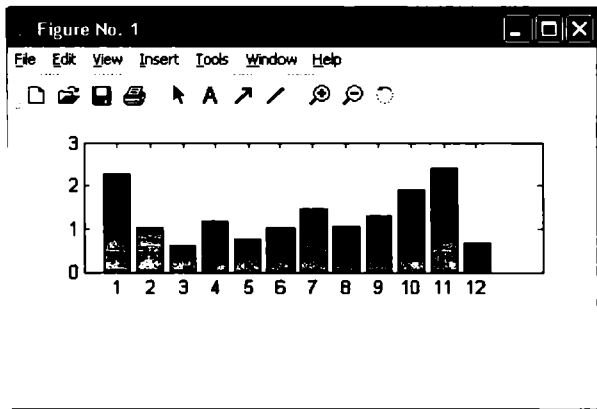
омандалар plot командасига ўхшаш бўлган bar() командасида ҳам қўлланиши мумкин.

ўлчамлари 12x3 бўлган вертикал устунли диаграммани куришга ишлатилади.

subplot(2,1,1), bar(rand(12,3),'stacked'), colormap('cool') командаси билан график 6.31-расмда кўрсатилган.



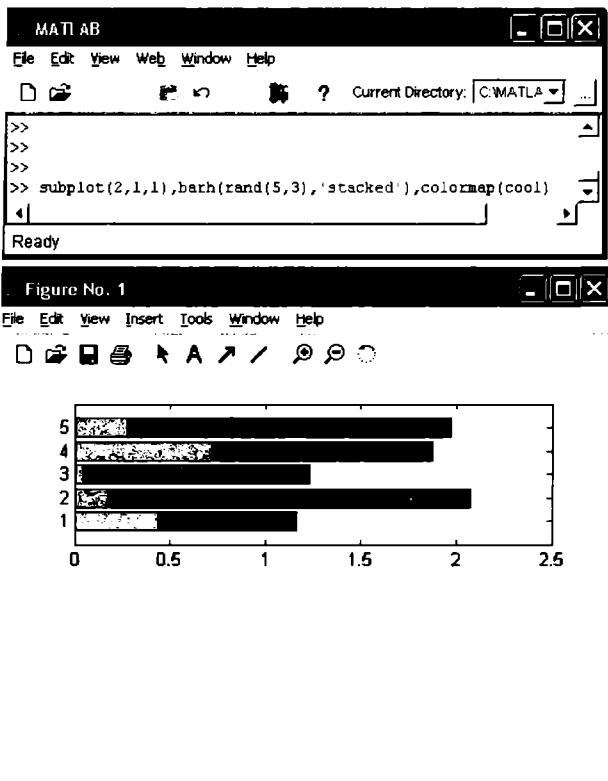
```
MATLAB
File Edit View Web Window Help
Current Directory: C:\MATLAB
>>
>> subplot(2,1,1),bar(rand(12,3),'stacked'),colormap('cool')
>>
Ready
```



1-расм. Вертикал устунли диаграммани куриш намуна

ри горизонтал жойлашган диаграммани ку  
андасига ўхшаш `barh(...)` командасидан фойд  
:

```
t(2,1,1), barh(rand(5,3),'stacked'), colormap(cool)
```



Устунлари горизонтал жойлашган диаграммани куриш

### 3. Функция дискрет қийматларининг графини

графиклар квантланган сигналларни кўрсатишда да функциянинг қийматларига мос келувчи нуқт  
н тувовчи вертикал чизиклар кўринишида бўлади  
йматларининг графини куриш учун `plot(...)` ко  
ган `stem(...)` командаси ишлатилади:

`X.Y` ;

.... 'LINESPEC';

Y;

'filled') — маркерлари бўялган график курад



а stem командасидан фойдаланишга мисол келтирилган:

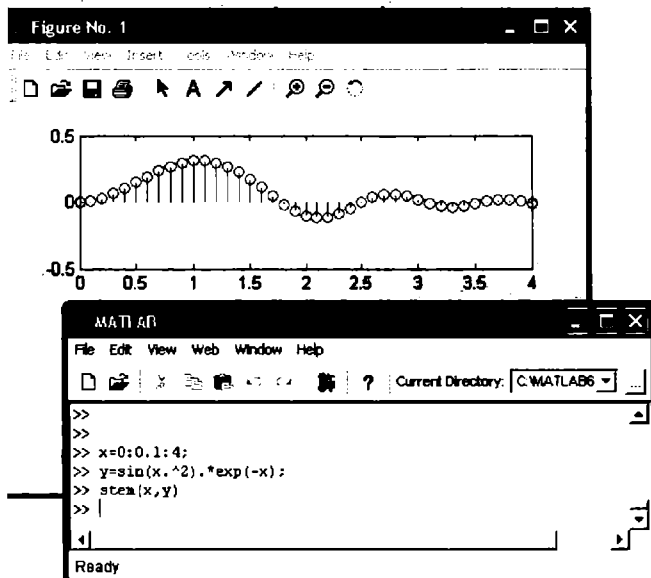
`x=0:0.1:4;`

`y=sin(x.^2).*exp(-x);`

`stem(x,y);`

ан график 6.33-расмда кўрсатилган.

EM(...) функцияси график куради ва график объектларнинг эрларини қайтаради.



6.33-расм. Функция дискрет кийматларининг графиги

## 6.14. Векторларнинг графиклари

ларни узунлиги ва бурчаги комплекс соннинг ҳақиқий ва қиёмий қисмлари билан белгиланувчи, координаталар бошидан стрелка кўринишида тасвирлаш учун compass гуруҳидаги ардан фойдаланилади:

`compass(U,V)` — радиус-векторни унинг ҳақиқий  $U$  ва қиёмий  $V$  компонентларига асосан куради;

`compass(Z)` — `compass(real(Z), imag(Z))` га эквивалент;

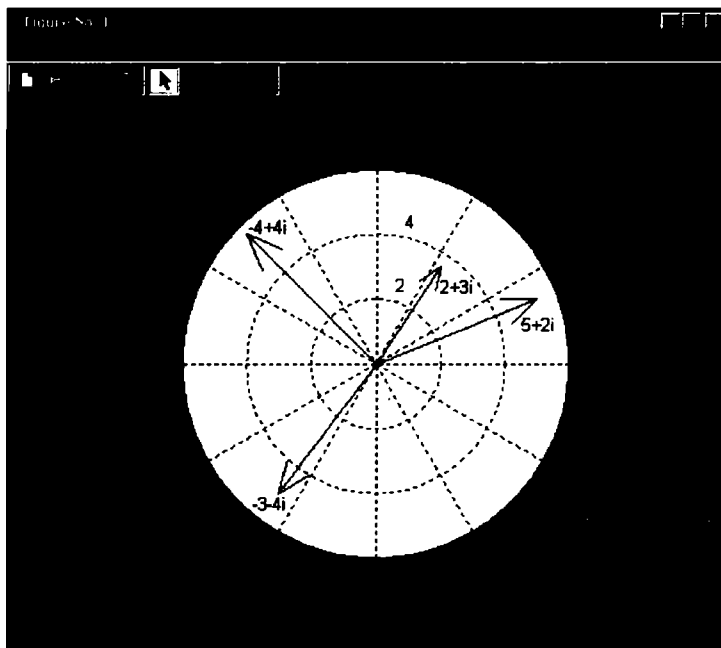
`compass(U,V,LINESPEC)` ва `Compass(Z,LINESPEC)` — юқоридаги командаларга ўхшаш, лекин `plot` командасидаги сингари опцияларни қўриш спецификацияси (`LINESPEC`) ни бериш мумкин.

бу мисолда `compass` командасидан фойдаланиш кўрсатилган:

$=[-1+2i, -2-3i, 2+3i, 5+2i];$

`compass(Z)`

бу мисолда курилган график 6.34-расмда келтирилган.



6.34-расм. Радиус — векторни куриш

`COMPASS(...)` функцияси график куради ва график объектларини қайтаради.

### 6.15. Титул ёзувини ўрнатиш

фик курилгандан кейин, MATLAB уни форматлаш ва кешга келтириш имкониятини беради. Масалан, графикка жойлаштириш учун қуйидаги командадан фойдаланил: `'string'` — икки ўлчамли ёки уч ўлчамли графикка `string` таси орқали берилган титул ёзувни ўрнатиш.

### 6.16. Графикнинг ўқларига ёзувларни жойлаштириш

фикнинг  $x$ ,  $y$  ва  $z$  ўқларига ёзувларни жойлаштиришги командалардан фойдаланилади:

`title('String')`

```
abel('String')
```

```
abel('String')
```

узувлар символ константа ёки 'String' ўзгарувчиси ёрдамида  
ди.

исол:

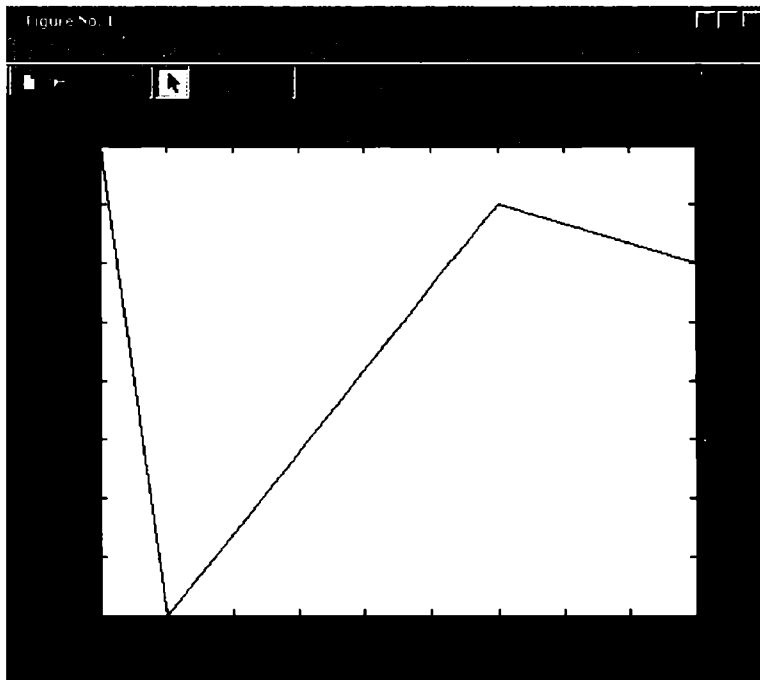
```
=[-4+4i,-3-4i,2+3i,5+2i];
```

```
ot(Z)
```

```
abel('X oqi')
```

```
abel('Y oqi')
```

урилган график 6.35-расмда кўрсатилган.



6.35-расм. Координата ўқларига ёзувларни жойлаштириш

### 6.17. Графикнинг исталган жойига матн киритиш

графикнинг исталган жойига матн киритиш учун `text` команди фойдаланилади:

`text(X,Y,'string')` — икки ўлчамли графикка 'string' константа билан берилган матнни координаталари (X,Y) бўлган нуқта бошлаб киритади. Агар X ва Y бир ўлчамли массив бўлса `[x(i) ,y(i)]` позицияларнинг барчасига жойлаштирилади;

`plot(X,Y,Z, 'string')` — уч ўлчамли графикка 'string' коаси билан берилган матнни координаталари (X,Y, Z) (уктадан бошлаб киритади.

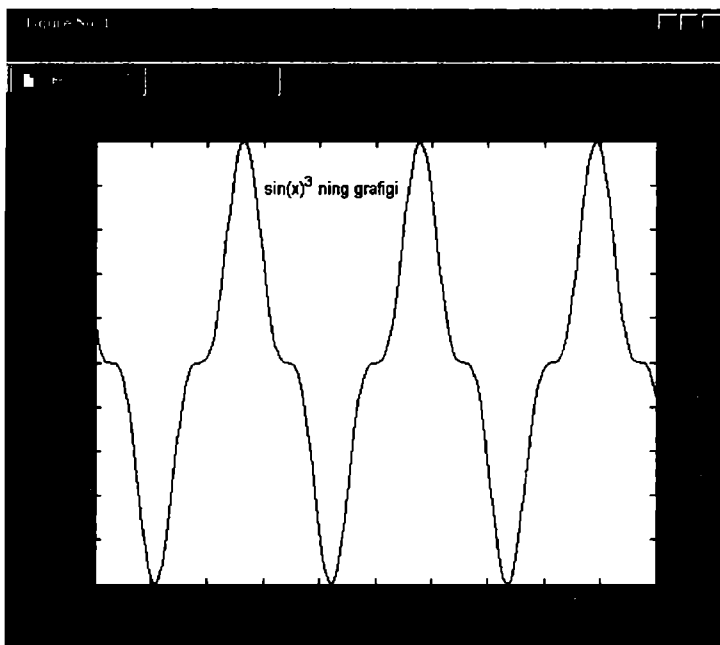
идаги мисолда «  $\sin(x)^3$  функциянинг графиги » ёзувнг (-4, 0.7) позициясига жойлаштирилган:

```
x=-10:1:10;
```

```
plot(x,sin(x).^3);
```

```
text(-4,0.8,'sin(x)^3 ning grafigi')
```

ни киритилган график 6.36-расмда кўрсатилган.



6.36-расм. Графикка матн киритиш намунаси

`text(...)` функцияси `text` классидagi объектлар дескриптор вектор-устунини қайтаради. Қуйидаги мисолда `h` дескрипторини қайтаради

```
h=text(.25, .5, 'ite^{i\omega\tau} = cos(\omega\tau) + ... tau)')
```

```
.0012
```

графикда қуйидаги математик формула TeX форматда

```
h=
```

```
= cos(wt) + ... isin(wt)
```

Матннинг қўшимча хоссаларини бериш учун координаталарнинг X,Y жуфтлиги (ёки X,Y,Z учлиги) «параметр номи/параметр киймати» жуфтлиги билан биргаликда келиши мумкин.

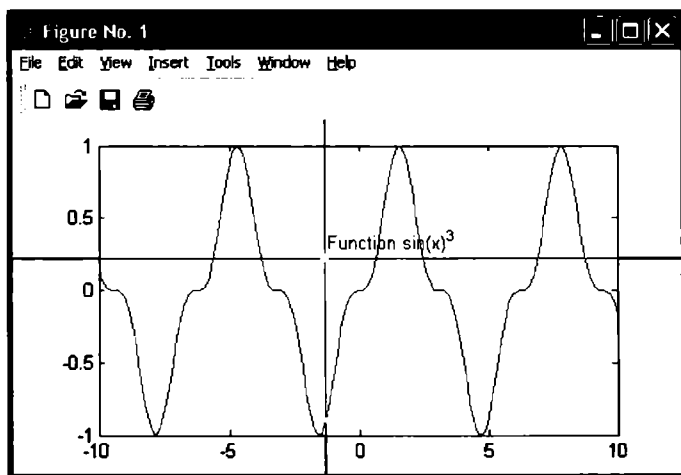
### 6.18. Матни сичқонча ёрдамида графикка жойлаштириш

Графикка матн киритишнинг қулай усулларидан бири gtext командасидан фойдаланишдир:

- gtext('string') — сичқонча билан силжитиш мумкин бўлган крест шаклидаги маркер ҳосил қилади ва уни керакли жойга олиб келиб сичқончанинг тугмаси босилса 'string' константаси кўринишида берилган матн ҳосил бўлади;
- gtext(C) — сатр ўзгарувчиларининг C массивидаги кўп сатрли ёзувни графикка қўйиш имкониятини беради.

gtext командасини қўллаш намунаси (6.37-расм):

- ```
» x=-15:0.1:15;  
» plot(x, sin(x).^3)  
» gtext('Function sin(x).^3')
```



6.37-расм. Матни графикка сичқонча ёрдамида қўйиш

6.19. Графикка легенда (тушунтиришлар) киритиш

Легенда графикнинг чизикларига мос келувчи тўғри чизик кесмаси ва тушунтириш ёзувидан иборат бўлади. Легендани киритиш учун legend командасининг ҳар хил вариантларидан фойдаланиш мумкин:

- legend(string1,string2, strings,...) — параметрлар рўйхатида кўрсатилган сатрлар кўринишидаги легендани графикакка чиқаради;
- legend (...Pos) — легендани Pos параметри билан берилган аниқ жойга кўяди:

Pos=0 — автоматик равишда танланадиган энг яхши жой;

Pos=1 — юқори ўнг бурчак;

Pos=2 — юқори чап бурчак;

Pos=3 — пастки чап бурчак;

Pos=4 — пастки ўнг бурчак;

Pos=-1 — графикдан ўнгга.

Мисол:

» x=-2*pi:0.1*pi :2*pi;

» y1=sin(x);

» y2=sin(x).^2;

» plot(x,y1, '-m',x,y2, '-.r')

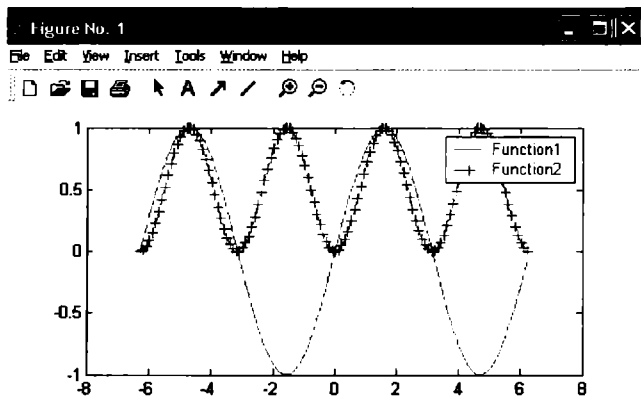
» legend('Function 1', 'Function 2');

Олинган график 6.38-расмда келтирилган.

```

MATLAB
File Edit View Web Window Help
Current Directory: C:\MATLAB6p1
To get started, select "MATLAB Help" from the Help menu.
>> x=-2*pi:0.1*pi :2*pi;
>> y1=sin(x);
>> y2=sin(x).^2;
>> plot(x,y1, '-m',x,y2, '-.r')
>> legend('Function 1', 'Function 2')
>>
Ready

```



6.38-расм. Графикакка легенда (тушунтиришлар) кириштиш

ндани графикдан ташкарида жойлаштириш учун (6.3):
:омандасига -1 параметри кўшилади:

*pi:0.1*pi:2*pi;

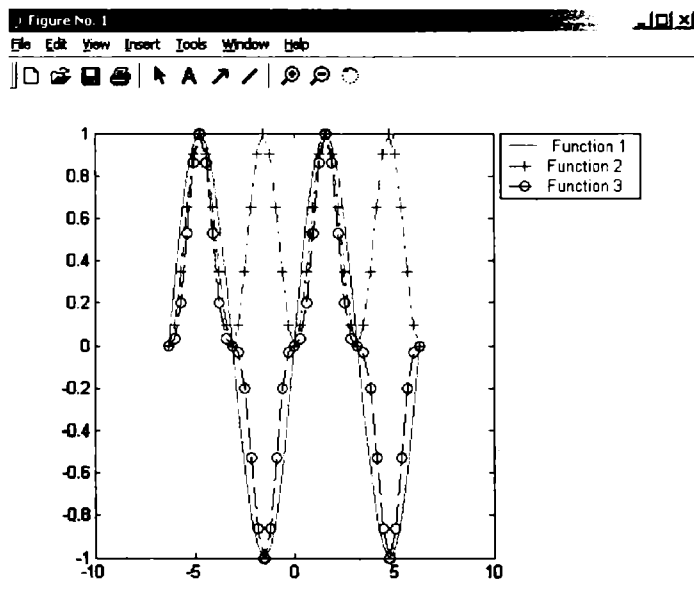
n(x);

in(x).^2;

in(x).^3;

x,y1,'-m',x,y2,'-r',x,y3,'--ok')

id('Function 1','Function 2','Function 3',-1)



6.39-расм. Легенда график майдонидан ташкарида жойлашган
учта функциянинг графиги

20. График ўқларининг хусусиятларини бошқариш

да, графиклар автоматик масштабланиш режимиде.
Куйидаги, axis классигади командалар бу холатни ўзгар
:

axis([XMIN XMAX YMIN YMAX]) — жорий икки ў
афик учун x ва y ўқлари бўйича координаталар ди
рини белгилайди;

axis([XMIN XMAX YMIN YMAX ZMIN ZMAX]) —
ўлчамли график учун x ва y ўқлари бўйича коорди
апазонларини белгилайди;

auto — ўқларнинг параметрлари сукут бўйича к manual — hold on командасидан фойдаланилганд; иклар ишлатиши учун жорий графикнинг масш метрларини сақлаб қолади;

tight — маълумотларнинг ўзгаришларига асоса лар диапазонларини ўрнатади;

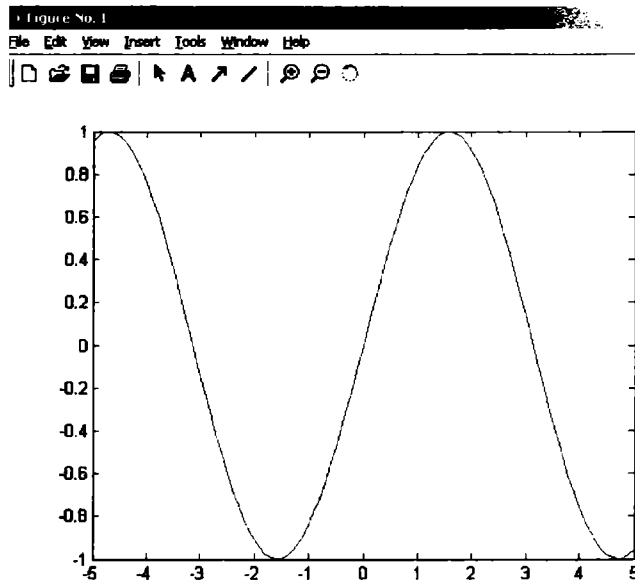
ij — графикнинг чап юқори бурчагидан бошл ицавий тўғри бурчакли координаталар системаси . Вертикал i ўқи юқоридан пастга, горизонтал j ўқи а йўналган бўлади;

xy — координаталар боши графикнинг пастки чап ойлашган Декарт координаталар системасини ўр натади; equal — x , y ва z ўқларида меткалар орасидаги ме бўлган масштабни ўрнатади;

image — тасвир пикселлари квадратга айланади ини ўрнатади;

square — ўқларнинг узунлиги ва меткалар ораси лар бир хил бўлган квадрат (уч ўлчамли график кўринишидаги жорий ўқларни ўрнатади;

normal — axis equal ва axis square ўрнатмалар б бошланғич масштабни тиклайди;



асм. axis командасини икки ўлчамли графика кўллаш наму

- axis vis3d — уч ўлчамли объектларни буриш учу пропорцияларини сақлайди;
- axis off — ўқлардан белгилашлар ва маркерларни тайди; axis on — белгилашлар ва маркерларни тайди;
- V=axis — жорий графикнинг масштаблаш коэффициентини ўз ичига олувчи вектор-сатрни қайтаради. Иа график учун вектор тўртта ва уч ўлчамли график компонентга эга бўлади.

Қуйида axis командасини икки ўлчамли графикка қўнаси келтирилган (6.40-расм):

```
>> x=-5:0.1:5;
>> plot(x,sin(x));
>> axis([-5 5 -1 1])
```

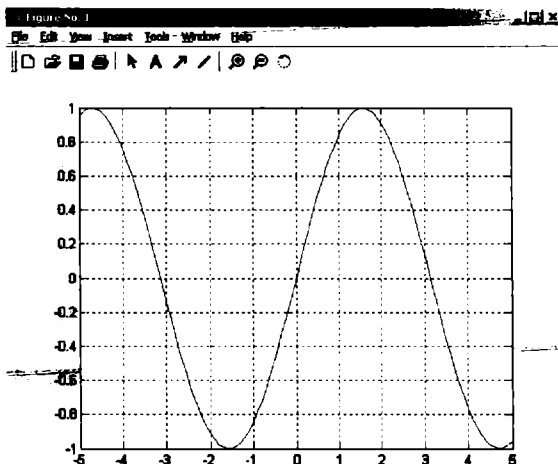
6.21. Тўр (сетка)ни улаш ва узиш

Сеткани улаш ва узиш учун grid командасидан фойдаланилади:

- grid on — жорий графика сеткани киритади;
- grid off — сеткани олиб ташлайди;
- grid — кетма-кет сеткани киритади ва олиб ташлайди.

Сетканинг мавжудлиги график нуқталарининг координатларини осонлаштиради, масалан, (6.41-расм):

```
>> x=-5:0.1:5;
>> plot(x,sin(x));
>> grid on
```



6.41-расм. Сеткани улаш ва узиш учун grid командасидан фойдаланилади.

6.22. Графикларни устма-уст қўйиш

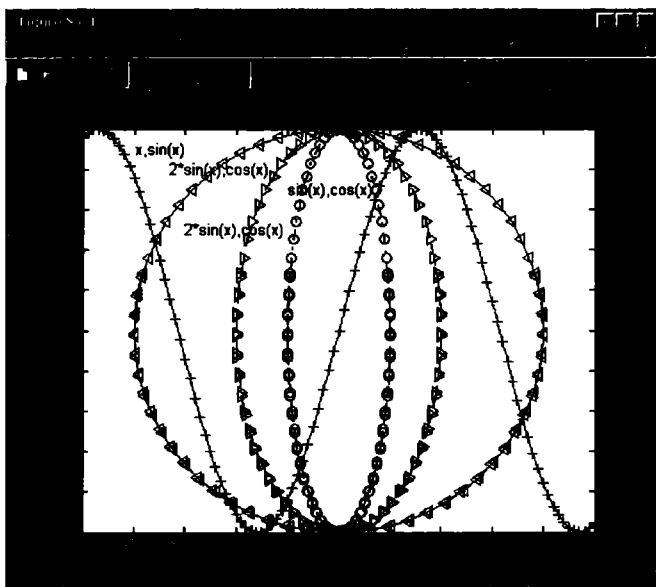
б холларда графикларни устма-уст қўйиш талаб қилганда чун график қуришларни давом эттириш командаси шаклларда қўлланилади:

`! on` — жорий ойнага графикларни чиқариш давом этиши таъминлайди. Натижада мавжуд графикларга яна қўйилади;

`! off` — жорий ойнага графикларни чиқариш давом этиши бекор қилинади;

`! —` улаб-узгич сифатида ишлайди, яъни графикларни чиқариш давом этадиган режим кетма-кет уланади. Бошқачасига айтганда `hold on` командаси объекتلарнинг NextPlot хусусияти учун `Add key ! off` командаси эса `replace` қийматини ўрнатади. Ҳақиқат мисолда синусоида графикнинг устига яна учинчи графикни устма-уст қўйилади:

```
!1:5;  
sin(x),'-+r'  
,0.9,'x,sin(x)'  
!  
0.5)
```



6.42-расм. Графикларни устма — уст қўйиш

```

plot(sin(x),cos(x),'-ok')
text(-1,0.7,'sin(x),cos(x)')
pause(.5)
plot(2*sin(x),cos(x),'-->b')
text(-3,0.5,'2*sin(x),cos(x)')
pause(.5)
plot(4*sin(x),cos(x),'<m')
text(-3.3,0.8,'2*sin(x),cos(x)')
hold off

```

Функцияларнинг қурилган графиклари 6.42-расмда келтирилган.

6.23. График ойнани қисмларга бўлиш

Битта ойнада ўз координата ўқларига эга бўлган бир нечта графикларни жойлаштириш учун `subplot` командасидан фойдаланилади:

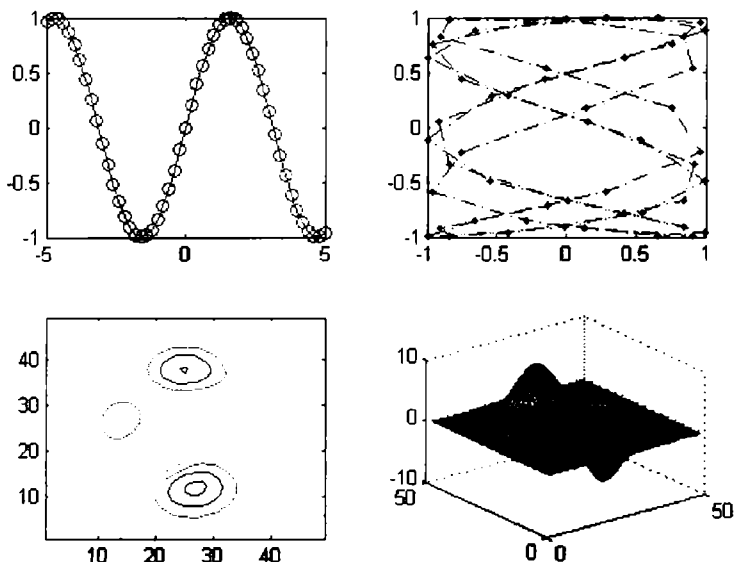
- `subplot` — `axes` классдаги янги объектлар (ост-ойналар) ҳосил қилади;
- `subplot(m,n,p)` ёки `subplot(mnp)` — график ойнани `m` \times n ост-ойналарга бўлади, бу ерда `m` — горизонтал бўйича ост-ойналар сони, `n` — вертикал бўйича ост-ойналар сони, `p` — жорий график чиқариладиган ост-ойнанинг тартиб рақами (ост-ойналар сатрлар бўйича кетма — кет ҳисобланади);
- `subplot(H)`, бу ерда `H` — `axes` объекти учун дескриптор, жорий график учун ост-ойнани кўрсатишнинг альтернатив усулини беради;
- `subplot('position',[left bottom width height])` — координаталари нормаллаштирилган (0дан 1гача оралиқда) ост-ойнани ҳосил қилади;
- `subplot(111) Hclf reset` — ҳамма ост-ойналарни йўқотади ва график ойнани одатий ҳолга қайтаради.

Қуйидаги мисолда тўртта ост-ойна ҳосил қилинган (6.43-расм):

```

x=-5:0.2:5;
subplot(2,2,1),plot(x,sin(x),'-or')
subplot(2,2,2),plot(sin(5*x),cos(2*x+0.2),'-..k')
subplot(2,2,3),contour(peaks)
subplot(2,2,4),surf(peaks)

```



6.43-расм. График ойнани қисмларга бўлиш

6.24. Графикнинг масштабини ўзгартириш

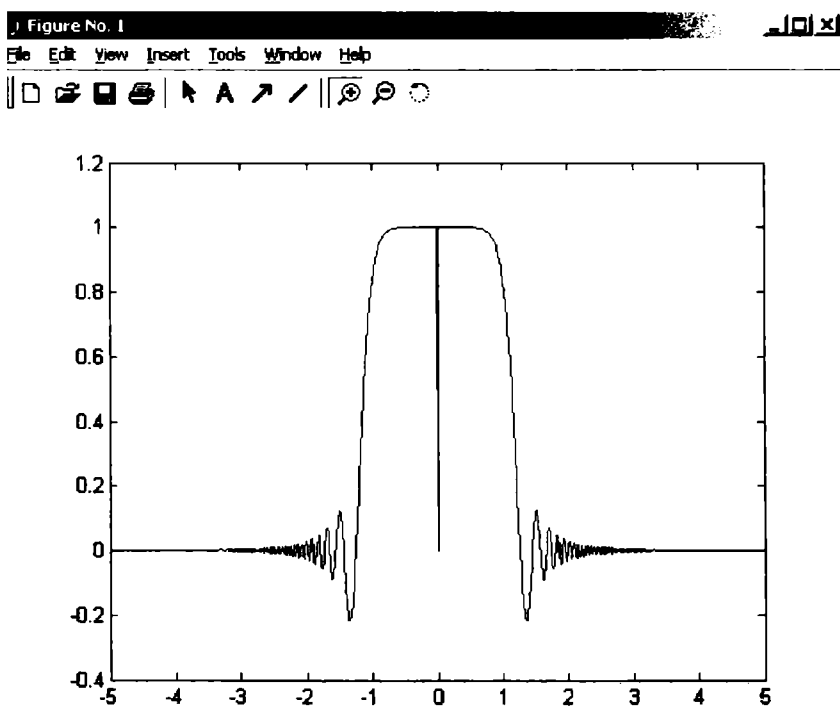
Икки ўлчамли графикларнинг масштабини ўзгартириш учун `zoom` ссидаги командалардан фойдаланилади:

- `zoom` — жорий графикнинг масштабини интерактив ўзгартириш режимини улаб-узди;
- `zoom (FACTOR)` — масштабни `FACTOR` коэффицентига асоса ўрнатади;
- `zoom on` — жорий графикнинг масштабини интерактив ўзгартириш режимини улайди;
- `zoom off` — жорий графикнинг масштабини интерактив ўзгартириш режимини узди;
- `zoom out` — графикни тўла кўриш режимини, яъни стандар масштабни ўрнатади;
- `zoom хon ёки zoom уon` — фақат `х` ўқи бўйича ёки фақат `у` ўқи бўйича масштабни ўзгартириш режимини улайди;

- zoom reset — берилган график учун сукут ҳолатидаги масшта сифатида жорий масштабни эслаб қолади.

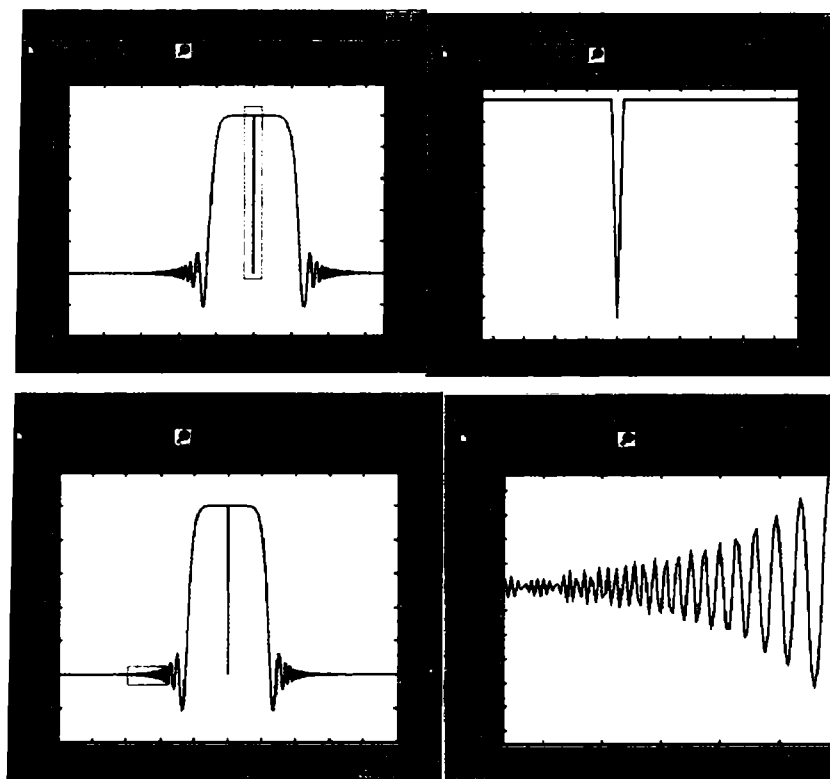
Zoom командаси графикни масштаблашни сичконча ёрдамид шкариш имкониятини беради. Бунинг учун, сичкончанинг курсор афикнинг масштаби ўзгартирилиши керак бўлган жойига келти лади. Агар zoom командаси уланган бўлса (on) сичкончанинг ча гмаси босилса масштаб икки марта ортади, ўнг тугмаси босилс ки марта камаяди. Қуйидаги мисол орқали zoom командасинин лашини кўрайлик (6.44-расм):

```
x=-5:0.01:5;
plot(x,sin(x.^5)./(x.^5+eps))
zoom on
```



6.44-расм. Графикнинг масштабини ўзгартириш

Сичкончанинг чап тугмаси босилган ҳолда графикнинг керак лисмини пунктир тўртбурчак билан ажратиш мумкин — тугма қўйи борилганда графикнинг ажратилган қисми график ойнани тўли аллайди (6.45-расм).



6.45-расм. Графикнинг масштабини ўзгартириш

Шундай қилиб, zoom командаси, мураккаб графикларнинг ай фрагментларини катталаштирилган масштабда кузатиш учун ўқос 'лупа' функциясини бажаради.

7. СОНЛИ УСУЛЛАР

7.1. Чизикли тенгламалар системасини ечишнинг элементар воситалари

Чизикли тенгламалар системаси (ЧТС)ни матрицавий усулларга энг кўп қўлланиладиган соҳасидир.

Одатда ЧТС қуйидаги кўринишга эга:

$$a_{11}X_1, a_{12}X_2, \dots, a_{1n}X_n = b_1$$

бу ерда $a_{11}, a_{12}, \dots, a_{nn}$ — ҳақиқий ёки комплекс қийматларга бўлган A матрицани ташкил этувчи коэффицентлар, x_1, x_2, \dots, x_n - векторни ташкил этувчи номаълумлар ва b_1, b_2, \dots, b_n — B векто

ҳосил килувчи эркин ташкил этувчилар. Ушбу тенгламани матрицавий кўринишда қуйидагича ёзиш мумкин: $AX=B$, бу ерда A — тенглама коэффициентларининг матрицаси, X — номаълумлари аниқланаётган вектор ва B — эркин ташкил этувчиларнинг вектори. A матрицанинг кўриниши ва характерли белгиларига боғлиқ ҳолда ЧТСни MATLAB турли усуллар билан ечиш имкониятини беради.

ЧТСни ечишнинг ҳар хил алгоритмларини амалга ошириш ва улар билан боғлиқ бўлган матрицавий амалларни бажариш учун қуйидаги операторлар қўлланилади:

* — матрицавий кўпайтириш;

$C = A * B$ — A ва B матрицаларнинг чизикли алгебраик кўпайтмаси:

$$C(i, j) = \sum_{k=1} A(i, k) \cdot B(k, j)$$

Скаляр бўлмаган A ва B лар учун A матрица устунларининг сони B матрица сатрларига тенг бўлиши керак. Скалярни эса ҳар қандай ўлчамдаги матрицага кўпайтириш мумкин.

/ — ўнг бўлиш. $X=B/A$ ифода ёрдамида бир қатор чизикли тенгламалар системаларининг ечимларини олиш мумкин, бу ерда A — $m \times n$ ўлчамли матрица ва B — $n \times k$ ўлчамли матрица;

\ — чап бўлиш. $X=B \setminus A$ ифода ёрдамида ҳам бир қатор чизикли тенгламалар системаларининг ечимларини олиш мумкин, бу ерда A — $m \times n$ ўлчамли матрица ва B — $m \times k$ ўлчамли матрица. Агар A квадрат матрица бўлса, $A \setminus B$ ва $\text{inv}(A) * B$ бир хил бўлади, қолган ҳолларда қуйидаги вариантлар бўлиши мумкин.

Агар A — $n \times n$ ўлчамли матрица, ва B — n компонентли вектор-устун бўлса $AX=B$ тенгламанинг ечими $X=A \setminus B$ бўлади (ечим Гаусснинг ўчириш усули билан топилади).

Агар A — $n \times n$ ўлчамли матрица ва B — m компонентли вектор-устун бўлса система тўлиқ аниқланмаган бўлади ва у махсус усуллар билан ечилади (масалан, боғланмаганликнинг иккинчи нормасини минималлаштириш усули).

^ — матрицани даражага кўтариш. $AX=B$ тенглама $X=B * A^{-1}$ шаклида ечилади.

' — матрицани транспонирлаш, яъни унинг сатрларини устунлари билан ёки тескарисига алмаштириш. Масалан, A' — транспонирланган A матрица.

ЧТСни матрицавий шаклда ёзишда A матрица ва B вектор тўғри ёзилганлигини текшириб кўриш керак. Намуна (m -файл шаклида):

```

>> A=[2 1 0 1;-3 2 4;-5 0 -1 -7;1 -6 2 6];
>> B=[8 9 -5 0];
>> x1=B/A
X1 =
3.0000 -4.0000 -1.0000 1.0000
>> X2=B*A^-1
X2 =
3.0000 -4.0000 -1.0000 1.0000
>> X3=B*inv(A)
X3 =
3.0000 -4.0000 -1.0000 1.0000
>>

```

Ушбу дастур ёрдамида натижалар уч хил усул билан олинди:

```

X1 =
3.0000 -4.0000-1.00001.0000
X2 =
3.0000 -4.0000-1.00001.0000
X3 =
3.0000 -4.0000-1.00001.0000

```

Кутилганидек натижалар бир хил чиқди.

7.2. Бир ўзгарувчи функциясининг нолларини ҳисоблаш

MATLABнинг бир қатор функциялари математик функциялар билан ишлашга мўлжалланган. График объектларнинг дескрипторларига ўхшаш ҳолда уларда функциялар дескрипторлари классининг объектлари ҳам ишлатилиши мумкин. Улар @ символ ёрдамида берилади, масалан: » fe=@exp.

Ост функциялар дейилганда бириктирилган функциялардан ташқари m-файллар кўринишида берилган фойдаланувчиларнинг функциялари ҳам тушунилади. Дескрипторлар кўринишида берилган бундай функцияларнинг сон қийматлари feval функцияси ёрдамида ҳисобланади:

```

» feval(fe,1.0)
ans =
2.7183

```

MATLAB тизимининг олдинги версияларга мос келиши учун функцияларни символ кўринишида апострофларнинг ичида ёзиш ҳам

мумкин, уларни ҳисоблаш учун `eval` функциясидан фойдаланилади, `m`-файл яратиш зарур ҳам бўлмайди.

Кўпчилик ҳолларда $f(x) = 0$ кўринишидаги тенгламаларни ечиш зарур бўлади. Уларни ечиш учун MATLABнинг куйидаги функцияларидан фойдаланиш мумкин:

1. `fzero(@fun,x)` — символ кўринишида берилган `fun` функцияси нолга эришадиган `x` нинг аниқлаштирилган қийматини қайтаради;
2. `fzero(@fun,[x1 x2])` — $x=[x1\ x2]$ вектор билан берилган интервалда $fun(x)=0$ бўладиган `x` нинг қийматини қайтаради;
3. `fzero(@fun,x.tol)` — натижани берилган `tol` хатоликда қайтаради;
4. `fzero(@fun,x.tol .trace)` — ҳар бир итерация тўғрисида информация беради.

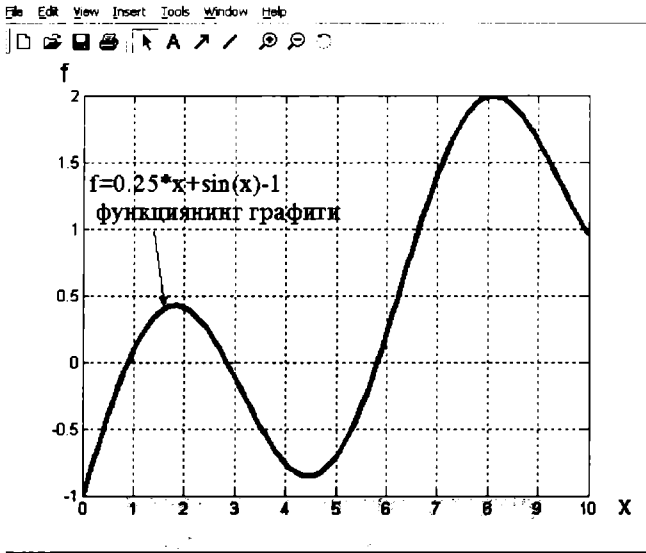
`fzero` функциянинг берилиш шаклига боғлиқ ҳолда функциянинг нолини излаш учун куйидаги сонли усуллар амалга оширилади: кесмани тенг иккига бўлиш, тескари квадрат интерполяция ва ҳ.к. Куйида $\cos(x)=0$ тенгламани ечишга мисоллар келтирилган:

```
>> x=fzero(@cos,[1 3])
x =
1.5708
>>
>> x=fzero(@cos,3)*180/pi
x =
90
>>
>> x=fzero(@cos,[1 3])
x =
1.5708
```

Мураккаброқ ҳолларда аввал `f(x)` функциянинг графигини куриб ундан илдизлар ётган интервалларни аниқлаб олиш ва сўнгра илдизларнинг аниқ қийматларини топиш мақсадга мувофиқ. Буни куйидаги `fun1.m` номли `m`-файл мисолида кўрайлик:

Илдизлари аниқланаётган функция

```
function f=fun1(x)
f=0.25*x+sin(x)-1;
» x=0:0.1:10;
» plot(x,fun1(x));grid on;
```



расм. Тенглама илдизлари жойлашган интервалларни аниқла

мдан илдизлар $[0.5 \ 1]$, $[2 \ 3]$ и $[5 \ 6]$ интервалларда
 1 топамиз. Уларни fzero функцияси ёрдамида аниқла
 zero(@funl,[0.5 1])

zero(@funl,[2 3])

zero(@funl,[5 6])

zero(@funl,5,0.001)

тардан бири x_3 икки хил йўл билан топилганлигига
 ккинчисида хатоликнинг қиймати $tol = 0.001$ бери.
 манинг ҳамма илдизларини tzero функцияси бир й
 Худди шу масalani Optimization Toolbox пакетид
 а ёрдамида ечиб кўрайлик:

(@funl,0:10)

Columns 1 through 7

0.8905 0.8905 2.8500 2.8500 2.8500 5.8128 5.8128

Columns 8 through 11

5.8128 2.8500 2.8500 10.7429

Чизиқли бўлмаган тенгламаларни ечиш учун Symbolic Math Toolbox пакетигаги solve функциясидан ҳам фойдаланиш мумкин. Ушбу функция символ кўринишдаги натижани беради, агар бундай натижа бўлмаса, ечимни сонли кўринишда олиш имкониятини беради. Мисол:

```
» solve('0.25*x + sin(x) -1')
```

```
ans =
```

```
.89048708074438001001103173059554
```

7.3. Бир ўзгарувчилик функцияни минималлаштириш

Сонли усулларнинг масалаларидан бири — $f(x)$ функциянинг минимумини топиш учун куйидаги функциялардан фойдаланилади:

- `fminbnd(@fun,x1,x2)` — $x_1 < x < x_2$ интервалда `fun(x)` функциянинг локал минимуми бўлган x нинг қийматини қайтаради;
- `[x,fval] = fminbnd(...)` — кўшимча равишда минимум нуктасида функциянинг `fval` қийматини қайтаради;
- `[x,fval,exitflag] = fminbnd(...)` — кўшимча равишда `exitflag` параметрини қайтаради. Ушбу параметр 1 ни ёки максимал итерациялар сонига етилган бўлса 0 ни қайтаради.

Куйидаги мисолларда `cos` ва `sin` функциялар минимумга эришадиган нукталар аниқланган:

```
» options=optimset('tolX',1.e-10);
```

```
[x]=fminbnd(@cos,3,4,options)
```

```
x =
```

```
3.1416
```

```
>> fminbnd(@sin,0,10)
```

```
ans =
```

```
4.7124
```

```
>> b=180*fminbnd(@sin,0,10)/pi
```

```
b =
```

```
269.9996
```

```
>> b=180*fminbnd(@cos,0,10)/pi
```

```
b =
```

```
180.0000
```

```
>>
```

7.4. Бир неча ўзгарувчининг функциясини минималлаштириш

Бир неча ўзгарувчининг функцияси $f(x_1, \dots)$ ни минималлаштириш анча мураккаб масала бўлиб ҳисобланади. Бу ҳолда ўзгарувчилар бошланғич қиймати x_0 бўлган x вектор сифатида кўрсатилади. Бир неча ўзгарувчили функцияларни минималлаштириш учун MATLABда Нелдер-Мид симплекс-усулидан фойдаланилади.

Ушбу усул энг яхши тўғридан — тўғри усуллардан бири бўлиб ҳисобланади ва у функциянинг градиентини ҳамда ҳосилаларини ҳисоблашни талаб қилмайди. Унда чўққиларининг сони $n+1$ бўлган n ўлчамли кенгликда симплекслар қурилади. Икки ўлчамли кенгликда симплекс учбурчак, уч ўлчамли кенгликда эса пирамида бўлади. Итерациянинг ҳар бир қадамида симплекснинг ичида ёки яқинида янги нуқта танлаб олинади ва у симплекснинг чўққиларидан бири билан таққосланади. Симплекснинг энг яқин чўққиси Ушбу нуқта билан алмаштирилади. Шундай қилиб, симплекс ўзгариб боради ва ечим нуқтасининг аниқроқ ҳолатини топиш имкониятини беради. Ҳисоблашлар симплекснинг ҳамма ўзгарувчилар бўйича ўлчамлари берилган хатоликдан кам бўлгунча давом эттирилади.

Нелдер-Мид симплекс-усулини амалга оширувчи функциялар қуйидагича ёзилади:

- `fminsearch(@fun,x0)` — x_0 нуқтанинг яқинида $\text{fun}(x)$ функциянинг локал минимуми бўлган x векторни қайтаради. Бир ўзгарувчили функцияни минималлаштиришда x_0 скаляр ёки вектор, кўп ўзгарувчили функцияни минималлаштиришда эса матрица бўлиши мумкин;
- `fminsearch(@fun, x0, options)` — юқоридаги функцияга ўхшаш, лекин `options` параметрлар вектори ишлатилади;
- `[x,fval] = fminsearchC(...)` — қўшимча равишда `fval` функциянинг минимум нуқтадаги қийматини қайтаради.

`fminsearch` функциясидан фойдаланишнинг классик намунаси бўлиб, уни Розенброк тест функцияси $\text{rb}(x_1, x_2, a) = 100 \cdot (x_2 - x_1)^2 + (a - x_1)^2$ нинг минимумларини аниқлаш учун қўллаш ҳисобланади. Ушбу функция минимал қийматларга $[a \ a^2]$ нуқтада эришади. Функцияни `rb.m` файлда берамиз:

```
% Розенброкнинг тест функцияси
```

```
function f=rb(x,a)
```

```
if nargin<2 a=1; end
```

```
f=100*(x(2)-x(1)^2)^2+(a-x(1))^2;
```

```
Энди қўйилган масалани ечамиз
```

```
»options=optimset('tolX',1.e-6);
```

```
[xmin, opt, rosexflag, rosout]=fminsearch(@rb.[-1.2 1],options)
```

```

xmin =
1.0000 1.0000
opt =
4.1940e-014
rosexflag =
1 rosout =
iterations: 101
funcCount: 189
algorithm: 'Nelder-Mead simplex direct search' .

```

7.5. ҲОСИЛАНИ АППРОКСИМАЦИЯЛАШ

7.5.1. Лапласианни аппроксимациялаш

Лапласианни аппроксимациялаш учун MATLABда куйидаги функция ишлатилади:

del 2(11) — U функцияга қўлланилган Лаплас дифференциал операторининг дискрет аппрокс имациялаш матрицаси L ни кайтаради:

$$L = \frac{\Delta^2 \cdot u}{4}$$

$$L = \frac{1}{4} \cdot \left(\frac{d^2 \cdot u}{dx^2} + \frac{d^2 \cdot u}{dy^2} \right)$$

L матрица U матрица билан бир хил ўлчамга эга бўлади. Унинг ҳар бир элементи U массив элемент ва унга қўшни бўлган тўртта элементнинг ўртачаси орасидаги фаркка тенг бўлади.

Ҳисоблашлар учун Лапласианни аппроксимациялашнинг беш нуктали формуласи ишлатилади. Мисол:

```
>> [x,y]= meshgrid(-5:5,-4:4);
```

```
>> U=x.*x+y.*y
```

```
U =
```

```

50  41  34  29  26  25  26  29  34  41
41  32  25  20  17  16  17  20  25  32
34  25  18  13  10  9  10  13  18  25
29  20  13  8  5  4  5  8  13  20
26  17  10  5  2  1  2  5  10  17
25  16  9  4  1  0  1  4  9  16
26  17  10  5  2  1  2  5  10  17
29  20  13  8  5  4  5  8  13  20
34  25  18  13  10  9  10  13  18  25
41  32  25  20  17  16  17  20  25  32

```

```
>> V=del2(U)
```

```
V =
```

```
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
```

```
>> subplot(1,2,1)
```

```
>> surf(U)
```

```
>> subplot(1,2,2)
```

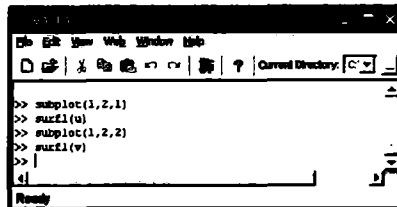
```
>> surf(V)
```

```
??? Undefined function or variable 'surf'.
```

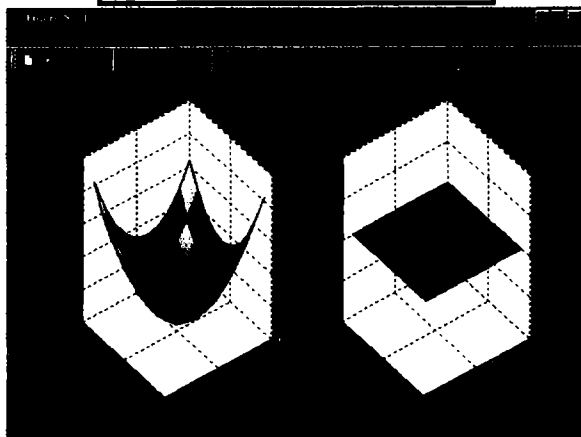
```
>> surf(V)
```

```
>>
```

7.2-расмда U ва V сиртларнинг графиклари келтирилган.



```
MATLAB
File Edit View Help Window Help
Current Directory: C:\
>> subplot(1,2,1)
>> surf(U)
>> subplot(1,2,2)
>> surf(V)
>> |
>> |
Ready
```



7.2-расм. U ва V функцияларнинг графиклари

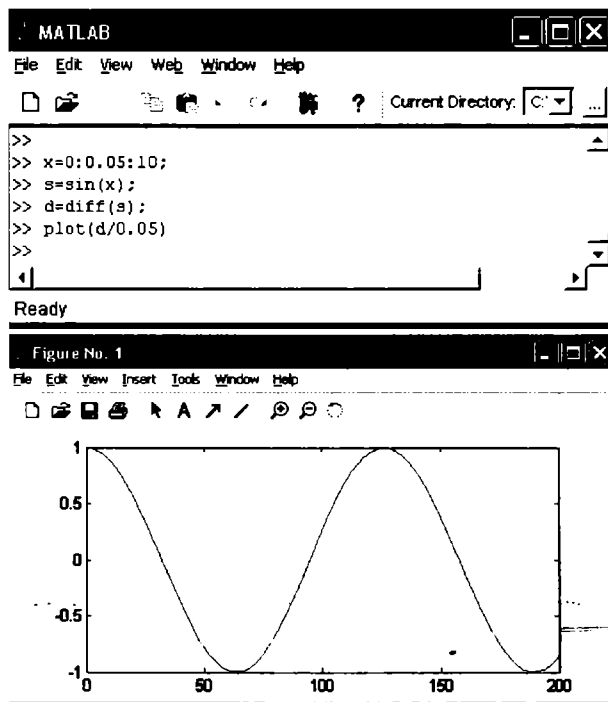
Ҷосилани чекли айирмалар билан аппроксимаци

ни чекли айирмалар билан аппроксимациялаш
рдан фойдаланилади:

1) — X массив ёнма-ён элементларининг че
мини қайтаради. Агар X — вектор бўлса, diff
ментлар фарқларининг $[X(2)-X(1) \ X(3)-X(2) \ \dots]$
рини қайтаради. Агар X матрица бўлса $\text{diff}(X)$
ларининг матричасини қайтаради: $[X(2:m, :)-X$
 $(1:n,\text{dim})]$ — dim параметрнинг қийматига боғлиқ
ёки устунлар бўйича X матрица учун чекли ай
ради. Агар n нинг тартиби dim га тенг ёки у
 diff бўш массивни қайтаради.

Функциядан фойдаланиб берилган функция ҳосил
қилиш мумкин. Бунга мисол қуйида келтирил
ди:

```
x=0:0.05:10;  
s=sin(x);  
d=diff(s);  
plot(d/0.05)
```



3-рас.и. $\sin(x)$ функциядан ҳосиланинг тақрибий график

Кутилганидек олинган график косинус функциясининг графигига якин. Графикнинг абсцисса ўқи бўйича X нинг ҳақиқий қийматлари эмас балки X вектор элементларининг тартиб рақамлари қўйилганлигига эътибор беринг.

Symbolic Math Toolbox кенгайтмалар пакети ёрдамида функцияларни аналитик кўринишда, яъни аниқ дифференциаллаш мумкин.

7.6. Сонли интеграллаш

Сонли интеграллашда қуйидаги аниқ интеграл тақрибан ҳисобланади

$$\int_a^b y(x) dx$$

Трапециялар усули

Қуйида келтирилган функциялар сонли интеграллашни трапециялар усули билан бажаради:

- `trapz(Y)` — аниқланган интегрални қайтаради. Агар Y — вектор бўлса, `trapz(Y)` унинг элементларининг интегралини қайтаради, агар Y матрица бўлса, `trapz(Y)` матрица устунлари интегралларини ўз ичига олувчи вектор-сатрни қайтаради;
- `trapz(X,Y)` — Y функциядан X ўзгарувчи бўйича интегрални қайтаради (интеграллаш чегаралари X векторнинг бошланғич ва сўнгги элементлари ёрдамида берилади);
- `trapz(...,dim)` — `dim` ўзгарувчининг қийматиغا боғлиқ ҳолда матрица учун сатрлар ёки устунлар бўйича интегрални қайтаради.

Мисоллар:

```
» Y=[1 2 3 4]
```

```
Y =
```

```
1 2 3 4
```

```
» trapz(y)
```

```
ans =
```

```
7.5000
```

```
» X=0:pi/70:pi/2;
```

```
» Y=cos(X);
```

```
» Z = trapz(Y)
```

```
Z =
```

```
22.2780
```


Куйидаги функциялардан фойдаланилганда интеграллаш тўпланиш билан давом этади:

- `cumtrapz(Y)` — ординаталари Y вектор ёки матрица кўринишида берилган функциянинг бирга тенг бўлган интеграллаш қадами билан ҳисобланган интегралнинг сон қийматларини қайтаради. Агар қадам бирдан фарқ қилса, лекин ўзгармас бўлса ҳисобланган интегрални қадамнинг катталигига кўпайтириш етарли. Ушбу функция векторлар учун векторни, матрицалар учун матрицани қайтаради;
- `cumtrapz(X, Y)` — ўзгарувчи X бўйича Y интегралланади. X ва Y бир хил узунликдаги векторлар ёки X вектор — устун, Y эса матрица бўлиши керак;
- `cumtrapz(...,dim)` — `dim` скаляр билан аниқланган ўлчам бўйича интеграллашни бажаради.

Мисоллар:

```
>> y=[1 2 3 4];
>> cumtrapz(y)
ans =
0 1.5000 4.0000 7.5000
>> y=magic(4)
y =
16 2 3 13
5 11 10 8
9 7 6 12
4 14 15 1
>> z=cumtrapz(y,1)
z =
      0      0      0      0
10.5000   6.5000   6.5000  10.5000
17.5000  15.5000  14.5000  20.5000
24.0000  26.0000  25.0000  27.0000
>>
```

7.7. Оддий дифференциал тенгламаларни ечиш

Кўплаб тизимлар ва қурималарнинг динамикасини таҳлил қилиш, тебранишлар назариясининг масалаларини ечиш ва бошқалар оддий дифференциал тенгламалар системасини (ОДС) ечишга асосланган. Одатда улар Коши шаклидаги биринчи тартибли дифференциал тенгламалар системаси тарзида кўрсатилади:

$$\frac{dy}{dt} = y'$$

$$y' = f(y, t)$$

ОДС учун чегаравий шартлар ҳам кўрсатилади: $y(t_0, t_{\text{end}}, p) = b$, бу ерда t_0, t_{end} — интервалнинг бошланғич ва сўнгги нукталари. Бошланғич ва сўнгги шартлар b вектор ёрдамида берилади, t параметр албатта вақт бўлиши шарт эмас.

7.8. Оддий дифференциал тенгламаларнинг ечгичлари

ОДТ ларни ечиш учун MATLABда турли хил усуллар мавжуд. Уларни амалга ошириш ОДТ ечкичлари деб аталади. Кейинчалик матнда келтирилдиган умумлаштирилган solver (ечгич) номи, ОДТ ни ечишнинг куйидаги сонли усулларидан бирини англатади: ode45, ode23, ode113, ode15s, ode23s, ode23t, ode23tb, bvp4c ёки pdepe. Дифференциал тенгламаларнинг қаттиқ системаларини ечиш учун фақат махсус ode 15s, ode23s, ode23t, ode23tb ечгичлардан фойдаланиш тавсия этилади:

- ode45 — бир кадамли яққол 4- ва 5-тартибли Рунге-Кутта усуллари. У классик усул бўлиб кўплаб ҳолларда яхши натижаларни беради;
- ode23 — бир кадамли яққол 2- ва 4-тартибли Рунге-Кутта усуллари.;
- ode113 — бир кадамли, ўзгарувчи тартибли Адамс-Башворт-Мултон усули. Ушбу адаптив усул юқори аниқликдаги ечимни бериши мумкин.
- ode23tb — ечишнинг бошланишида яққол бўлмаган Рунге-Кутта усулидан ва кейинчалик 2-тартибли тескари дифференциаллаш формуласидан фойдаланувчи усул. Аниқлик пастлигига қарамасдан, ушбу усул ode15s усулидан эффективроқ бўлиши мумкин;
- ode15s — сонли дифференциаллаш формулаларидан фойдаланувчи, ўзгарувчи тартибли (1дан 5гача, дастлабки ҳолатда 5), кўп кадамли усул. Ушбу адаптив усулни ode45 ечгич ечимни таъминлай олмаса қўллаш мақсадга мувофиқ;
- ode23s — модификацияланган 2-тартибли Розенброка формуласидан фойдаланувчи бир кадамли усул. Дифференциал тенгламаларнинг қаттиқ системасини ечишда пастроқ аниқликка ва юқори ҳисоблаш тезлигига эга;

- ode23t — интерполяцияли трапециялар усули. Ушбу усул чиқиш сигнали гармоникалари якин бўлган тебранувчи системаларни ҳисоблашда яхши натижаларни беради.

Ҳамма ечгичлар $y' = F(x, y)$ кўринишдаги тенгламалар системасини, ode15s, ode23s, ode23t ва ode23tb ечгичлар эса яққол бўлмаган $M(t, y)$ $y' = F(t, y)$ кўринишдаги тенгламаларни ечиши мумкин. Ҳамма ечгичлар (ode23s ва bvp4c дан ташқари) $M(t, y)$ $y' = F(t, y)$ кўринишдаги матрицавий тенгламаларнинг илдишларини топиши мумкин.

7.9. Оддий дифференциал тенгламаларнинг ечгичларидан фойдаланиш

Дифференциал тенгламаларни ечиш функцияларида куйидаги белгилаш ва қоидалар қабул қилинган:

- options — odeset функцияси ҳосил қиладиган аргумент (яна бир функция — odeget ёки bvpget (фақат bvp4c учун)— сукут бўйича ёки odeset /bvpset функциялари томонидан ўрнатилган параметрларни чиқариш;
- tspan — интеграллаш интервалини аниқлайдиган вектор(t_0, t_{final}). Ечимни конкрет вақт моментларида t_0 $t_1 \dots t_{final}$ (ортиб ёки камайиб борувчи тартибда жойлашган) топиш учун tspan = $[t_0 \ t_1 \dots \ t_{final}]$ дан фойдаланиш керак;
- y0 — бошланғич шартлар вектори;
- p1, p2,..., — F функцияга узатилувчи ихтиёрий параметрлар;
- T, Y — Y ҳар бир сатри T вектор — устунда қайтарилган вақтга мос келадиган ечимлар матрицаси.
- Дифференциал тенгламалар системаларини ечиш учун ишлатиладиган функцияларнинг тавсифига ўтамиз:
- [T,Y] = solver(@F,tspan,y0) — $y'=F(t,y)$ кўринишдаги дифференциал тенгламалар системасини tspan интервалда y0 бошланғич шартларга асосан интеграллайди. @F — ОДТ- функциянинг дескриптори. Y ечимлар массивидаги ҳар бир сатр T вектор-устунда қайтарилувчи вақт қийматларига мос келади;
- [T,Y] = solver(@F, tspan, y0, options) — юқоридагига ўхшаш, лекин қўшимча odeset функцияси ҳосил қиладиган options аргументнинг қийматлари орқали аниқланувчи параметрлар билан. Одатда бундай параметрларга нисбий хатоликнинг йўл қўйиладиган қиймати RelTol (сукут ҳолатида $1e-3$) ва рухеат этиладиган абсолют хатоликларнинг вектори AbsTol (сукут ҳолатида ҳамма компонентлари $1e-6$ га тенг) киради;

- $[T,Y] = \text{solver}(@F,tspan,y0,options,p1,p2\dots)$ — юкоридагига ўхшаш, лекин қўшимча $p1, p2\dots$ параметрларни ҳар бир чакирилганида m -файл F га узатади. Агар $option$ параметрлар берилмайдиган бўлса уларнинг ўрнига $[]$ деб ёзилади;
- $[T,X,Y] = \text{sim}(@model,tspan,-y0,options,ut,p1,p2\dots)$ — SIMULINK моделини ишлатади (ундан мос ечгични чақиради). Мисол учун:
- $[T,X,Y]$ — $\text{sim}(@model\dots)$.

Интеграллаш параметрлари ($options$) m -файлда ёки $odeset$ командаси ёрдамида командалар сатрида аниқланиши мумкин.

Ечгичларнинг параметрлари рўйхатида куйидаги параметрлар бўлиши мумкин:

- $NormControl$ — ечим вектори нормаси $[on | \{off\}]$ га боғлиқ ҳолда хотоликни бошқаради, $norm(e) \leq \max(RelTol*norm(y), AbsTol)$ бўлиши учун 'on' ўрнатилади;
- $RelTol$ — нисбий танлаш чегараси [мусбат скаляр]. Ҳамма ечгичларнинг аниқлиги сукут ҳолатида $1e-3$ (0.1%)га тенг;
- $AbsTol$ — абсолют аниқлик [мусбат скаляр ёки вектор $\{1e-6\}$];
- $OutputFcn$ — чиқариш функцияси [function] нинг дескриптори;

ОДТ ечгичларининг ишлатилишини иккита дифференциал тенгламадан тузилган система кўринишидаги Ван-дер-Пол тенгламасини ечиш мисолида кўрайлик:

$$y_1' = y_2;$$

$$y_2' = 100(1 - y_1)^2 y_2 - y_1.$$

Бошланғич шартлар:

$$y_1(0) = 0;$$

$$y_2(0) = 1.$$

Ечишдан олдин дифференциал тенгламалар системаси ode -функция кўринишида ёзиб олинади. Бунинг учун бош менюда $File > New > M\text{-File}$ ни танлаймиз ва куйидагиларни киритамиз:

```
function dydt = vdp100(t,y)
```

```
dydt = zeros(2,1); % a column vector -устун вектор
```

```
dydt(1)=y(2);
```

```
dydt(2)=100*(1-y(1).^2).*y(2)-y(1);
```

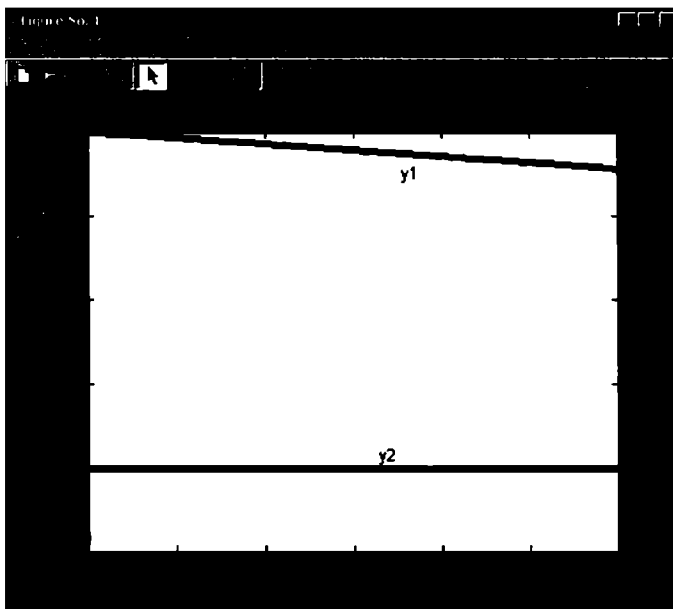
m -файл-функцияни сақлаймиз. Ечимни $ode15s$ ечгич ёрдамида ва унга мос графикни олиш учун куйидаги командалардан фойдаланамиз:

```
;Y]=ode15s(@vdp100,[0 30],[2 0]);
```

```
ot(T,Y)
```

```
old on;gtext('y1'),gtext('y2')
```

ги команда сичконча ёрдамида графикка иккита ёзув к
тдини беради (7.4-расм).



7.4-расм. Ван-дер-Пол тенгламасининг ечимига мос график

жаларни командалар ойнасида ҳам кўриш мумкин:

```
>> Y
```

```
Z =
```

```
z1    y2  
0      2.0000  0  
01     2.0000 -0.0001  
01     2.0000 -0.0002  
04     2.0000 -0.0003  
07     2.0000 -0.0008  
..     ...  
08     1.8361 -0.0077  
08     1.8125 -0.0079  
08     1.7885 -0.0081  
00     1.7794 -0.0082
```

8. MATLAB ТИЗИМИДА ДАСТУРЛАШ АСОСЛАРИ

8.1. Дастурлашнинг асосий воситалари

MATLAB тизимида дастурлар матн форматидаги m-файллардир. MATLAB тизимида дастурлаш тили куйидаги воситаларга эга:

- ҳар хил турдаги маълумотлар;
- константалар ва ўзгарувчилар;
- операторлар (математик ифодаларнинг операторларини ҳам ўз ичига олади);
- бириктирилган командалар ва функциялар;
- фойдаланувчининг функцилари;
- бошқарувчи структуралар;
- система операторлари ва функциялари;
- дастурлаш тилини кенгайтириш воситалари.

MATLAB тизимида дастур кодлари юкори даражали тилда ёзилади ва ушбу тил типик *интерпретатор* бўлиб ҳисобланади, яъни дастурнинг ҳар бир инструкцияси дарҳол танилади ва бажарилади. Ҳамма инструкцияларни, яъни тўлиқ дастурни компиляция қилиш этапи мавжуд эмас. MATLAB бажарилувчи дастурларни яратмайди. Дастурлар фақат m-файллар кўринишида мавжуд бўлади. Дастурларнинг ишлаши учун MATLAB муҳити зурур. Лекин MATLABда ёзилган дастурларни C ва C++ дастурлаш тилларига трансляция қилувчи компиляторлар яратилган. Улар MATLAB муҳитида тайёрланган дастурларни бажарилувчи дастурларга айлантириш масаласини ҳал қилиш имкониятини беради. MATLAB тизими учун компиляторлар мустақил дастурий воситалардир.

Шуни эсда тутиш керакки, MATLABнинг ҳамма инструкциялари ҳам компиляция бўлавермайди, яъни компиляциядан олдин бундай дастурни қайта ишлаш талаб қилинади. Компиляция қилинган дастурларнинг бажарилиш тезлиги 10-15 мартагача ортиши мумкин.

8.2. Маълумотларнинг асосий турлари

Array ва **numeric** турдаги маълумотлар *виртуал* (гўёки, бўлиб кўринадиган, зоҳирий) бўлиб ҳисобланади, чунки уларга бирор бир ўзгарувчи мансуб эмас. Улар маълумотларнинг айрим турларини аниқлаш ва жамлаш учун хизмат қилади. Шундай қилиб, MATLAB тизимида умумий ҳолда кўп ўлчамли массив бўлган маълумотларнинг куйидаги турлари аниқланган:

- `single` — оддий аниқликдаги сонли массивлар;
- `double` — иккиланган аниқликдаги сонли массивлар;
- `char` — символ элементларга эга бўлган сатрли массивлар;
- `sparse` — сонли элементлари иккиланган аниқликка эга бўлган сийраклашган матрицалар;
- `cell` — ячейкаларнинг массивлари; ўз навбатида ячейкалар ҳам массив бўлиши мумкин;
- `struct` — майдонли таркиблар массивлари, улар ҳам ўз ичига массивларни олишлари мумкин;
- `function_handle` — функцияларнинг дескрипторлари :
- `int32, uint32` — 32-разрядли сонларнинг массивлари;
- `int16, uint16` — 16-разрядли бутун сонларнинг массивлари;
- `int8, uint8` — 8-разрядли бутун сонларнинг массивлари (сонларнинг қийматлари 0 дан 255 гача бўлиши мумкин).

Бундан ташқари яна бир фойдаланувчи томонидан аниқланадиган маълумот тури (объект) — `UserObject` кўзда тутилган. MATLABда маълумотларнинг ҳамма турлари массивлар бўлиб ҳисобланади.

8.3. Дастурлаш турлари

Дастурий таъминот бозорида MATLAB тизими илмий-техникавий ҳисоблар учун мўлжалланган юқори даражадаги дастурлаш тили бўлиб ҳисобланади. Шундай қилиб, дастурлаш имкониятининг мавжудлиги ушбу тилнинг муҳим афзалликларидан биридир. Ҳақиқатан ҳам, мураккаб масалаларни дастурлаш ва тизимнинг чексиз кенгайиш имкониятларининг мавжудлиги MATLAB тизимининг университетлар ва илмий муассасаларда кенг қўланилишига сабаб бўлди.

MATLAB тизимида дастурлашнинг қуйидаги турлари мавжуд:

- процедуравий;
- операторли;
- функционал;
- мантикий;
- таркибий (модулли);
- объектга-йўналтирилган;
- визуал-йўналтирилган.

MATLAB таркибий дастурлаш маҳсулдорлигининг ёрқин намунаси бўлиб ҳисобланади. Унинг кўплаб функция ва командалари тугалланган модуллар бўлиб, улар орасида ахборот алмашиш кириш параметрлари (айрим ҳолларда глобал ўзгарувчилар) орқали амалга оширилади. Дастурий модуллар матнли `m`-файллар кўринишида

расмийлаштирилади ва дискда сақланади. Улар зарур бўлганда дастурларга жалб қилинади (қўшилади).

Объектга-йўналтирилган дастурлаш ҳам MATLAB тизимида кенг қўлланилади ва у графика масалаларини дастурлашда актуал бўлиб ҳисобланади.

Визуал-йўналтирилган дастурлаш эса блоклар кўринишида берилган қурилма ва тизимларни моделлашга мўлжалланган Simulink пакетида ўз аксини топган.

8.4. MATLAB тизимида операторлар, командалар ва функцияларнинг икки томонламалиги

MATLAB тизимида командалар (клавиатурдан киритилганда бажарилади) ва дастурий операторлар (дастурдан бажариладиган) орасидаги фарқ шартлидир. Улар дастурдан ҳам, тўғридан — тўғри ҳисоблашлар режимида ҳам бажарилиши мумкин. *Функция* маълумотларни ўзгартиради. Унга кириш параметрлари — аргументларни кўрсатиб мурожаат қилинганда маълум қийматларни қайтаради. Масалан, $\sin(x)$ га мурожаат қилинганда x аргументнинг синусига тенг бўлган қийматни қайтаради. Шунинг учун арифметик ифодаларда функциядан фойдаланиш мумкин, масалан, $2*\sin(x+1)$. Функциялар куйидагича ёзилади:

f_номи(Параметрлар рўйхати)

Фақат битта қиймат ёки битта массивни қайтарувчи функцияларнинг номи кичик ҳарфлар билан ёзилади. Бир неча қиймат ёки массивларни(масалан, X, Y, Z,...) функциялар куйидаги шаклда ёзилади:

[X, Y, Z, ...] = f_номи(Параметрлар рўйхати)

Операторлар ва функцияларнинг икки томонламалиги катта аҳамиятга эга. Операторларнинг кўпчилиги функциялар кўринишидаги ўзларининг аналогларига эга. Масалан «+» операторининг аналоги sum функциясидир .

Command argument

кўринишидаги командани

Command(' argument')

кўринишидаги функция шаклида ҳам ёзиш мумкин.

Мисоллар:

» help sin SIN Sine.

SIN(X) is the sine of the elements of X.

Overloaded methods

help sym/sin.m

» help('sin') SIN Sine.

SIN(X) is the sine of the elements of X.

Overloaded methods

help sym/sin.m

» type('sin')

sin is a built-in function.

» type sin

sin is a built-in function.

Бундай икки томонламалик процедуравий ёки функционал дастурлаш усулини танлашнинг асосида ётади. Бир дастурнинг ичида иккала усулдан ҳам фойдаланиш мумкин.

8.5. Айрим чекланишлар

MATLAB тизимининг дастурлаш тили асосан таркибий дастурлашга йўналтирилганлиги сабабли сатрларнинг тартиб рақамлари (Бейсикдаги каби) ва шартсиз ўтиш оператори GO TO йўқ. Бошқарувчи таркибларнинг фақат қуйидаги турлари: if... else...elseif...end шартли ифода ва for...end ҳамда while...end цикллари мавжуд. Уларнинг шакли Pascal тилидагига ўхшаш, яъни таъсир қилиш соҳаси сарлавҳадан бошланади (фақат begin сўзи бўлмайди) ва end сўзи билан тугалланади. Таркибий дастурлаш назариясига асосан ушбу воситалар ҳар қандай масалани ечиш учун етарли. Бундан ташқари MATLABда улаб — узгич оператор case ҳам бор.

MATLAB муҳитида содда масалаларни дастурлаш Бейсикда дастурлашга жуда ўхшаб кетади. Кўплаб ҳолларда Бейсикдаги дастурни, синтаксисдаги айрим фарқларни ҳисобга олган ҳолда, тўғридан-тўғри MATLAB га ўтказиш мумкин. MATLABда Си, Паскал ва Фортран дастурлаш тилларининг айрим элементлари ҳам бор. Шундай қилиб, MATLAB универсал дастурлаш тилларининг энг яхши воситаларини ўзида муажассамлантирган.

8.6. Сценария ва функцияларнинг m-файллари

Командалар режимида (сессияда) ишлаш дастурлаш эмас. MATLAB тизимида дастурнинг ташқи атрибути бўлиб m-файлда ёзилган амалларнинг кетма-кетлиги ҳисобланади. MATLABда m-файлни яратиш учун бириктирилган таҳрирлагичдан ёки ASCII

форматини қўллайдиган ҳар қандай матн таҳрирлагичидан фойдаланиш мумкин. Тайёрланган ва дискка ёзилган m-файл MATLAB тизимининг бир қисмига айланади ва уни командалар сатридан ёки бошқа m-файлдан чақириш мумкин. Икки турдаги m-файллар мавжуд: файл-сценариялар ва файл-функциялар. Улар, яратилиш жараёнида MATLAB тизимига бириктирилган m-файлларнинг *таҳрирлагич/созлагичи* ёрдамида синтаксис бўйича назоратдан ўтган бўлиши керак.

Script-файл деб аталувчи *файл-сценариялар* кириш ва чиқиш параметрлари бўлмаган қатор командаларнинг тўпламидир. Улар қуйидаги таркибга эга бўладилар:

- «Асосий изоҳ;
- %Қўшимча изоҳ;
- турли ифодаларни ўз ичига олувчи файлнинг қобиғи.

Файл-сценария қуйидаги хоссаларга эга бўлади:

- кириш ва чиқиш аргументлари бўлмайди;
- ишчи соҳадаги маълумотлар билан ишлайди;
- бажарилиш вақтида компиляция бўлмайди;
- файл кўринишига келтирилган, сессиядагига ўхшаш амаллар кетма-кетлигидан иборат бўлади.

Матнли изоҳнинг биринчи сатри асосий изоҳ ва кейинги сатрлари қўшимча изоҳ бўлиб ҳисобланади. Асосий изоҳ lookfor ва help *каталог_номи* командалари, тўлиқ изоҳлар эса help *файл_номи* командаси бажарилганда экранга чиқади. Қуйидаги файл-сценарияни кўрайлик:

```
%Plot with color red
% Синусоиданинг графигини [xmin,xmax] интервалда
% қизил рангли линия билан қуради
x=xmin:0.1:xmax;
plot(x,sin(x),'r')
grid on
```

Дастурни рсг номи билан дискда сақлаймиз ва командалар ойнасида қуйидагиларни киритамиз:

```
>> xmin=-5;
>> xmax=15;
>> рсг
>>
```

Файл-сценария ишга тушади ва экранда 8.1-расмда келтирилган тасвир ҳосил бўлади.

8.1-расм. Файл-сценария билан ишлаш намунаси

Изоҳларда % белгиси сатрнинг биринчи позициясига ёзилиб кетган рақамларни кўрсатишга ёрдам бериши керак. Акс ҳолда **help name** командаси изоҳни қабул қилмайди. **help comments found in — name.m** кўринишидаги ахборотни кўришни ради.

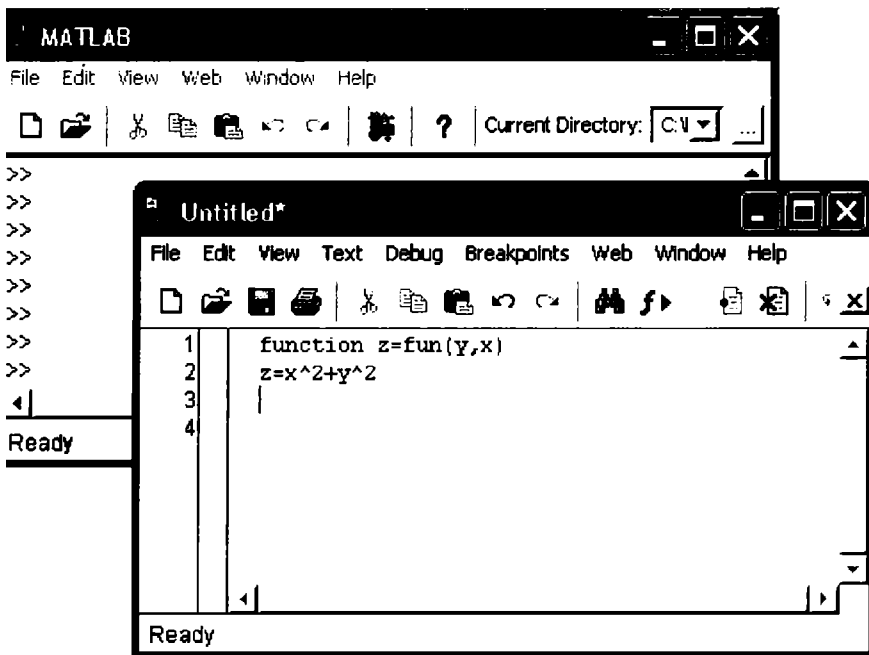
Бундай файлни ишга тушириш учун `hmin` ва `hmax` ўзгарувчиларни тандан тайёрланган бўлиши керак. Файл-сценарияларда ишлатилган ўзгарувчилар глобал ўзгарувчилар бўлиб ҳисобланади, яъни уларнинг сессия командаларида ҳам дастурий блокларнинг (жумладан, файл-сценарияларнинг) ичида ҳам бир хил ишлайди. Шунинг учун сессияда берилган қийматлар файлда ишлатилади. Файл-сценарияларнинг қийматларидан функциянинг параметрлари сифатида фойдаланиш мумкин эмас, чунки файл-сценария қийматларни қайтармайди. *Файл-сценарияларни компиляция қилиб бўлмайди. Улар файл-функциялар шаклида компиляция қилингандан кейингина компиляция қилиниши мумкин.*

8.7. Функцияларда ўзгарувчилар статуси

Функция параметрларининг рўйхатида кўрсатиладиган параметрларнинг *локал* ўзгарувчилар бўлиб функция чақирилганда уларни

рнига қўйиладиган қийматларни олиб ўтиш учун хизмат қилади.

Қуйидаги мисолни кўрайлик . Таҳрирлагич ойнасида $z = x^2 + y^2$ (фодани ҳисобловчи икки ўзгарувчи (x ва y) fun функцияси ҳосил илингган (8.2-расм).



8.2-расм. Функцияни ҳосил қилиш

- Дастурда x ва y ўзгарувчилар $\text{fun}(x, y)$ функциянинг параметрлари бўлганликлари сабабли, улар локал ўзгарувчилардир. Функция қобиғидан ташқарида уларга нол қийматлар берилган. Агар функция қобиғида $\text{fun}(2, 3)$ нинг қиймати ҳисобланадиган бўлса уларга $x=2$ ва $y=3$ қийматлар берилади. Шунинг учун натижа $z=13$ бўлади. Лекин функциянинг қобиғидан чиққандан кейин x и y ўзгарувчилар ўзларининг дастлабки нолга тенг бўлган қийматларини оладилар. Шундай қилиб, ушбу ўзгарувчилар ўз қийматларини функция параметрларининг қийматларига фақат локал тарзда — функция қобиғининг ичидагина ўзгартиради.

Ҳар қандай функция қобиғида аниқланган ўзгарувчи сингаи z ўзгарувчи ҳам локал ўзгарувчидир. Дастлаб унинг қиймати ниқланмаган бўлади. Функциянинг ичида $z=13$ қийматни қабул

килади. Функциядан қайтгандан кейин функцияда қўлланилганлигига қарамасдан, у ноаниқ бўлиб қолади. Агар z ни чиқаришга ҳаракат қилинса командалар ойнасида хатолик тўғрисида ахборот ҳосил бўлади. Бунга ишонч ҳосил қилиш учун қуйидаги мисолни кўрайлик:

Таҳрирлаш ойнасида функция киритамиз

```
function z=fun(y,x)
```

```
z=x^2+y^2
```

ва уни сақлаймиз. Командалар ойнасидан уни ишга тушурамиз

```
>> fun(2,3)
```

```
z =
```

```
13
```

```
ans =
```

```
13
```

```
>> z
```

```
??? Undefined function or variable 'z'.
```

```
>>
```

Функциядаги ҳамма амаллар бажарилгандан кейин, яъни функция файлининг охирига етилгандан кейин функциядан қайтилади. Функцияда шартли операторлар, циклар ёки улаб — узгичлар ишлатилганда функциянинг маълум жойидан қайтиш зарурияти ҳосил бўлиши мумкин. Бунинг учун `return` командаси хизмат қилади. Ҳар қандай ҳолда ҳам функция чиқиш параметрининг қийматини қайтаради. Юқоридаги мисолда z ўзгарувчиси чиқиш параметри бўлиб ҳисобланади.

8.8. m-файл-функциянинг таркиби

m-файл-функция MATLAB дастурлаш тилининг типик объектидир. Бундан ташқари у кириш ва чиқиш параметрларига эга бўлганлиги ҳамда локал ўзгарувчилардан фойдаланиши сабабли таркибий дастурлаш нуктаи назаридан тўлақонли модул бўлиб ҳисобланади. Битта чиқиш параметрига эга бўлган бундай модулнинг таркиби қуйидаги кўринишга эга бўлади:

```
function var=f_номи (параметрлар рўйхати)
```

```
%Асосий изоҳ
```

```
%Кўшимча изоҳ
```

```
Турли ифодаларни ўз ичига олувчи файл қобиғи
```

```
var=ифода
```

```
m-файл-функция қуйидаги хоссаларга эга бўлади:
```

- у function эълон билан бошланади, ундан кейин ўзгарувчининг номи var — чиқиш параметри, функциянинг номи ва чиқиш параметрларининг рўйхати кўрсатилади;
- функция ўз қийматини қайтаради ва уни математик ифодаларда номи(параметрлар рўйхати) кўринишида ишлатиш мумкин;
- файл-функциянинг қобиғидаги ҳамма ўзгарувчилар локал ўзгарувчилардир, яъни фақат функциянинг ичида ўринли;
- файл-функция мустақил дастурий модул бўлиб, бошқа модуллар билан ўзининг кириш ва чиқиш параметрлари орқали алоқада бўлади;
- файл-функция MATLAB тизимини кенгайтириш воситасидир;
- файл-функция компиляция қилинади ва бажарилади, ҳосил қилинган машина кодлари MATLAB тизимининг ишчи соҳасида сақланади.

Агар функция ҳисоблаш натижаларини қайтариши керак бўлса охириги конструкция *var=ифода* киритилади.

Файл-функциянинг юкорида келтирилган шакли битта чиқиш параметрига эга бўлган функциялар учун характерли. Агар чиқиш параметрлари кўп бўлса, улар function сўзидан кейин квадрат кавсларнинг ичида кўрсатилади. Бу ҳолда модулнинг таркиби қуйидаги кўринишга эга бўлади:

```
function [var1,var2,...]=f_номи (параметрлар рўйхати)
```

```
%Асосий изоҳ
```

```
%Кўшимча изоҳ
```

```
Турли ифодаларни ўз ичига олувчи файл қобиғи
```

```
var1=ифода
```

```
var2=ифода
```

Бундай функция процедурани эслатади. У бир эмас бир неча натижани қайтаради. Уни бевосита математик ифодаларда қўллаш хатоликларга олиб келиши мумкин. Шунинг учун бундай функциядан дастурнинг алоҳида элементи каби фойдаланилади:

```
[var1,va2,... ]=f_номи(Параметрлар рўйхати)
```

У қўлланилгандан кейин чиқиш ўзгарувчилари var1, var2,... аниқланган бўлади ва уларни кейинги математик ифодаларда ёки дастурнинг бошқа сегментларида ишлатиш мумкин. Агар бундай функция name(Параметрлар рўйхати) кўринишида ишлатилса, фақат биринчи чиқиш параметри — var1 нинг қийматини қайтаради.

Агар функциядаги ўзгарувчилар глобал бўлиши зарур бўлса, улар global var1 var2... командаси ёрдамида эълон қилинади.

8.9. Остфункцияларнинг ишлатилиши

Остфункциялар асосий функциянинг ичида эълон қилинади ва ёзилади. Остфункциянинг тузилиши асосий функцияники билан бир хил. Қуйида остфункцияга эга бўлган функцияга мисол келтирилган:

```
function [mean,stdev] = statv(x)
%USTATV Interesting statistics.
%Остфункцияга эга бўлган функцияга мисол
n = length(x);
mean = avg(x,n);
stdev = sqrt(sum((x-avg(x,n)).^2)/n);
%-----
```

```
function m = avg(x,n)
%Остфункция
m = sum(x)/n;
function [mean,stdev] = statv(x)
```

Ушбу мисолда x вектор элементларининг ўртача қиймати $\text{avg}(x,n)$ остфункция ёрдамида ҳисобланган

```
>> x=[1 2 3 4 5];
>> [a,m]=statv(x)
```

```
a =
```

```
3
```

```
m =
```

```
1.4142
```

```
>> help statv
```

```
USTATV Interesting statistics.
```

```
Остфункцияга эга бўлган функцияга мисол
```

Остфункция локал, яъни у таркибида бўлган m -файлнинг ичида ишлайди. Фақат асосий функцияга тегишли бўлган изохни `help name` командаси, m -файлнинг тўлиқ матнини эса `type name` командаси чиқаради (`name` нинг ўрнига функциянинг номи ёзилади). Агар функцияда ҳам остфункцияда ҳам умумий ўзгарувчилар ишлатиладиган бўлса улар функцияда ҳам остфункцияда ҳам глобал деб эълон қилиниши керак.

8.10. Хатоликларни қайта ишлаш

Ҳисоблаш жараёнида хатоликлар юзага келиши мумкин. Масалан, $\sin(x)/x$ функция ҳисобланаётганда $x = 0$ бўлса ҳисоблашлар тўхтайтиди ва «нолга бўлиш» кўринишидаги хатолик тўғрисида ахборот чиқади. Лекин ҳамма хатоликлар ҳам ҳисоблашларнинг тўхташига олиб

келмайди. Айрим ҳолларда огоҳлантирувчи ёзув пайдо бўлади ва ҳисоблашлар давом этади. Бундай ҳолларни дастурни ёзиш вақтида эътиборга олиш керак.

Хатолик тўғрисидаги ахборотни чиқариш учун `error`(Хатолик тўғрисида ахборот) командаси хизмат қилади. Хатолик тўғрисида ахборотни $sd(x)=\sin(x)/x$ функцияни ҳисоблаш жараёнида берувчи дастурнинг ишлашини кўрайлик:

```
function f=sd(x)
if x==0 error('Хатолик -нолга бўлиш')
end
```

```
f=sin(x)/x
```

Ушбу функциянинг ишлаш натижалари қуйидагича:

```
>> sd(1)
```

```
f =
```

```
0.8415
```

```
ans =
```

```
0.8415
```

```
>> sd(0)
```

```
??? Error using ==> sd
```

Хатолик — нолга бўлиш

Агар хатолик юз берганда ҳам ҳисоблашлар давом этиши керак бўлса `warning` ('Огоҳлантирувчи ахборот') командасидан фойдаланиш мумкин:

Юқоридаги файл-функцияга ўзгартириш киритамиз ва дискда сақлаймиз

```
function f=sd(x)
if x==0 warning('Огоҳлантирувчи ахборот')
end
```

```
f=sin(x)/x
```

Ушбу ҳолда дастур қуйидагича ишлайди

```
>> sd(1)
```

```
f =
```

```
0.8415
```

```
ans =
```

```
0.8415
```

```
>> sd(0)
```

```
Warning: Огоҳлантирувчи ахборот
```

```
> In C:\MATLAB6p5\work\МП\sd.m at line 2
```

```
Warning: Divide by zero.
```


(Type «warning off MATLAB:divideByZero» to suppress this warning.)

```
> In C:\MATLAB6p5\work\МП\sd.m at line 4
f =
NaN
ans =
NaN
>>
```

Умуман олганда $x = 0$ да $\sin(x)/x = 0/0 = 1$ бўлганлиги сабабли ифодани ҳисоблаш ўрнига 1 қийматни қўйиш мақсадга мувофиқ бўлар эди. Бунинг учун дастурга керакли ўзгартиришларни киритамиз:

```
function f=sdO(x)
if x==0 f=1;
else f=sin(x)/x;
end
return
```

Бундай ўзгартиришлардан кейин дастур x нинг ҳар қандай қийматида ҳам тўғри ишлайди

```
>> sdO(1)
ans =
0.8415
>> sdO(0)
ans =
1
>>
```

8.11. Аргументларининг сони ўзгарувчи функциялар

Махсус хусусиятларга эга бўлган функцияларни яратишда қуйидаги икки функция фойдали бўлиши мумкин:

- nargin — берилган функциядаги кириш параметрларининг сонини қайтаради;
- nargin — берилган функциядаги чиқиш параметрларининг сонини қайтаради.

Айтайлик, бешта x_1 , x_2 , x_3 , x_4 и x_5 аргументлар квадратларининг йиғиндисини ҳисоблайдиган функция яратиш зарур бўлсин.

Одатдаги йўл билан sum2_5 номли функцияни яратамиз:

```
function f=sum2_5(x1,x2,x3,x4,x5);
f=x1^2+x2^2+x3^2+x4*2+x5^*2;
```

Унинг ишлашини текшириб кўрамиз:

```
» sum2_5(1,2.3.4.5)
```

```
ans =
```

```
55
```

```
» sum2_5(1,2)
```

```
??? Input argument 'x3' is undefined.
```

```
Error in ==> C:\MATI_AB\bin\sum2_5.m
```

```
On line 2 ==> f=x1^2+x2^2+x3^2+x4^2+x5^2;
```

Шундай қилиб, бешта аргумент бўлганда функция тўғри ишлайди. Лекин аргументлар сони бештадан кам бўлса хатолик тўғрисида ахборот беради. Ҳар қандай сондаги кириш аргументлари бўлганда (юкоридаги мисол учун бештагача) тўғри ишлайдиган функцияни яратиш учун nargin функциясида фойдаланамиз:

```
function f=sum2m_5(x1 ,x2 , x3 ,x4 , x5) ;
```

```
n=nargin;
```

```
if n==1 f=x1^2; end
```

```
if n==2 f=x1^2+x2^2;end
```

```
if n==3 f=x1^2+x2^2+x3^2; end
```

```
if n==4 f=x1^2+x2^2+x3^2+x4^2: end
```

```
if n==5 f=x1^2+x2^2+x3^2+x
```

Функциянинг ишлашини текшириб кўрамиз:

```
» sum2_5m(1)
```

```
ans =
```

```
1
```

```
» sum2_5m(1,2)
```

```
ans =
```

```
5
```

```
» sum2_5m( 1,2,3)
```

```
ans =
```

```
14
```

```
» sum2_5m(1,2,3,4)
```

```
ans =
```

```
30
```

```
» sum2_5m(1,2,3,4,5)
```

```
ans=
```

```
55
```

```
» sum2_5m(1,2,3,4,5,6)
```

```
??? Error using ==> sum2_5m
```

```
Too many input arguments.
```

Шундай қилиб, кириш параметрларининг сони 1 дан 5 тагача

бўлганда ҳисоблашлар тўғри бажарилади. Ундан ортик бўлса хатолик тўғрисида ахборот чиқади. Бу ахборотни интерпретаторга бириктирилган хатоликларни диагностика қилиш тизими беради.

8.12. Диалогли киритиш

Куйидаги диалогли дастурни кўрайлик:

```
% Радиусни диалогли киритиб айлананинг узунлигини ҳисоблаш
r=0;
while r>=0,
r=input('Айлананинг радиусини киритинг r=');
if r>=0 disp(' Айлананинг узунлиги l=');
disp(2*pi*r)
end
end
```

Ушбу дастур диалог режимда киритиладиган радиусга асосан айлананинг узунлигини кўп марта ҳисоблаш учун хизмат қилади. Дастурдаги disp командалари ёрдамида экранга «Айлананинг узунлиги l=» ёзуви ва айлана узунлигининг ҳисобланган қиймати чиқарилади. Ҳисоблашни тўхтатиш учун манфий қиймат берилиши керак, масалан r=-1.

Дастурдаги while...end бошқарувчи таркиб ҳисоблашни циклик равишда қайтариб туриш учун ишлатилган. Агар r<0 қиймат берилса ҳисоблаш бажарилмайди ва цикл тугалланади.

Ушбу дастур ay1.m номли файл-сценария шаклида сақланган бўлса, у билан ишлаш куйидаги кўринишда бўлади:

```
>> ay1
Айлананинг радиусини киритинг r=1
Айлананинг узунлиги l=
6.2832

Айлананинг радиусини киритинг r=3
Айлананинг узунлиги l=
18.8496

Айлананинг радиусини киритинг r=45
Айлананинг узунлиги l=
282.7433

Айлананинг радиусини киритинг r=-1
>>
```

Input функцияси ёрдамида ихтиёрий сатрий ифодаларини ҳам киритиш мумкин. Бу ҳолда у қуйидаги кўринишга эга бўлади:

```
input('Изоҳ', V)
```

Ушбу функция бажарилганда ҳисоблашларни тўхтатади ва сатрий изоҳ киритилишини кутади. Сатрий изоҳ киритилгандан кейин киритилган сатр қайтариледи. Буни қуйидаги мисолдан кўришимиз мумкин:

```
>> S=input('Ифодани киритинг', 's')
```

```
Ифодани киритинг 2*sin(1)
```

```
S =
```

```
2*sin(1)
```

```
>> eval(S)
```

```
ans =
```

```
1.6829
```

```
>>
```

Символ кўринишида киритилган ифодани ҳам `eval` командаси ёрдамида ҳисоблаш мумкинлигига эътибор беринг. Умуман олганда ҳар қандай символ ифодани киритиш ва ҳисоблаш мумкинлиги ҳар қандай мураккабликдаги диалог дастурларни яратиш учун йўл очиб беради.

8.13. Шартли оператор `if`

Умумий ҳолда `if` шартли оператори қуйидагича ёзилади:

```
if шарт
```

```
Инструкциялар_1
```

```
elseif шарт
```

```
Инструкциялар_2
```

```
else
```

```
Инструкциялар_3
```

```
end
```

Ушбу конструкциянинг хусусий вариантлари ҳам бўлиши мумкин. Энг оддийси `If...end`:

```
if шарт инструкциялар end
```

Шарт мантикий 1ни қайтарса (яъни ‘ҳақиқат’ бўлса) `if...end` таркибнинг ичидаги *инструкциялар* бажарилади. Бунда `end` оператори инструкциялар тугаганлигини билдиради. Рўйхатдаги инструкциялар бир-биридан вергул ‘,’ ёки нукта-вергул ‘;’ билан ажратилади. Агар шарт бажарилмаса (мантикий 0) *инструкциялар* ҳам бажарилмайди.

Яна бир конструкцияни кўрсатиш мумкин

```
if шарт
```

Инструкциялар_1

else

Инструкциялар_2

end

Агар *шарт* бажарилса *инструкциялар_1*, бажарилмаса *инструкциялар_2* бажарилади.

Шарт куйидагича ёзилади:

Ифода_1 Нисбат_оператори Ифода_2,

Нисбат операторлари сифатида ==, <, >, <=, >= ёки ~= операторлар ишлатилади.

8.14. For...end цикли

for...end турдаги циклдан маълум марта қайтарилувчи циклларни ташкил қилиш учун фойдаланилади. Бундай циклининг конструкцияси куйидаги кўринишга эга:

for var=*ифода инструкция ... инструкция* end

Ифода кўпчилик ҳолларда куйидагича ёзилади: s:d:e, бу ерда s — цикл ўзгарувчисининг бошланғич қиймати, d — орттирмаси ва e — сўнги қиймати. Цикл ўзгарувчиси сўнги қийматга эришганда цикл тугалланади. Агар d=1 бўлса ифода s:e кўринишида ёзилади. Куйидаги мисолларда цикл ўзгарувчиси қийматларининг квадратларини олиш учун ишлатилган:

```
> for i=1:5, i, x=i^2, end
```

```
i =
```

```
1
```

```
x =
```

```
1
```

```
i =
```

```
2
```

```
x =
```

```
4
```

```
...
```

```
i =
```

```
5
```

```
x =
```

```
25
```

```
> for i=1:5; n(i)=i; x(i)=i^2; end; n, x
```

```
n =
```

```
1 2 3 4 5
```

```
x =
```

1 4 9 16 25

>>

» for x=0:.25:1 X^2, end:

ans =

0

ans =

0.0625

...

ans =

1

8.15. Улаб-узгичнинг конструкцияси

Улаб-узгич (switch) кўплаб вариантлардан бирини танлаш учун хизмат қилади. Унинг тузилиши қуйидагича бўлади:

```
switch switch_ифода
```

```
case case_ифода
```

```
Инструкциялар_рўйхати
```

```
case {case_1-ифода, case_2-ифода, case_3-ифода....}
```

```
Инструкциялар_рўйхати
```

```
otherwise
```

```
Инструкциялар_рўйхати
```

```
end
```

Агар switch сарлавҳадан кейинги ифода case ифодалардан бирининг қийматига тенг бўлса мос case блоки, акс ҳолда otherwise операторидан кейинги *Инструкциялар_рўйхати* бажарилади. Case_ифода сон, константа, ўзгарувчи, ячейкалар вектори ёки сатр ўзгарувчиси бўлиши мумкин.

Улаб-узгичнинг қўлланилишини қуйидаги yil.m номли m-файл мисолида кўрайлик:

```
%Ушбу дастур var ўзгарувчиси орқали
```

```
%ойнинг тартиб рақами киритилганда
```

```
% у йилнинг қайси кварталига тегишли
```

```
%эканлигини ҳисоблайди.
```

```
%Дастурдан чиқиш учун var ўзгарувчисига
```

```
%1дан кичик ёки 12дан катта қиймат берилади.
```

```
var=1;
```

```
while var>=0,
```

```
var=input('oy raqami var=');
```

```
switch var
```

```
case {1,2,3}
```

```

disp('Биринчи квартал')
case {4,5,6}
disp('Иккинчи квартал')
case {7,8,9}
disp('Учинчи квартал')
case {10,11,12}
disp('Тўртинчи квартал')
otherwise
disp('Топшириқда хатолик')
return
end
end

```

Дастур куйидагича ишлайди.:

```

>> yil
оу raqam1 var=1
Биринчи квартал
оу raqam1 var=4
Иккинчи квартал
оу raqam1 var=7
Учинчи квартал
оу raqam1 var=12
Тўртинчи квартал
оу raqam1 var=13
Топшириқда хатолик
>>

```

8.16. Ҳисоблашларда паузалар (тўхталишлар) ҳосил қилиш

Дастурнинг ишлашини вақтинча тўхтатиб туриш учун pause операторидан фойдаланилади. У куйидаги шаклларда ишлатилиши мумкин:

- pause — ҳисоблашлар бирор клавиша босилгунча тўхтаб туради;
- pause(N) — ҳисоблашлар N секундга тўхтайтиди;
- pause on — паузани қайта ишлаш режимини улайди;
- pause off — паузани қайта ишлаш режимини узади;

Куйидаги pause.m деб номланган m-файлни кўрайлик:

```
x=0:0.1:10;
```

```
pause
```

```
y=sin(x);
```

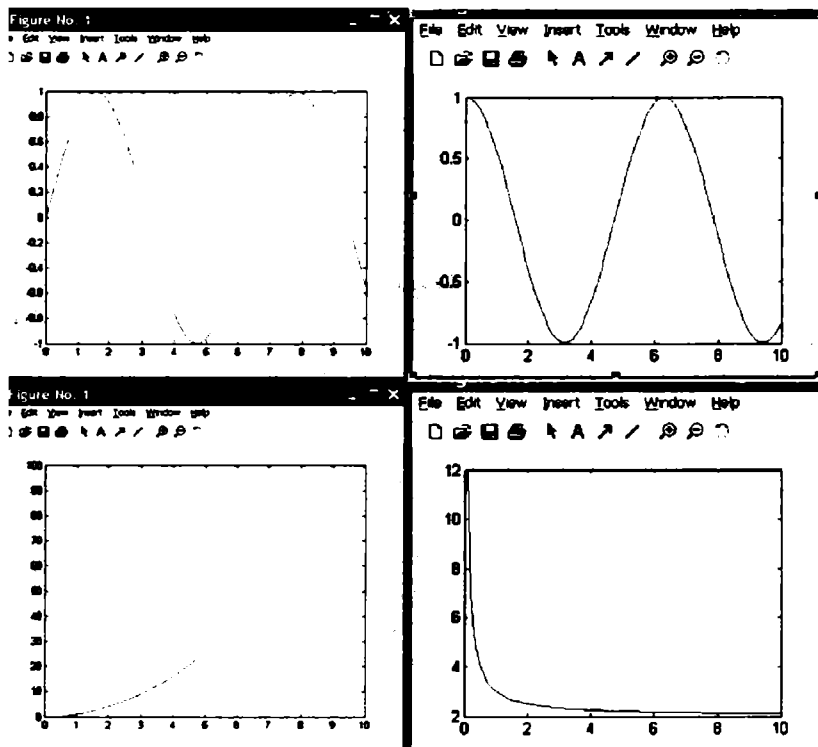
```
plot(x,y)
```

```

y1=cos(x)
pause(2)
plot(x,y1)
pause(0.5)
y2=x.^2
plot(x,y2)
pause(3)
y3=1./x+2
plot(x,y3)

```

Ушбу дастур F5 клавишаси ёки командалар ойнасидан pauza кидаси ёрдамида ишга туширилгандан кейин pause оператори таъсирли бўлиб бирор клавиша босилгунча кутиб туради. Клавиша босилгандан кейин sin(x) нинг графиги курилади. Кейинги графиклар pause(1) операторларининг ишлашига асосан маълум вақт оралиқларидан кетма-кет курилади, яъни 2 секунддан кейин cos(x) нинг, 0.5 секунддан кейин x^2 нинг ва 3 секунддан кейин $1/x-2$ нинг графиги пайдо бўлади.



8.3-расм. Ҳисоблашларда паузалар ҳосил қилиниб олинган графиклар

8.17. C ва Fortran тиллари учун кодларни ҳосил қилиш

8.17.1. C тили учун кодларни ҳосил қилиш

MATLAB аналитик ифодаларнинг C тилидаги кодларини ҳосил қилиш имкониятини беради ва қуйидаги кўринишдаги синтаксисга эга:

```
ccode(s)
```

бу ерда s аналитик ифода.

Қуйида аналитик ифодаларнинг C тилидаги кодларини ҳосил қилишга мисоллар келтирилган.

$x^2 + 4x - \sqrt{x}$ ифоданинг C тилидаги коди:

```
ccode(x^2+4*x-sqrt(x))
```

```
ans =
```

```
t0 = x*x+4.0*x-sqrt(x);
```

$x^2 + bx - c = 0$ тенгламанинг илдизларини аниқлаш формуласи учун

C тилидаги код:

```
syms x
```

```
x=solve('x^2+b*x+c');
```

```
ccode(x)
```

```
ans =
```

```
x[0][0] = -b/2.0+sqrt(b*b-4.0*c)/2.0; x[1][0] = -b/2.0-sqrt(b*b-4.0*c)/2.0;
```

$\ln(1+x)$ ифодани Тейлор қаторига ёйиш формуласи учун C тилидаги код:

```
syms x
```

```
f = taylor(log(1+x));
```

```
ccode(f)
```

```
ans =
```

```
t0 = x-x*x/2.0+x*x*x/3.0-x*x*x*x/4.0+x*x*x*x*x/5.0;
```

Кейинги мисолларда ифодалар кетма-кетлиги ва ҳосиласи учун C тилидаги кодларни ҳосил қилиш кўрсатилган:

```
a=x^2;
```

```
b=2*a;
```

```
f=a*b;
```

```
ccode(f)
```

```
ans =
```

```
t0 = 2.0*x*x*x*x;
```

```
ccode(diff('sin(x)+x^7'))
```

```
ans =
```

```
t0 = cos(x)+7.0*x*x*x*x*x*x*x;
```

$x^4 + ax^2 + 1 = 0$ тенгламининг илдизларини аниқлаш учун С тилидаги

кодни олиш:

```
syms a x
```

```
s = solve(x^4+a*x^2+1);
```

```
ccode(s)
```

```
ans =
```

```
s[0][0] = sqrt(-2.0*a+2.0*sqrt(a*a-4.0))/2.0;
```

```
s[1][0] = -sqrt(-2.0*a+2.0*sqrt(a*a-4.0))/2.0;
```

```
s[2][0] = sqrt(-2.0*a-2.0*sqrt(a*a-4.0))/2.0;
```

```
s[3][0] = -sqrt(-2.0*a-2.0*sqrt(a*a-4.0))/2.0;
```

$x^4 + ax + 1 = 0$ тенгламининг илдизларини аниқлаш учун С тилидаги

кодни ҳосил қилиш:

```
syms a x
```

```
s = solve(x^4+a*x+1);
```

```
ccode(s)
```

```
ans =
```

```
s[0][0] = sqrt(6.0)*sqrt((pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.667)+48.0)/pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.33))/12.0+sqrt(-(6.0*sqrt((pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.667)+48.0)/pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.33))*pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.667)+288.0*sqrt((pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.667)+48.0)/pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.33))+72.0*a*sqrt(6.0)*pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.33))/pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.33))/sqrt((pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.667)+48.0)/pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.33)))/12.0;
```

```
s[1][0] = sqrt(6.0)*sqrt((pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.667)+48.0)/pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.33))/12.0-sqrt(-(6.0*sqrt((pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.667)+48.0)/pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.33))*pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.667)+288.0*sqrt((pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.667)+48.0)/pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.33)))/sqrt((pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.667)+48.0)/pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-768.0+81.0*a*a*a*a),0.33)))/12.0;
```

```
768.0+81.0*a*a*a*a),0.33))+72.0*a*sqrt(6.0)*pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-
768.0+81.0*a*a*a*a),0.33))/pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-
768.0+81.0*a*a*a*a),0.33)/sqrt((pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-
768.0+81.0*a*a*a*a),0.667)+48.0)/pow(108.0*a*a+12.0*sqrt(-
768.0+81.0*a*a*a*a),0.33)))/12.0; ...
```

$x^4 + ax + 1 = 0$ тенгламининг илдизларини аниқлаш учун С тилидаги код узун бўлганлиги сабабли қискартирилган ҳолда келтирилди.

8.17.2. Fortran тили учун кодларни ҳосил қилиш

Fortran тили учун кодларни ҳосил қилиш С тили учун кодларни ҳосил қилиш билан ўхшаш ва қуйидаги кўринишдаги синтаксисга эга:

```
fortran(s)
```

бу ерда s аналитик ифода.

$x^2 \sin(x)$ ифоданинг интегрални учун Fortran тилидаги код:

```
fortran(int('x^2*sin(x)'))
```

```
ans =
```

```
t0 = -x**2*cos(x)+2*cos(x)+2*x*sin(x)
```

Қуйидаги мисолда $\sin(ax)$ у ифоданинг x ва у бўйича ҳосиллари учун Fortran тилидаги код ҳосил қилиш келтирилган. Ушбу мисолда аналитик амаллар учун ўзгарувчилар символли деб (syms a x y) эълон қилиниши зарурлигини эсдан чиқармаслик зарур.

```
syms a x y
```

```
f = sin(a*x)*y;
```

```
fortran(diff(f,x))
```

```
fortran(diff(f,y))
```

```
ans =
```

```
t0 = cos(a*x)*a*y
```

```
ans =
```

```
t0 = sin(a*x)
```

$x^3 + ax + 1 = 0$ тенгламани аналитик кўринишда ечиш учун Fortran тилидаги кодни ҳосил қилиш:

```
syms a x
```

```
s = solve(x^3+a*x+1);
```

```
fortran(s)
```

```
ans =
```

$$s(1,1) = (-108+12*\sqrt{12*a^{**3}+81})^{**}(1.E0/3.E0)/6-2*a/(-108+12*\sqrt{12*a^{**3}+81})^{**}(1.E0/3.E0)$$
$$s(2,1) = -(-108+12*\sqrt{12*a^{**3}+81})^{**}(1.E0/3.E0)/12+a/(-108+12*\sqrt{12*a^{**3}+81})^{**}(1.E0/3.E0)+\text{cmplx}(0.E0,1.E0)*\sqrt{3.E0}*((-108+12*\sqrt{12*a^{**3}+81})^{**}(1.E0/3.E0)/6+2*a/(-108+12*\sqrt{12*a^{**3}+81})^{**}(1.E0/3.E0))/2$$
$$s(3,1) = -(-108+12*\sqrt{12*a^{**3}+81})^{**}(1.E0/3.E0)/12+a/(-108+12*\sqrt{12*a^{**3}+81})^{**}(1.E0/3.E0)-\text{cmplx}(0.E0,1.E0)*\sqrt{3.E0}*((-108+12*\sqrt{12*a^{**3}+81})^{**}(1.E0/3.E0)/6+2*a/(-108+12*\sqrt{12*a^{**3}+81})^{**}(1.E0/3.E0))/2$$

9. NOTEBOOK

9.1. Notebook асослари

Notebook MATLAB тизимининг сонли ҳисоблашлар ва визуаллаштириш имкониятларидан Microsoft Word муҳитида фойдаланиш имкониятини беради. Бунда MATLAB буйруқларини ўз ичига олувчи M-book деб аталадиган ҳужжат тайёрланади.

M-book бошланғич маълумотлар ўзгартирилганда натижалар ҳам ўзгарадиган «жонли» китобларни, MATLAB билан ишлаш сеансларини, электрон қўлланмаларни ва техник ҳужжатларни тайёрлашда катта имкониятларни беради.

9.2. Notebook конфигурациясини танлаш ва уни ўрнатиш

Word дастурининг Office 2000 ва ундан кейинги версиялари учун Notebook ўрнатилаётганда қуйидагиларни бажариш талаб қилинади:

- Word дастурида макрослар бўйича ўртача хавфсизлик, яъни **Tools** менюсидан **Macros -> Security -> Medium** ўрнатилади (Word дастурининг русча версиясида **Сервис-> Макрос->Безопасность->Средняя**);
- Notebook ишга тушгандан кейин ҳосил бўладиган диалог ойнада ушбу манбага доимо ишониш мумкинлиги белгиланади. Натижада бошқа макрослар учун юқори хавфсизлик сақланиб қолган ҳолда Notebook макрослари эркин ишлаши мумкин.

Notebook конфигурациясини танлаш:

1. MATLAB тизимининг буйруқлар ойнасида қуйидаги буйруқ терилади

notebook -setup

ва Microsoft Word дастурининг компьютерга ўрнатилган версияси танланади

- [1] Microsoft Word 97
 - [2] Microsoft Word 2000
 - [3] Microsoft Word 2002 (XP)
 - [4] Exit, making no changes
- Microsoft Word Version:

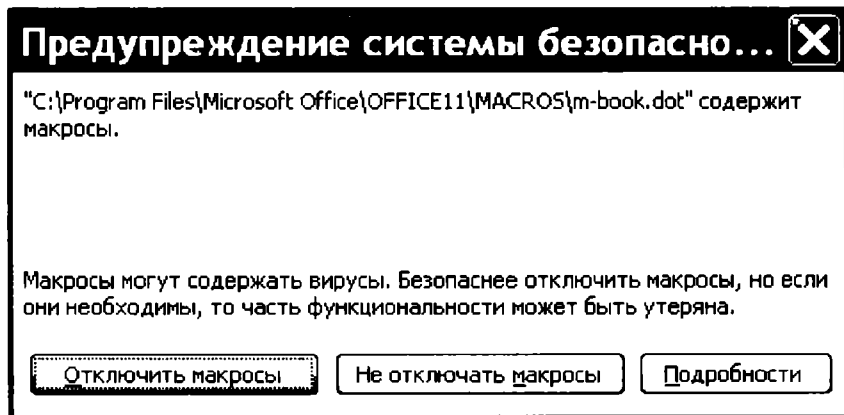
2. Ойнада ҳосил бўлган **Microsoft Word Version**: сўзидан кейин танланган версиянинг рақами ёзилади, масалан, агар Microsoft Word 2000 XP ўрнатилган бўлса 3 рақами ёзилади ва давом эттириш учун ихтиёрий клавиша босилади. Агар Notebook ўрнатилаётганда керакли файллар топилмаса, уларни кўрсатиш зарур (масалан, **winword.exe** ёки **normal.dot**).

Notebook ўрнатилгандан кейин қуйидаги ёзув чиқади:

Notebook setup is complete (*Notebook нинг ўрнатилиши тугалланди*).

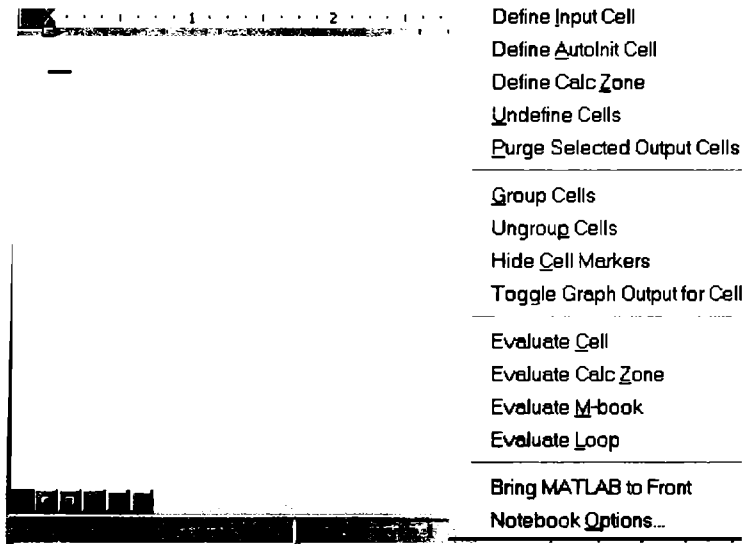
9.3. M-Book ҳосил қилиш

MATLABнинг буйруқлар ойнасидан янги M-Book ҳосил қилиш учун **notebook** буйруғи терилади. Microsoft Word ишга тушади ва Document1 номли янги M-book ҳосил бўлади. Word очилаётган вақтда қуйидаги ойна чиқиши мумкин 9.1-расм):



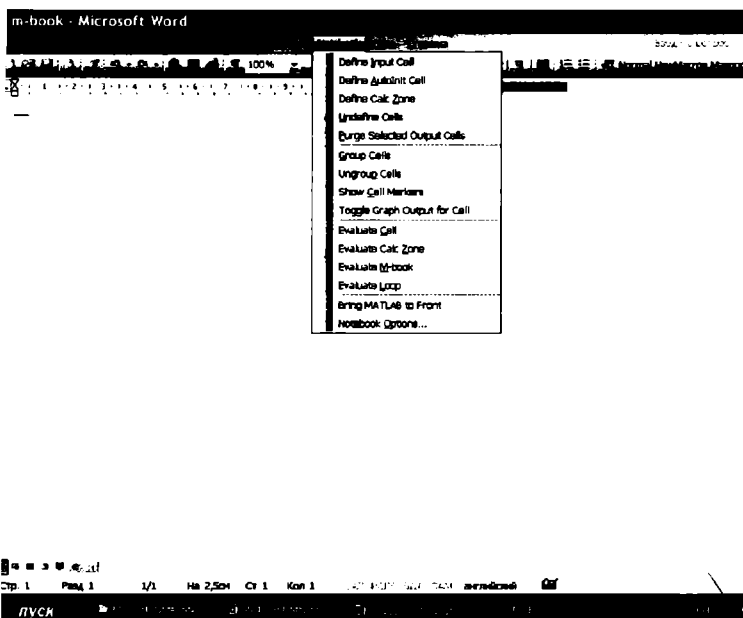
9.1-расм. Word очилаётган вақтда чиқиши мумкин бўлган ойна

Ойнада Enable macros (Не отключать макросы) танланади. Notebook Word менюсига Notebook менюсини қўшиб қўяди (9.2-расм):



9.2-расм. Word менюсидаги Notebook менюси

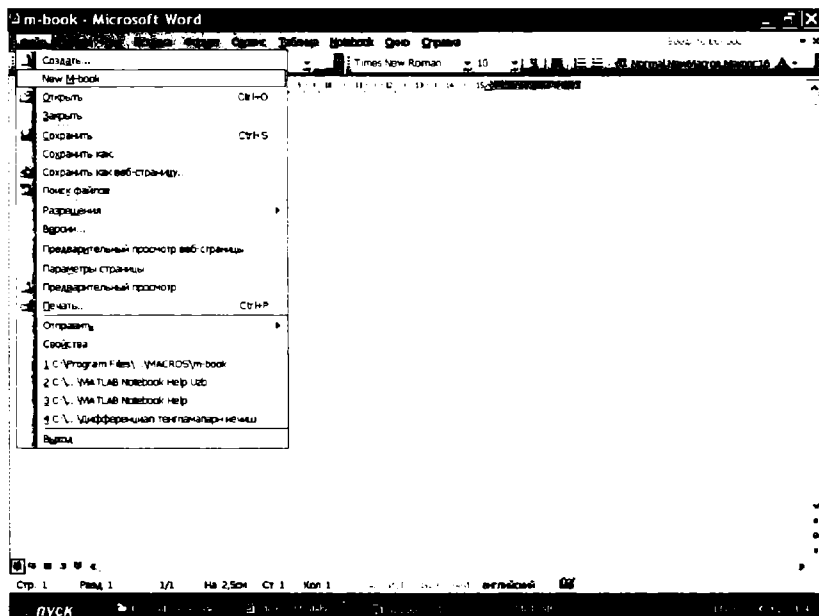
Word нинг русча версиясида (9.3-расм):



9.3-расм. Word нинг русча версиясидаги Notebook менюси

Notebook менюсидан MATLAB буйруқларини киритиш ва форматлаш учун фойдаланилади.

Янги M-book ҳосил қилишнинг яна бир йўли Notebook очилган ҳолда Word нинг File(Файл) менюсидан New M-book ни танлашдир:



9.4-расм. Янги M-book ҳосил қилиш

9.4. Мавжуд M-Bookни очиш

Мавжуд M-Book ни очиш учун қуйидаги notebook буйругидан фойдаланиш:

notebook filename
бу ерда filename — M-book файлининг номи.

Мавжуд M-Book ни одатдаги Word файллари сингари ҳам очиш мумкин.

M-book файлининг устида сичқончанинг тугмаси босилганда MATLAB ишга тушади (агар у ишга тушурилмаган бўлса).

9.5. Word ҳужжатни M-Book ҳужжатга айлантириш

Word ҳужжатни M-Book ҳужжатга айлантириш учун қуйидаги амаллар бажарилади:

Янги M-book ҳосил қилинади;

Insert (Вставка) менюсидан File (Файл) бўлими танланади;
М-Book ҳужжатга айлантирилиши зарур бўлган Word ҳужжат танланади;
ОК босилади.

9.6. MATLAB буйруқларини М-Bookга киритиш

MATLAB буйруқларини М-Book га киритишни ўрганиш учун аввал MATLABнинг notebook/pc папкасидаги Readme.doc файли билан танишиш мақсадга мувофиқ. Ундаги бошлангич маълумотларни ўзгартириб Ctrl+Enter ёки Alt+R клавишаларини босиб MATLAB буйруқларининг бажарилишини кузатиш мумкин.

MATLAB буйруқлари М-book га ҳар қандай матн ҳужжати сингари киритилади, масалан:

```
x=15
```

```
y=x^2
```

ифодаларни киритиб ва уларни белгилаб, *Notebook* менюсининг *Define Input Cell* бўлимини танласак (ёки Alt+D клавишаларини бос-сак) киритилган матн MATLAB буйруқларига айланади.

```
x=15
```

```
y=x^2
```

Уларнинг ишлашини кўриш учун Ctrl+Enter клавишаларини бос-сак қуйидаги натижани оламиз:

```
x =
```

```
15
```

```
y =
```

```
225
```

Худди шунингдек $x^2+bx+c=0$ тенгламанинг илдизларини аналитик йўл билан аниқлашимиз ҳам мумкин:

```
solve('x^2+b*x+c','x')
```

```
ans =
```

```
[-1/2*b+1/2*(b^2-4*c)^(1/2)]
```

```
[-1/2*b-1/2*(b^2-4*c)^(1/2)]
```

Бир вақтнинг ўзида бир неча М-book билан ишланаётган бўлса, уларнинг ҳаммаси учун MATLAB ягона бўлиши сабабли, уларнинг бирида бирор ўзгарувчининг қиймати ўзгарса бошқа М-book лардаги шу номли ўзгарувчиларнинг қийматлари ҳам ўзгаришини назарда тутиш керак. Акс ҳолда хатоликлар юзага келиши мумкин.

9.7. Маълумотларнинг бир-бирига мослигини таъминлаш

Агар М-book кетма-кет бажариладиган MATLAB буйруқлари кўринишида тузилган бўлса фақат биринчисидан бошлаб охиригисигача кетма-кет бажарилсагина М-book улар орасидаги боғланишларни аниқ акс эттиради. Агар бирор ячейка ўзгартирилса М-book уни автоматик тарзда қайта ҳисобламайди. Натижада айрим ноаниқликлар юзага келиши мумкин. Қуйидаги мисолни кўрайлик:

```
x=0:1:4
```

```
y=x.^3
```

```
x =
```

```
0 1 2 3 4
```

```
y =
```

```
0 1 8 27 64
```

```
z=sin(x)
```

```
z =
```

```
0 0.8415 0.9093 0.1411 -0.7568
```

Бошлангич ячейкадаги $x=0:1:4$ ифоданинг ўрнига $x=0:1:5$ ёзиб $z=\sin(x)$ нинг устида Ctrl+Enter ни боссақ олинган натижа тўғри бўлмайди, яъни x 0 дан 5 гача ўзгармайди:

```
x=0:1:5
```

```
y=x.^3
```

```
x =
```

```
0 1 2 3 4
```

```
y =
```

```
0 1 8 27 64
```

```
z=sin(x)
```

```
z =
```

```
0 0.8415 0.9093 0.1411 -0.7568
```

Alt+R клавишаларини босиш йўли билан М-book ни тўла ишлатиб тўғри натижани олишимиз мумкин:

```
x=0:1:5
```

```
y=x.^3
```

x =
0 1 2 3 4 5
y =
0 1 8 27 64 125
z=sin(x)
z =
0 0.8415 0.9093 0.1411 -0.7568 -0.9589

9.8. Ячейкалар гуруҳини киритиш

Ячейкалар гуруҳини (бир неча ячейкани бир йўла) киритиш учун улар белгиланиб Notebook менюсидан Group Cells бўлими танланади ёки Alt+G клавишалар босилади. Ячейкалар гуруҳи фақат битта чиқишга эга бўлиши керак.

M-book юкланаётганда бажариладиган ячейкаларни киритишда Notebook менюсидан Define AutoInit Cell бўлими танланади. Бундай ячейкалар тўқ кўк рангга эга бўлади.

Ҳисоблаш зонасини киритиш учун Notebook менюсидан Define Calc Zone бўлими танланади. Ҳисоблаш зоналарини киритиш йўли билан M-book айрим зоналарга бўлинади. Ечилаётган масалаларни алоҳида ҳисоблаш зоналарига жойлаштириш мумкин. M-book ичида ҳисоблаш зоналарининг сони чекланмаган. Notebook менюсидаги Evaluate Calc Zone бўлими танланганда ёки Alt+Z клавишалари босилганда фақат курсор билан кўрсатилган ҳисоблаш зонаси ишлайди.

Киритиш ячейкасини матнга айлантириш учун у белгиланади ёки унинг устига курсор олиб келинади ва Notebook менюсидан Undefine Cells бўлими танланади ёки Alt+U клавишалар босилади. Худди шунга ўхшаш тарзда **чиқариш ячейкасини матнга айлантириш** ҳам амалга оширилади.

M-book бажарилаётган вақтда хатоликлар ҳам юзага келиш эҳтимоли бор. Бундай ҳолларда ҳисоблашлар тўхташи учун **Notebook** менюсидан **Notebook Options** бўлими танланади, **Stop evaluating on error** бўлимидаги байроқча белгиланади ва ОК босилади.

9.9. Цикллардан фойдаланиш

Цикллардан фойдаланиш, яъни айрим ячейкаларни кўп марта ҳисоблаш учун Notebook менюсидан **Evaluate Loop** бўлими танланади ёки Alt+L клавишалар босилади. Қуйида циклдан фойдаланишга мисол келтирилган:

z=0

z=z+1

t=2*z

ифодаларни киритиб Alt+R клавишаларни боссак иккала ячейка ҳам ҳисобланади:

z=0

z = 0

z=z+1

t=2*z

z = 1

t = 2

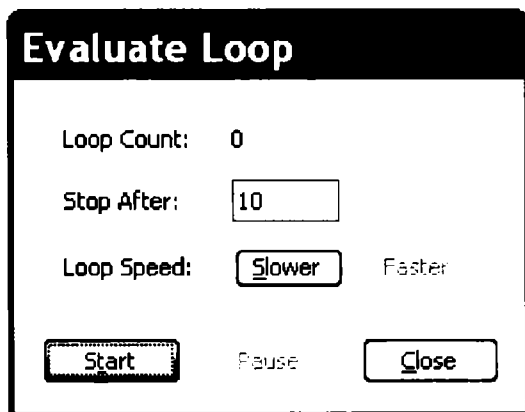
Иккинчи ячейканинг устига курсорни жойлаштириб Alt+L клавишаларни боссак **Evaluate Loop** ойнаси ҳосил бўлади (9.5-расм):

[z=0]

[z =
0]

[z=z+1
t=2*z]

[z =
1
t =
2]



9.5-расм. Evaluate Loop ойнаси

Ҳосил бўлган ойнанинг Stop After бўлимида цикллар сонини киритиб Start тугмасини боссак куйидаги натижани оламир:

z=0

z = 0

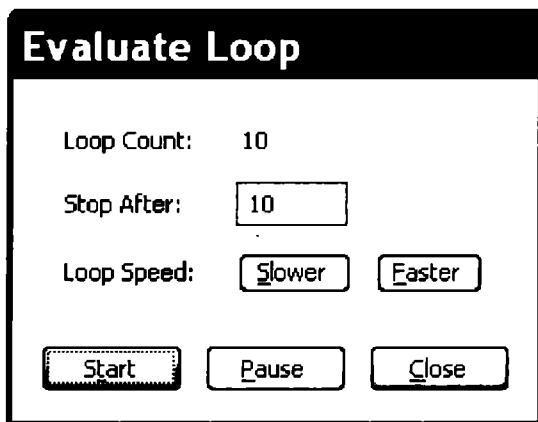
z=z+1

t=2*z

z = 11

t = 22

Циклнинг бажарилиш тезлигини ўзгартириш учун **Evaluate Loop** ойнасининг **Loop Speed** бўлимидаги **Slower** (секинрок) ва **Faster** (тезрок) тугмалардан кераклиси босилади (9.6-расм). Циклнинг бажарилишини вақтинча тўхтатиб туриш учун **Pause** тугмаси ва ойнани ёпиш учун **Close** тугмаси босилади.



9.6-расм. Циклнинг бажарилиш тезлигини ўзгартириш

9.10. Чиқариш ячейкасини ўчириб ташлаш

Чиқариш ячейкасини ўчириб ташлаш учун:

1. Чиқариш ячейкаси белгиланади ёки унинг устига курсор олиб келинади;
2. **Notebook** менюсининг **Purge Selected Output Cells** бўлими танланади ёки **Alt+P** клавишалар босилади.

Бундай йўл билан фақат чиқариш ячейкаларигина ўчириб ташланади. Агар белгиланган диапазонда киритиш ячейкалари ҳам бўлса улар ўз ҳолича қолади.

9.11. M-bookдаги бўш сатрларни йўқотиш

M-book даги бўш сатрларни йўқотиш учун **Notebook** менюсидан **Notebook Options** бўлими танланади ва ҳосил бўлган ойнада (9.7-расм)



9.7-расм. Notebook Options бўлими

Compact улаб-узгичи белгиланади ва **OK** босилади.

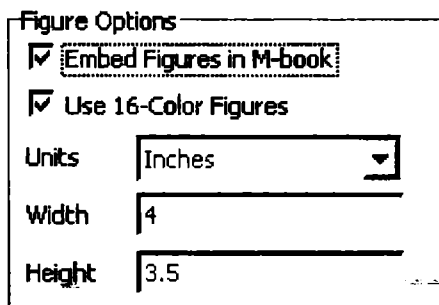
Сонларнинг форматини ўзгартириш учун **Notebook** менюсидан **Notebook Options** бўлими танланади ва ҳосил бўлган ойнадан (9.8-расм) зарур формат танланади ва **OK** босилади.



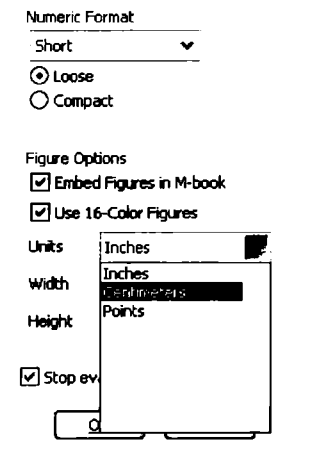
9.8-расм. Сонларнинг форматини ўзгартириш

9.12. M-book графикларининг ўлчамларини ўзгартириш

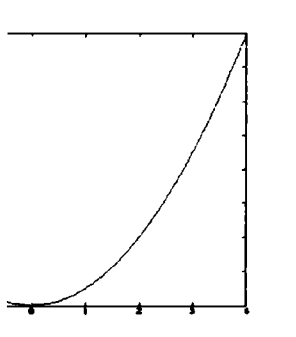
M-book даги графикларнинг ўлчамларини ўзгартириш учун **Notebook** менюсидан **Notebook Options** бўлими танланади ва ҳосил бўлган ойнада (9.9-расм) графикнинг зарур ўлчамлари, яъни кенглиги (**Width**) ва баландлиги (**Height**) киритилади ва **OK** босилади. Ушбу ойнада узунликнинг ўлчов бирлигини (масалан, **Centimeters**-сантиметрларда) **Units** бўлимидаги очилувчи менюдан (9.10-расм) танлаш мумкин (**Inches**-дюймларда, **Points**-нукталарда):



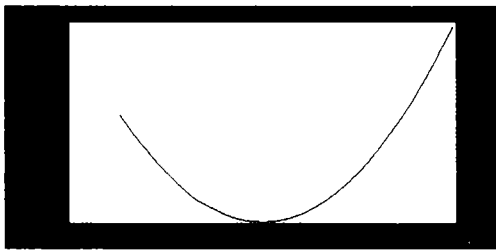
9.9-расм. M-book даги графикларнинг ўлчамларини ўзгартириш



Узунликнинг ўлчов бирлиги
 иришлар фақат M-book
 ради.
 графикнинг ўлчамлари



фикнинг ўлчамларини ўзгарт
 ги 6 см га ва баландлиги
 ирилса графикнинг ўлча



9.12-расм. Ўлчамлари ўзгарган график

9.13. Notebookдан фойдаланишга мисоллар

Ушбу мисолда дифференциал тенгламаларни сонли интеграллашда ишлатиладиган ode23 ва ode45 ечгичлари ўзаро таққосланган. Хужжат M-book кўринишида бажарилган.

ode23 ва ode45 — оддий дифференциал тенгламаларни сонли усул билан ечиш функциялари. Уларда ўзгарувчи қадамли Runge-Kutta усулидан фойдаланилади. ode23 функцияси 2- ва 3- тартибли формулаларга, ode45 эса 4 ва 5- тартибли формулаларга асосланган.

Дифференциал тенгламаларнинг ечгичларидан фойдаланишни қуйидаги дифференциал тенгламалар системасини ечиш мисолида кўрайлик:

$$y_1' = (1 - 0.01y_2)y_1$$

$$y_2' = (-1 + 0.02y_1)y_2$$

Бунинг учун тенгламалар системасини m-файл функция кўринишида ёзиб

```
function yp = difft2(t,y)
```

```
yp = diag([1 - .01*y(2), -1 + .02*y(1)])*y;
```

уни бирор (масалан, difft2) ном билан сақлаймиз (масалан MATLABнинг work папкасида). Кейин бошлангич қийматларни кiritиб ечимни олишимиз мумкин.

Юқорида келтирилган дифференциал тенгламалар системасини ode23 ва ode45 ечгичлар ёрдамида ечишни ва олинган натижаларни (9.13, 9.14 ва 9.15-расмлар) ўзаро таққослаб кўрайлик.

9.13.1. Дифференциал тенгламани ode23 ечгич ёрдамида ечиш

```
t0 = 0;
```

```
tfinal = 15;
```

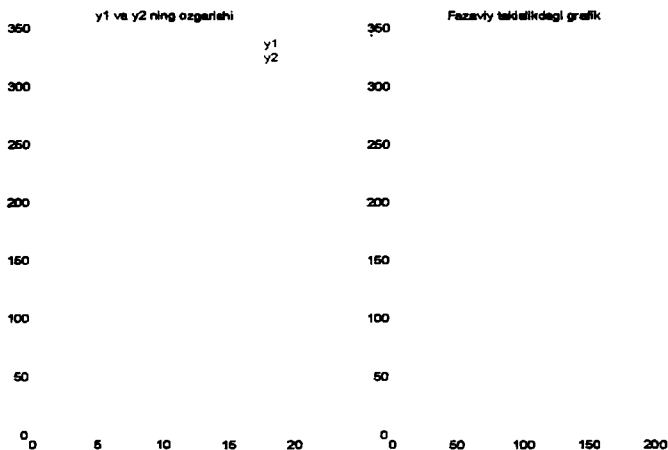
```
y0 = [20 20]';
```

```
tfinal = tfinal*(1+eps);
```

```

[t,y] = ode23('dift2',[t0 tfinal],y0);
subplot(1,2,1)
plot(t,y)
legend('y1','y2')
title('y1 va y2 ning ozgarishi')
subplot(1,2,2)
plot(y(:,1),y(:,2))
title('Fazaviy tekislikdagi grafik')

```



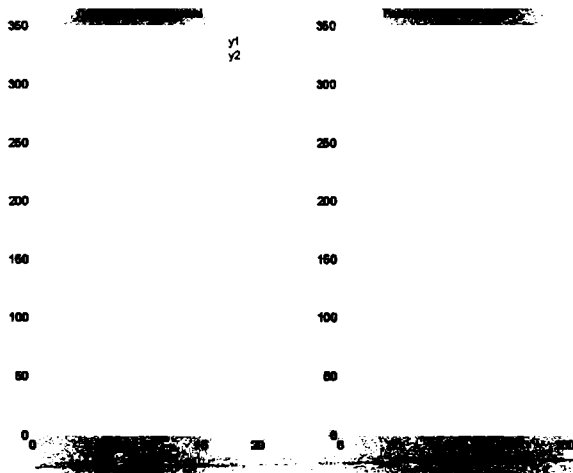
9.13-расм. Дифференциал тенгламани ode23 егич ёрдамида ечиш

9.13.2. Дифференциал тенгламани ode45 егич ёрдамида ечиш

```

t0 = 0;
tfinal = 15;
y0 = [20 20]';
tfinal = tfinal*(1+eps);
[t,y] = ode45('dift2',[t0 tfinal],y0);
subplot(1,2,1)
plot(t,y)
legend('y1','y2')
title('y1 va y2 ning ozgarishi')
subplot(1,2,2)
plot(y(:,1),y(:,2))
title('Fazaviy tekislikdagi grafik')

```

4-расм. Дифференциал тенгламани `ode45` ечгич ёрдамида

9.13.3. Ечимларнинг фазавий графиклари

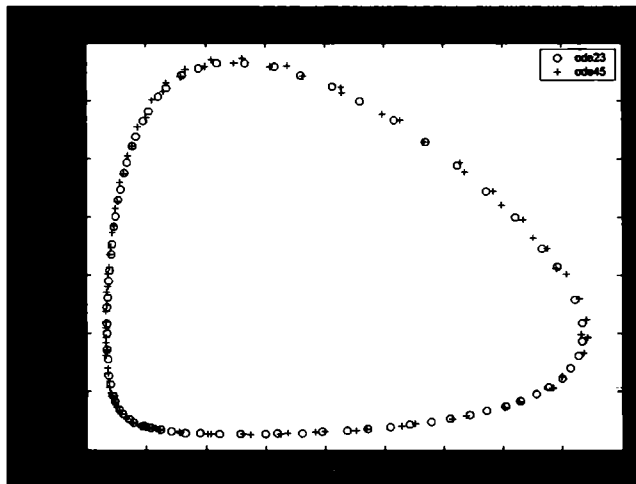
```
= ode45('dift2',[t0 tfinal],y0);
```

```
ot(1,1,1)
```

```
Fazaviy tekislikdagi grafik')
```

```
Y(:,1),y(:,2),'o',Y(:,1),Y(:,2),'+');
```

```
d('ode23','ode45')
```



9.15-расм. Ечимларнинг фазавий графиклари

Иккала йўл билан олинган натижалар бир-бирига яқин. Буни фазавий графикардан ҳам кўришимиз мумкин.

9.14. Функцияларни минималлаш

9.14.1. Бир ўзгарувчи функцияларни минималлаш

MATLABда бир ўзгарувчи функцияларни минималлаш учун `fminbnd` функцияси мавжуд. У қуйидаги кўринишларда ишлатилади:

```
x = fminbnd(fun,x1,x2)
x = fminbnd(fun,x1,x2,options)
x = fminbnd(fun,x1,x2,options,P1,P2,...)
[x,fval] = fminbnd(...)
[x,fval,exitflag] = fminbnd(...)
[x,fval,exitflag,output] = fminbnd(...)
```

Функцияни минималлашни $y=\sin(x)+x/4$ функциянинг $-\pi$ дан π гача бўлган ораликдаги минимумини аниқлаш мисолида кўрайлик:

```
[x]=fminbnd('sin(x)+x/4',-pi,pi)
x =
-1.8235
```

Минимум нуктадаги функциянинг қийматини ҳам аниқлаш мумкин:

```
[x,y]=fminbnd('sin(x)+x/4',-pi,pi)

x =
-1.8235
y =
-1.4241
```

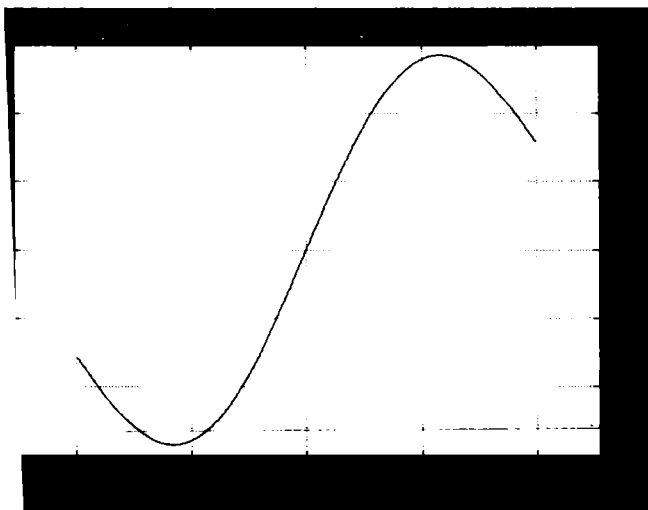
Олинган натижаларни текшириб кўриш учун функциянинг графигини курамыз (9.16-расм):

```
x=-pi:0.01:pi;
y=sin(x)+x/4;
plot(x,y)
grid on
```

9.16-расм. $y=\sin(x)+x/4$ функциянинг графиги

и бошқача кўринишда ҳам куриш мумкин (9.17-р:
1:pi;
) $+x/4$;

KTick',-pi:pi/2:pi)
KTickLabel',{'-pi','-pi/2','0','pi/2','pi'})



м. $y=\sin(x)+x/4$ функция графигининг бошқача кўриниши

Графиклардан олинган натижалар тўғри эканлигини кўришимиз мумкин.

Қуйидаги масалани кўрайлик. Йўлнинг v (км/соат) тезликда кетаётган автомобилга кўрсатадиган қаршилигини топиш учун қуйидаги эмпирик формуладан фойдаланилади:

$$f(v) = 24 - \frac{2}{3}v + \frac{1}{30}v^2$$

Қаршилик энг кам бўладиган тезликни топинг.

Ечиш. Автомобилнинг 0 дан 200 км/соатгача тезликларида функциянинг минимумини аниқлаймиз:

```
[v,f]=fminbnd('24-2*v/3+v*v/30',0,200)
```

```
??? Error using ==> inlineeval
```

```
Error in inline expression ==> 24-2*v/3+v*v/30
```

```
??? Undefined function or variable 'v'.
```

```
Error in ==> C:\MATLAB6p5\toolbox\matlab\funfun\@inline\feval.m
```

```
On line 34 ==> INLINE_OUT_ = inlineeval(INLINE_INPUTS_,  
INLINE_OBJ_.inputExpr, INLINE_OBJ_.expr);
```

```
Error in ==> C:\MATLAB6p5\toolbox\matlab\funfun\fminbnd.m
```

```
On line 115 ==> x = xf; fx = feval(funcn,x,varargin{:});
```

MATLAB хатолик тўғрисида ахборот берди (Undefined function or variable 'v' — Аниқланмаган, v функцияни ёки ўзгарувчи). MATLAB ядросидаги m -файл кўринишидаги `fminbnd` функция аргумент сифатида x ўзгарувчидан фойдаланганлиги сабабли v нинг ўрнига x ёзиш керак.

```
[x,f]=fminbnd('24-2*x/3+x*x/30',0,200)
```

```
x =
```

```
10.0000
```

```
f =
```

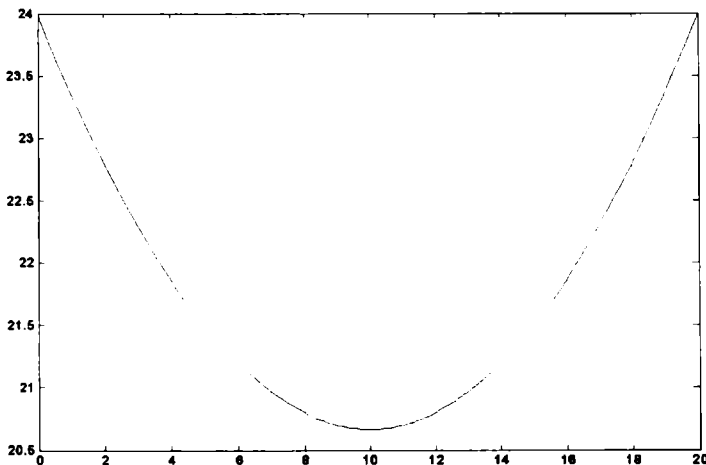
```
20.6667
```

Масаланинг жавоби $v=10$ км/соат

Функциянинг графигини куриб (9.18-расм) олинган натижани текшириб кўрамиз:

```
v=0:0.1:20;
```

```
plot(v,24-2*v/3+v.*v/30)
grid on
```



9.18-расм. $f(v) = 24 - \frac{2}{3}v + \frac{1}{30}v^2$ функциянинг графиги

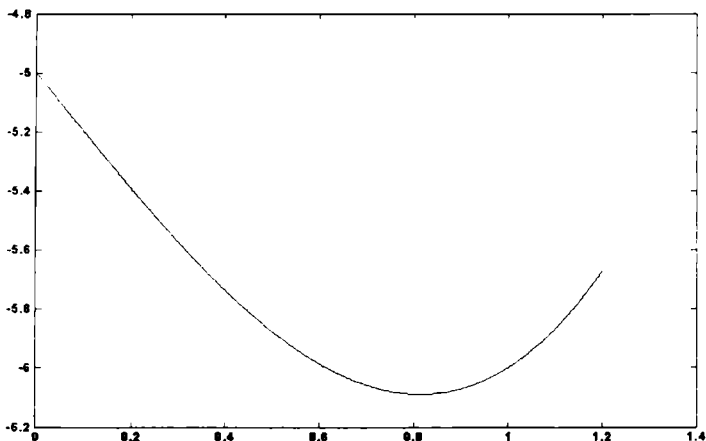
Минималлаш функциясининг аргументи ички бўлиши ҳа
 1. Бунинг учун керакли интервалда бириктирилган объект (f
 гинади.

```
f = inline('x.^3-2*x-5');
x = fminbnd(f, 0, 4)
y = f(x)
```

```
x =
0.8165
y =
-6.0887
```

Функциянинг графигини куриб (9.19-расм)олинган на
 :шириб кўрамыз:

```
x=0:0.001:1.2;
plot(x,x.^3-2*x-5)
grid on
```



9.19-расм. Ички аргументли функциянинг графиги

Берилган функциянинг минимумга эришадиган нуқтадан ташқари, инг ишорасини тесқарисига алмаштириб `fminbnd` функция ёрдами-максимумга эришадиган нуқтасини ҳам топишимиз мумкин:

```
[xmin,y]=fminbnd('1 ./ ((x-.3).^2 + .01) + 1 ./ ((x-.9).^2 + .04) —
).4,1)
```

```
xmin =
```

```
0.6370
```

```
y =
```

```
11.2528
```

```
xmax=fminbnd(' -1 ./ ((x-.3).^2 + .01) + 1 ./ ((x-.9).^2 + .04) —
),1)
```

```
xmax =
```

```
0.2996
```

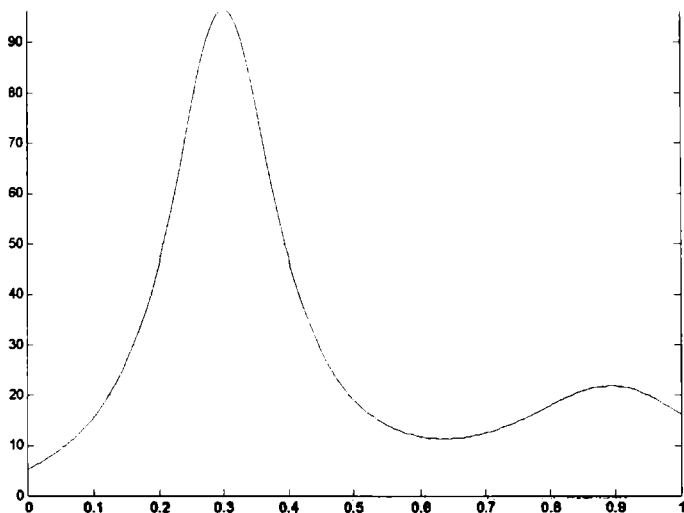
Функциянинг графигини куриб (9.20-расм) олинган натижани шириб кўрамиз:

```
x = 0:.005:1;
```

```
y = 1 ./ ((x-.3).^2 + .01) + 1 ./ ((x-.9).^2 + .04) — 6;
```

```
plot(x,y)
```

```
grid on
```



20-расм. Функциянинг графигини куриб олинган натижани текшириб кўриш

9.14.2. Бир неча ўзгарувчили функциянинг минимумини аниқлаш

Бир неча ўзгарувчили функциянинг минимумини аниқлаш учун `fminsearch` функцияси ишлатилади. Унинг кўринишларидан бири шундай:

```
x = fminsearch(fun,x0),
```

бу ерда `x0` скаляр, вектор ёки матрица кўринишидаги дастлабни аниқлаш.

Куйидаги мисолда иккита ўзгарувчили (`x1` ва `x2`) функциянинг минимумини аниқланган. Дастлабки яқинлашиш сифатида `x1=-1,5` ва `x2=2` олинган.

```
[x,y] = fminsearch('100*(x(2)-x(1))^2+(1-x(1))^2',[-1.5,2])
```

```
x =
```

```
1.0000 1.0000
```

```
y =
```

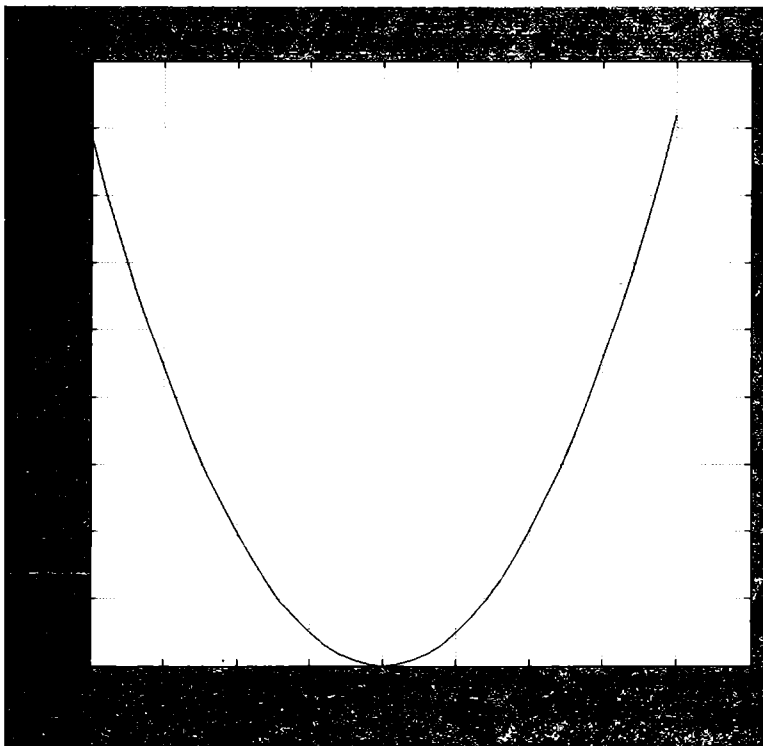
```
6.3203e-010
```

Функция минимал қийматга ($y=6.3203e-010$) $x_1=1$ ва $x_2=1$ нуктада эришиши аниқланди. Олинган натижани функциянинг графини куриш йўли билан текшириб кўришимиз мумкин.

```

x2=1 учун график (9.21-расм):
x=0.98:0.001:1.02;
y = 100*(1-x.^2).^2+(1-x).^2;
plot(x,y)
grid on
ylabel('y')
xlabel('x(1)')
title('x(2)=1 uchun grafik')

```

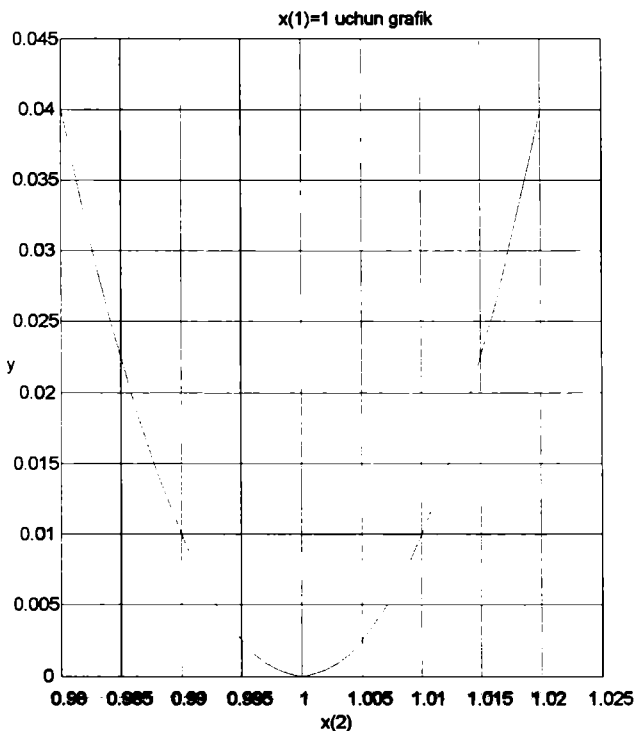


9.21-расм. Бир неча ўзгарувчли функциянинг $(x(2)=1)$ учун

```

x1=1 учун график (9.22-расм):
x=0.98:0.001:1.02;
y = 100*(x-1^2).^2+(1-1)^2;
plot(x,y)
grid on
ylabel('y')
xlabel('x(2)')
title('x(1)=1 uchun grafik')

```

9.22-расм. Бир неча ўзгарувчи функциянинг $(x(1)=1)$ учун

10. CONTROL SYSTEM TOOLBOX-АВТОМАТИК БОШҚАРИШ ТИЗИМЛАРИНИ МОДЕЛЛАШ

10.1. Чизиқли тизимларнинг моделлари

Control System Toolbox пакети автоматик бошқариш тизимларини таҳлил қилиш ва лойиҳалаш учун алгоритмлар тўплашнинг функциялари узатиш функцияларининг амаллар фаосида таҳлил қилишнинг замонавий усуллариди. Control System Toolbox пакети ёрдамида фақат узатиш тизимига эмас балки дискрет тизимларни ҳам таҳлил

қилиш тизимларни тадқиқ қилиш учун қуйидаги усуллардан фойдаланилади:

• Дифференциал тенгламалар
 • Алгоритмлар майдонидаги моделлар

- ўтказиш функциялари
- «нол-кутб» кўринишдаги моделлар

Биринчи икки усул вақт бўйича усуллар деб аталади, чунки улар тизимнинг вақт бўйича ҳолатини тавсифлайди ва сигналлар орасидаги ички боғланишларни акс эттиради. Кейинги икки усул частотавий усуллар деб аталади ва улар тизимнинг частотавий характеристикалари билан боғлиқ бўлиб, фақат кириш-чиқиш хусусиятларини акс эттиради.

Объектлар динамикасининг бошланғич тенгламалари одатда но-чизикли дифференциал тенгламалар кўринишида бўлади ва улар одатда шаклланган режим чегараларида чизикли дифференциал тенгламалар кўринишига келтирилади.

Берилган $\ddot{y} + 2\dot{y} + 3y = 4\dot{u} + 5u$ чизикли тенгламани оператор шаклда куйидагича ёзиш мумкин:

$$(p^2 + 2p + 3)y = (4p + 5)u \text{ ёки } D(p)y = N(p)u$$

Бу ерда $u(t)$ — кириш сигнали, $y(t)$ — чиқиш сигнали, $p = \frac{d}{dt}$ — дифференциаллаш оператори, $D(p) = p^2 + 2p + 3$ ва $N(p) = 4p + 5$ — оператор кўринишдаги полиномлар.

Комплекс s ўзгарувчили чизикли стационар тизимнинг ўтказиш функцияси $W(s)$ нолга тенг бўлган бошланғич шартларда чиқиш ва киришнинг Лапласа бўйича ўзгартиришларининг нисбатига тенг

$$W(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}, \quad Y(s) = \int_0^{\infty} y(t)e^{-st} dt, \quad U(s) = \int_0^{\infty} u(t)e^{-st} dt$$

Юқорида келтирилган тенглама билан тавсифланувчи звенонинг ўтказиш функцияси

$$W(s) = \frac{4s+5}{s^2+2s+3},$$

яъни, p ўзгарувчини s ўзгарувчига алмаштирилгандаги $N(p)/D(p)$ полиномларнинг нисбатига мос келади.

MATLAB муҳитида узатиш функцияси иккита кўпхад (полином) нинг нисбати кўринишида киритилади. Полиномлар даражаси камайиб борувчи коэффицентлар массиви сингари сақланади. Масалан,

$$F(s) = \frac{2s+4}{s^3+1.5s^2+1.5s+1}$$

узатиш функцияси куйидагича киритилади:

```
>> n = [2 4]
```

```
n =
```

```
2 4
```

```
>> d = [1 1.5 1.5 1]
d =
1.0000 1.5000 1.5000 1.0000
>> f = tf ( n, d )
Transfer function:
2 s + 4
```

```
-----
```

```
s^3 + 1.5 s^2 + 1.5 s + 1
```

ёки бошқача кўринишда ҳам киритилиши мумкин:

```
>> f = tf ( [2 4], [1 1.5 1.5 1] );
```

Хотирада киритилган узатиш функциясини тавсифловчи **tf** клас-сидаги объект ҳосил бўлади.

Киритилган узатиш функциясидан «ноллар-кутблар» шаклидаги моделни ҳосил қилиш мумкин.

```
>> f_zpk = zpk(f)
```

```
Zero/pole/gain:
```

```
2 (s+2)
```

```
-----
```

```
(s+1) (s^2 + 0.5s + 1)
```

Суратнинг илдиzlари ноллар ва махражнинг илдиzlари кутблар деб аталади. Юқоридаги функция битта нол ($s = -2$ нуктада) ва учта кутбга ($s = -1$ ва $s = -0,25 \pm 0,9682i$ нукталарда) эга. Квадрат учҳад комплекс кутблар жуфтлигига мос келади.

Ҳолатлар фазосидаги модель дифференциал тенгламаларни стандарт Коши шаклида (биринчи тартибли тенгламалар системаси) ёзилиши билан боғланган:

$$\dot{x} = A x + B u$$

$$y = C x + D u$$

Бу ера x — ҳолат ўзгарувчиларининг $n \times 1$ ўлчамли вектори, u — кириш сигналларининг $m \times 1$ ўлчамли вектори (бошқариш вектори ва y — чиқиш сигналларининг $p \times 1$ ўлчамли вектори. Бундан ташқари, A , B , C ва D — доимий матрицалар. Матрицавий ҳисоблашлар қондасига асосан A матрица $n \times n$ ўлчамли квадрат матрица бўлиши керак, B матрица нинг ўлчами $n \times m$, C матрицаники — $p \times n$ ва D матрицаники — $p \times m$ бўлади. Битта кириш ва битта чиқишли тизим учун¹ D матрица — скаляр катталик.

Узатиш функциясини ҳолатлар фазосидаги моделга ўзгартириш учун қуйидаги командадан фойдаланилади:

```
>> f_ss = ss ( f )
```

¹ Хорижий адабиётларда бир ўлчамли тизимлар учун SISO = Single Input Single Output қискартиришдан фойдаланилади.

```

a =
x1 x2 x3
x1 -1.5 -0.1875 -0.03125
x2 8 0 0
x3 0 4 0
b =
u1
x1 0.5
x2 0
x3 0
c =
x1 x2 x3
y1 0 0.5 0.25
d =
u1
y1 0

```

Ушбу ўзгартириш моделнинг матрицалари куйидаги кўринишга эга эканлигини билдиради:

$$A = \begin{bmatrix} -1.5 & -0.1875 & -0.03125 \\ 8 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, C = [0 \quad 0.5 \quad 0.25], D = 0$$

Ҳолатлар фазосидаги моделни фақат *тўғри*, яъни, суратининг даражаси махражининг даражасидан катта бўлмаган узатиш функциялари учун қуриш мумкин.

10.2. Шаклланган режимдаги кучайтириш коэффициентлари

Чизикли тизимларнинг асосий характеристикаларидан бири бўлиб шаклланган режимдаги кучайтириш коэффициентлари ёки бошқача айтганда *статик кучайтириш коэффициенти* (*static gain, DC-gain*) ҳисобланади. Уни бирга тенг бўлган кириш сигналидаги чиқиш сигналининг шаклланган киймати каби аниқлаш мумкин. Шаклланган режимдаги кучайтириш коэффициентининг ўлчов бирлиги чиқиш ва кириш сигналларининг нисбатидан аниқланади.

MATLAB да **f** моделнинг статик кучайтириш коэффициентини ҳисоблаш учун

```
>> k = dcgain ( f )
```

командасидан фойдаланилади, масалан:

```
>> f=tf([2 4], [1 2 3])
```

function:

--
+ 3
gain(f)

10.3. Импульс характеристика

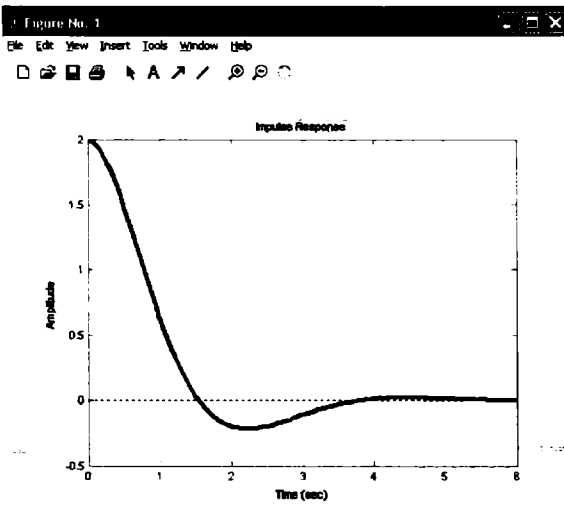
характеристика деб системанинг нолга таянган шартларда бирлик чексиз импульс (дельта-функция)дан таъсирланишига айтилади. Дельта-функциялар орқали аниқланади:

$$\delta(t) = \begin{cases} 0, & t \neq 0 \\ \infty, & t = 0 \end{cases} \quad \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1.$$

Бу функция идеал функция бўлиб ҳисобланади. Аммо ёрдамида ҳосил қилиб бўлмайди.

Бу ёрдамида импульс характеристикани фақат таъсирнинг даражасидан кичик бўлган узатиш қилиб тўғри натижа олиш мумкин (10.1-расм [1 2 3]);

se(f)



10.1-расм. Тизимнинг импульс характеристикаси

10.4. Ўтиш характеристикаси

и характеристикаси (ўтиш функцияси) $h(t)$ деб номи қилдирилган шартларда системанинг бирлик поғонали сигналга айтилади.

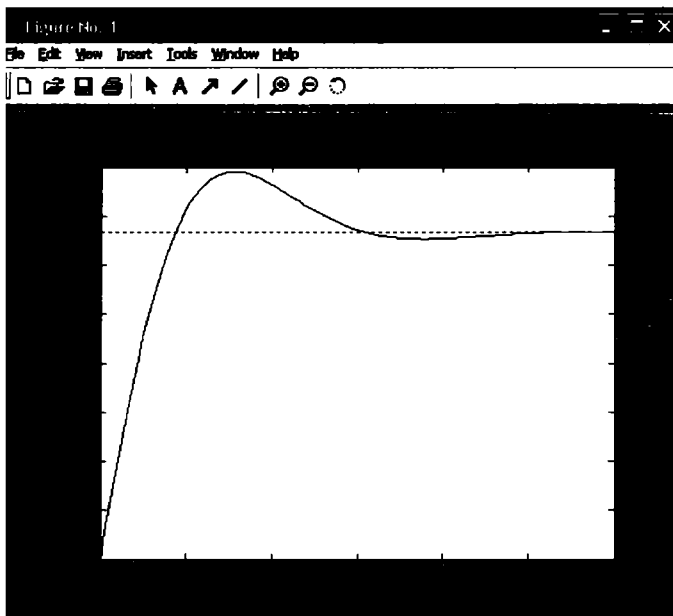
Ушбу характеристикаси ёрдамида системанинг муҳим ўзгаришларини, жумладан — ўта ростлаш (*overshoot*) ва ўтиш вақти (*settling time*) ни аниқлаш мумкин. Ростлаш куйидагича аниқланади:

$$\sigma = \frac{h_{\max} - h_{\infty}}{h_{\infty}} \times 100\%,$$

h_{\max} — $h(t)$ функциянинг максимал қиймати ва $h_{\infty} = \lim_{t \rightarrow \infty} h(t)$ — сигналнинг шаклланган қиймати.

и жароғинининг вақти деб чиқиш сигналнинг қийманган режимдаги қиймати орасидаги фарқ аввалдан бандан кичик бўлгунча ўтадиган вақтга айтилади. МАТЛАБ сатталиқ сифатида 2% фарқ қабул қилинган. Ўтиш вақти t_s ни step функцияси ёрдамида ҳосил қилинади (10.2-рasm [2 4], [1 2 3]);

exp(f)



10.2-рasm. Тизимнинг ўтиш характеристикаси

10.5. Частотавий характеристика

Чизикли системанинг киришига частотаси ω бўлган $u(t) = \sin \omega t$ гармоник (синусоидал) сигнал берилганда унинг чиқишида ҳам частотаси ω бўлган, лекин амплитудаси ва фазаси ўзгарган¹ сигнал хосил бўлади

$$y(t) = A \sin(\omega t + \varphi),$$

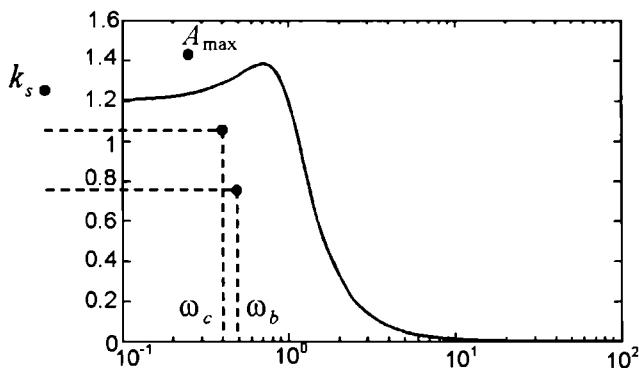
бу ерда A — амплитуда ва φ — фаза силжиши.

Частотавий характеристика системанинг $e^{j\omega t} = \cos \omega t + j \sin \omega t$ комплекс экспоненциал сигналга реакцияси каби аниқланади. Уни куриш учун $W(s)$ узатиш функциясида $s = j\omega$ ўрнига қўйишан фойдаланиш керак. $W(j\omega)$ ифодага тизимнинг частотавий узатиш функцияси ёки амплитуда-фаза частотавий характеристикаси (АФЧХ) дейилади.

$W(j\omega)$ катталиқ модули ва частота орасидаги боғланишга амплитуда частотавий характеристика ҳамда $W(j\omega)$ комплекс сон аргументи (фазаси) ва частота орасидаги боғланишга — фаза частотавий характеристика (ФЧХ) дейилади:

$$A(\omega) = |W(j\omega)|, \quad \varphi(\omega) = \arg W(j\omega) = \arctg \frac{\operatorname{Im} W(j\omega)}{\operatorname{Re} W(j\omega)}.$$

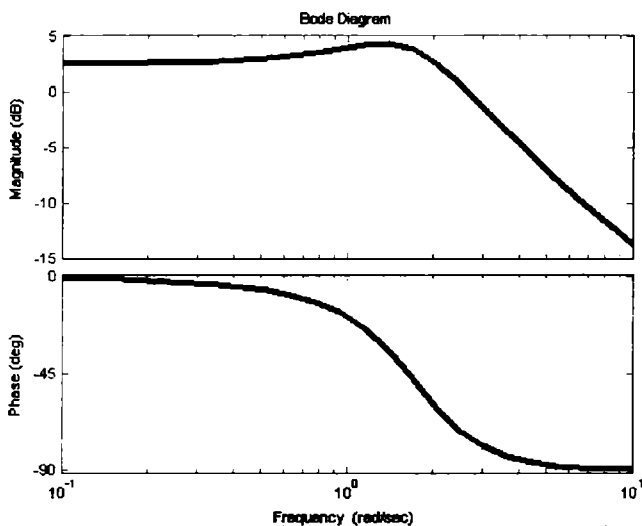
Системадан ўтаётган ҳар хил частотали сигналлар амплитудасининг ортишини АЧХ фазаси силжишини ФЧХ характерлайди.



10.3-расм. Амплитуда-частотавий характеристика

Амплитуда-частотавий ва фаза-частотавий характеристикаларни ягона ойнада куриш учун bode функциясидан фойдаланилади (10.4-расм):

¹ Чизикли бўлмаган системалар учун бундай эмас.



10.4-расм. Тизимнинг амплитуда-частотавий ва фаза-частотавий характеристикалари

ал объектлар суратининг даражаси маҳражининг даражаси билан бўлган узатиш функциясига эга бўлади, шу сабабли, уларнинг частота ортиши билан камайиб асимптотик равишда натижада катта бўлади (10.3-расм). Бундай объект *фильтр хусусиятига* эга юқори частотали сигналларни (ҳалақитлар, ўлчаш шовқинлар) ўтказмайди (ўтказмайди). Бундай хусусият сийат гармоник баланс кўллаш учун асос бўлиб хизмат қилади.

Тизимнинг АЧХ нолдан кичик бўладиган қиймати (куча коэффициентлари бирдан кичик, сигнал пасаяди) системанинг *паст частотаси* ω_c деб ва -3 дБ дан кичик бўладиган частотадаги ўтказиш коэффициентлари 0.708 дан кичик) *ўтказиш соҳаси*

деб аталади. MATLABда уни аниқлаш учун қуйидаги командадан фойдаланилади

```
>> f=tf([2 4], [1 2 3]);  
>> b = bandwidth ( f )  
b =  
2.7675
```

MATLABда частотавий характеристикаларни қуриш учун дастлаб керакли диапазонда частоталар массиви ҳосил қилинади. Бунинг учун **linspace** (чизикли шкала бўйича нукталарнинг тенг масофаларда тақсимланиши) ёки **logspace** (логарифмик шкала бўйича нукталарнинг тақсимланиши) функцияларидан фойдаланилади:

```
>> w = linspace (0, 10, 100);
```

командаси 0 дан 10 гача бўлган интервалда тенг қадамлар билан 100 та нуктадан иборат бўлган массивни шакллантиради,

```
>> w = logspace (-1, 2, 100);
```

командаси эса 10^{-1} дан 10^2 гача бўлган интервалда тенг қадамлар билан 100 та нуктадан иборат бўлган массивни ҳосил қилади.

MATLABда чизикли модел **f** учун (у узатиш функцияси, ҳолатлар фазосидаги модел ёки «ноллар-кутблар шаклида берилиши мумкин») **w** тўрдаги частотавий характеристика **freqresp** функцияси ёрдамида ҳисобланади:

```
>> r = freqresp(f, w);
```

Ушбу **freqresp** функция узатиш функцияси матрица кўринишида бўлган кўп ўлчамли моделлар (бир неча кириш ва чиқишли) учун ҳам қўлланилиши мумкин бўлганлиги сабабли уч ўлчамли массивни қайтаради. Битта кириш ва битта чиқишга эга бўлган системалар учун уч ўлчамли массивни қуйидаги команда ёрдамида бир ўлчамли массивга айлантириш мақсадга мувофиқ:

```
>> r = r(:);
```

АЧХ нинг графигини экранга қуйидаги командалардан бири ёрдамида чиқариш мумкин:

```
>> plot ( w, abs(r) );
```

```
>> semilogx ( w, abs(r) );
```

```
>> loglog ( w, abs(r) );
```

Биринчи ҳолда иккала координата ўқлари учун масштаб чизикли, икинчи ҳолда абсцисса ўқи учун логарифмик ва учинчи ҳолда иккала ўқ учун ҳам логарифмик.

Фазани градусларда ҳисоблаш учун

```
>> phi = angle(r)*180/pi;
```

командадан фойдаланилади. Кейин ФЧХ қурилади, масалан:

```
>> semilogx ( w, phi );
```

```
ёки
```

```
>> plot ( w, phi );
```

10.6. Кутблар ва ноллар

Системанинг кўпчилик динамик хусусиятлари (масалан, тезкорлик, ўта ростлаш) узатиш функциясининг кутблари орқали аниқланади. Узатиш функциясини биринчи ва иккинчи тартибли элементар (апериодик ва тебранувчи) звенолар узатиш функцияларининг кўпайтмаси кўринишида ёзиш мумкин.

Апериодик (даврий бўлмаган) звенонинг узатиш функцияси $F(s) = \frac{1}{Ts+1}$ кўринишида бўлиб, ягона характеристикага – T вақт доимийсига эга. Тахминан $\omega_0 = 1/T$ частотадан бошлаб бундай звенонинг АЧХси нолга томон пасайиб боради.

Тебранувчи звенонинг узатиш функцияси қуйидагича:

$$F(s) = \frac{1}{T^2s^2 + 2\zeta Ts + 1},$$

бу ерда T — вақт доимийси ва $0 < \zeta < 1$. Частота $\omega_0 = 1/T$ хусусий частота (*natural frequency*) ва ζ — сўниш параметри ёки демпфирлаш коэффициентини (*damping factor*) деб аталади. Импульс ва ўтиш функцияларининг тебранувчанлик характери ζ параметрнинг камайиши билан ортиб боради ва $\zeta = 0$ бўлганда тебранишлар сўнмайдиган (*консерватив*) звенога айланади. Бошқа томондан $\zeta = 1$ бўлганда махражнинг илдизлари ҳақиқий бўлади ва звено иккинчи тартибли апериодик звенога айланади.

МАТЛАВда f узатиш функциясининг кутбларини топиш учун **pole** функциясидан фойдаланилади

```
>> p = pole ( f )
```

```
p =
```

```
-1.0000 + 1.4142i
```

```
-1.0000 — 1.4142i
```

Кутблар p билан бир вақта хусусий частота $w0$ ва демпфирлаш коэффициентини $zeta$ ни ҳам аниқлаш мумкин:

```
>> [w0,zeta,p] = damp ( f )
```

```
w0 =
```

```
1.7321
```

```
1.7321
```

```
zeta =
```

0.5774

0.5774

p =

-1.0000 + 1.4142i

-1.0000 - 1.4142i

Узатиш функцияси f нинг нолларини топиш учун **zero** функц
дан фойдаланилади

```
>> z = zero ( f );
```

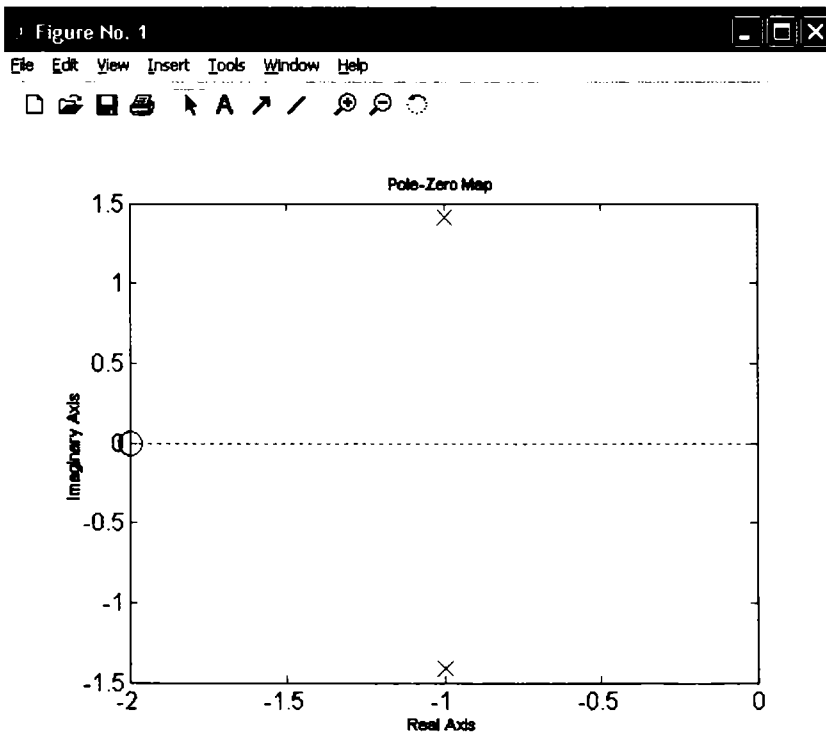
z =

-2

Системанинг турғунлиги нолларнинг жойлашишига боғлиқ эм;
кин ноллар ўтиш жараёнларига сезиларли таъсир кўрсатади.

```
>> pzmap ( f );
```

командаси комплекс текисликда системанинг ноллари (айланал
лан белгиланади) ва кутблари (крестчалар билан белгиланади)ни
ўйлашиш харитасини куради (10.5-расм).



10.5-расм. Системанинг ноллари (айланалар билан белгиланган) ва кутблари
крестчалар билан белгиланган)нинг комплекс текисликда жойлашиш харитас

10.7. LTI-Viewer модулидан фойдаланиш

Бошқариш тизимларини таҳлил қилиш учун LTI-Viewer модулидан ҳам фойдаланиш мумкин. Ушбу модул МАТЛАВнинг командалар ойнасида ltiview командасини териб Enter клавишасини босиш йўли билан чақирилади. Қуйида LTI-Viewer модулидан ҳам фойдаланишга мисол келтирилган.

1. Узатиш функциясини tf объект шаклида киритилади. Узатиш функцияси
$$F(s) = \frac{n_2 s^2 + n_1 s + n_0}{s^3 + d_2 s^2 + d_1 s + d_0}$$

қўришишга эга бўлсин.

Унинг коэффициентлари

$n = [n_2 \ n_1 \ n_0]$

$d = [1 \ d_2 \ d_1 \ d_0]$

беради ва tf объект ҳосил қилинади

$f = tf(n, d)$

Масалан:

```
>> clear all
```

```
>> n = [1 2 3];
```

```
d = [1 4 5 6];
```

```
f = tf(n, d)
```

Transfer function:

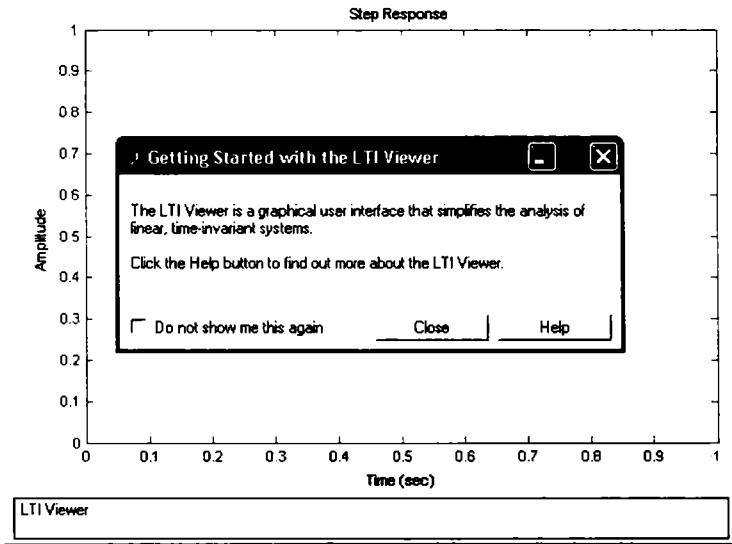
$s^2 + 2s + 3$

$s^3 + 4s^2 + 5s + 6$

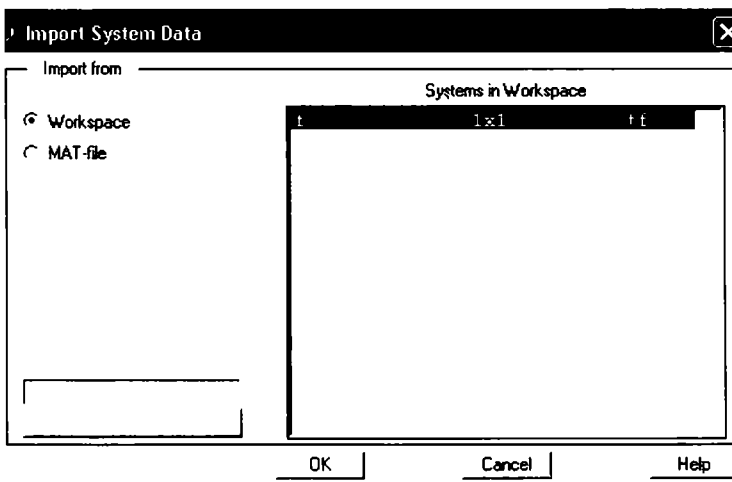
2. LTI-Viewer модулини ltiview командаси ёрдамида ишга тушурилади. Бир неча секунддан кейин экранда LTI-Viewer ойнаси ҳосил бўлади (10.6-расм).

Огоҳлантирувчи ойна Close тугмасини босиб беркитилади.

3. LTI-Viewer ойнасидаги File менюсидаги Import бўлими танланади ва f модел танланиб ОК босилади (10.7-расм).

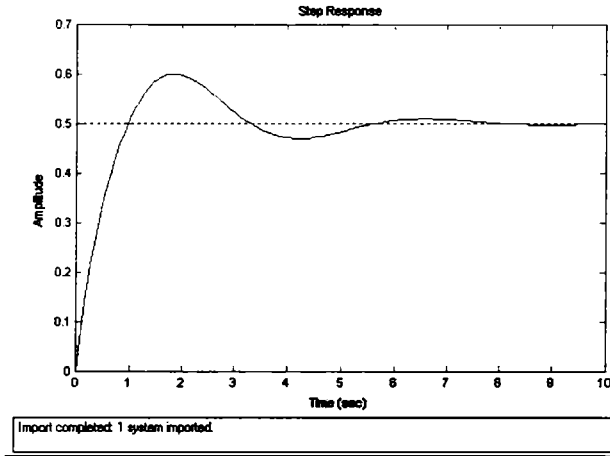


10.6-расм. LTI-Viewer ойнаси



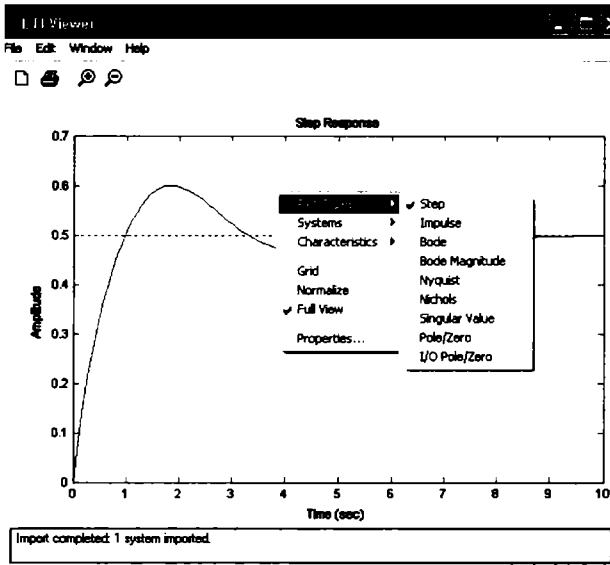
10.7-расм. Моделни юклаш

LTI-Viewer модули ишга тушади ва экранда тизимнинг геристикаси хосил бўлади (10.8-расм).



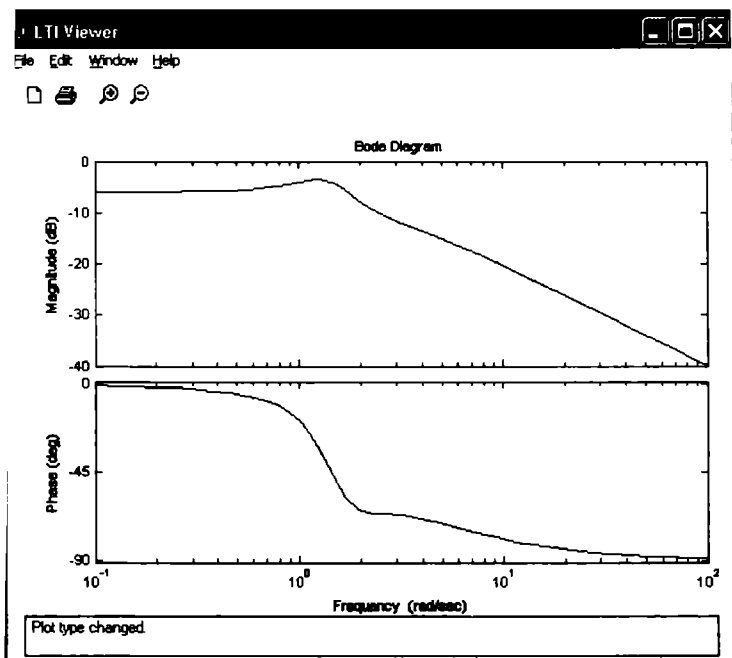
10.8-расм. LTI-Viewer модули ёрдамида олинган тизимнинг ζ характеристикаси

бу килинган характеристиканинг устида сичкон остилади (10.9-расм) ва қалқиб чиқувчи менюдан булган характеристикани танлаш мумкин.



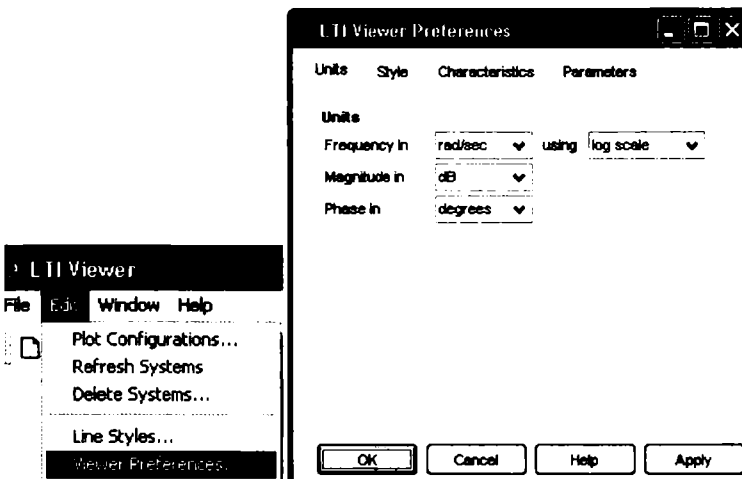
10.9-расм. Қурилиши керак бўлган характеристикани танлаш

аалан **Bode** танланса АЧХ ва ФЧХ курилади (10.10-расм)



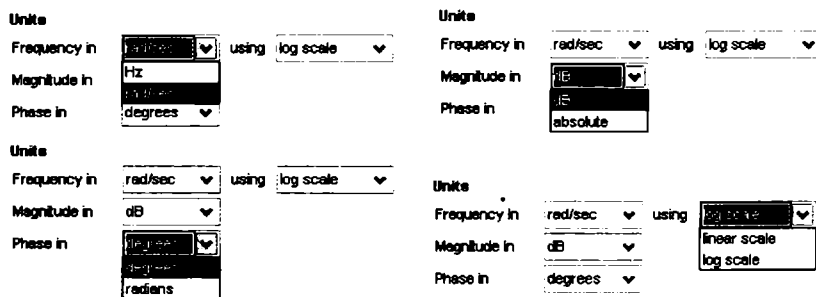
10.10-расм. АЧХ ва ФЧХ

LTI-Viewer ойнасидаги Edit менюсидаги Viewer Preferences бўлса LTI Viewer Preferences ойнаси ҳосил бўлади (10.11-расм)



10.11-расм. LTI Viewer Preferences ойнаси

Ҳосил бўлган ойнадан фойдаланиб графиклар координата ўқларининг ўлчов бирликларини ўзгартириш мумкин (10.12-расм). Масалан, частотани герцларда ёки радиан/секундларда, кучайтириш коэффициентини децибелларда ёки абсолют кийматларда, фазани градусларда ёки радианларда ўрнатиш мумкин. Бундан ташқари графикнинг чизикли ёки логарифмик масштабда бўлишини танлаш имконияти ҳам мавжуд.



10.12-расм. Графиклар координата ўқларининг ўлчов бирликларини ўзгартириш

11. SIMULINK ПАКЕТИ

11.1. Simulink

Simulink — динамик системаларни моделлаштириш, имитация ва таҳлил қилиш учун интерактив воситадир. У график блок-диаграммаларни қуриш динамик тизимларни имитация қилиш, тизимларнинг ишлашини текшириш ва лойиҳаларни мукамаллаштириш имкониятларини беради. Simulink MATLAB билан тўла интеграллашган.

Ҳозирги вақтда MATLABнинг янги версияси MATLAB 6.5 (Release 13) ва Simulink 5 кенг ишлатилмоқда.

MATLAB 6.5 дастурларни тез бажаришни таъминловчи ЛТ компиляторга эга. Шу сабабли MATLAB 6.5 техник ҳисоблашлар соҳасида С дастурлаш тилида кодлаш билан рақобатлашиши мумкин. Янги версиянинг диққатга сазовор томонларидан бири m-файллар маҳсулдорлигининг (эффektivлигининг) аввалги версиялардагига нисбатан юқорилигидир.

Simulink 5 қуйидаги янги хусусиятларга эга.

Ўрни белгиланган (фиксация қилинган) нукта билан ҳисоблашларни амалга ошириш мумкин. Сузувчи нукта билан ҳисоблашлардан фиксация қилинган нукта билан ҳисоблашларга ёки тескарисига ўтиш

йўли билан моделни мукамаллаштириш мумкин (бу ҳолда Fixed-Point Blockset ни ўрнатиш зарур).

Look-Up Table Editor асбоби жадвал блокларидаги маълумотларни қулай ҳолда кўриб чиқиш ва таҳрирлаш имкониятини беради. Таҳрирлагични чақириш модел ойнасидаги Tools менюсидан амалга оширилади.

Model Discretizer асбоби узлуксиз блокларни дискрет блокларга танлаб алмаштириш имкониятини беради (Control System Toolbox, 5.2-версияни ўрнатиш талаб қилинади). Дискретизатор модел ойнасидаги Tools менюсидан чақирилади.

Мукамаллаштирилган Diagnostic Viewer хатоликларни диагностика қилиш воситаси хатолар тўғрисидаги ахборотларни конфигурация қилиш ва уларга гиперссилкаларни қўшиш (киритиш) имкониятини беради.

Маскалар таҳрирлагичи Mask Editor динамик диалог ойнасини яратиш воситасига эга. Маскалар таҳрирлагичининг Parameters бўлимидаги Callback панели блок (осттизим) параметрларининг ўзгаришини қайта ишлайдиган функцияларни киритиш имкониятини беради. S-function Builder блоқи янги Data Properties бўлимига эга. Унинг ёрдамида портлардаги маълумотларнинг турларини, кириш ва чиқиш сигналларининг кўринишини (ҳақиқий ёки комплекс) бериш, портларнинг метка (белги)ларини аниқлаш, сигналларнинг бирликларини киритиш мумкин.

Янги Model Verification library библиотекаси қўшилган. Библиотека ҳисоблаш жараёнида моделни текширувчи блокларга эга.

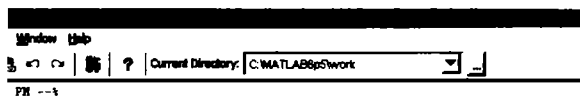
Ҳисобот яратиш асбоби Print details модел ва осттизимларнинг схемалари ҳамда блокларнинг параметрлари ва уларнинг қийматларини ўз ичига олган HTML-ҳужжатларни шакллантиради. Print details буйруғи File менюсига киритилган.

Ушбу бобда юқорида келтирилган кенгайтмалар пакетларининг таркиби ва улар билан ишлаш усуллари келтирилган. MATLAB, Simulink пакетлари ва Toolboxes, Blocksets кенгайтмаларининг пакетлари бўйича кенгроқ маълумотлар [1, 2, 3, 4, 5] адабиётларда келтирилган. Улар билан ишлаш усуллари www.matlab.ru сайтда мавжуд.

11.2. Simulinkни ишга тушириш

MATLAB дастурининг асосий ойнаси очилгандан кейин (11.1-расм) Simulink дастурини куйидаги учта усулнинг бири ёрдамида ишга тушириш мумкин:

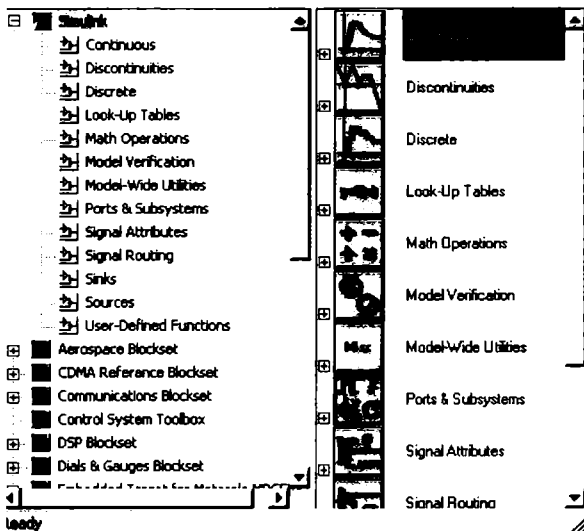
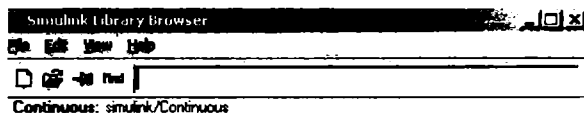
туғмасини босиш;
 3)нинг бош ойнасидаги буйруқ сатрида Simu
 атурадаги <Enter> клавишасини босиш;
 4)да Open... буйруғини бажариш ва моделни
 очуш.



FR -->

11.1-расм. MATLAB дастурининг асосий ойнаси

ва иккинчи усуллардан фойдаланилганда S
 бўлимларининг Browse ойнаси очилади (11.2



2-расм. Simulink библиотекеси бўлимларининг ойнаси

11.3. Simulink библиотекаси бўлимлари

11.2-расмда **Simulink**нинг асосий библиотекаси (ойнанинг чап томонида) ва унинг бўлимлари (ойнанинг ўнг томонида) кўрсатилган.




Simulink библиотекасида қуйидаги асосий бўлимлар мавжуд:

- *Continuous* — чизикли блоклар;
- *Discrete* — дискрет блоклар;
- *Functions & Tables* — функциялар ва жадваллар;
- *Math* — математик амаллар блоклари;
- *Nonlinear* — чизикли бўлмаган блоклар;
- *Signals & Systems* — сигналлар ва тизимлар;
- *Sinks* — регистрация қилувчи қурилмалар;
- *Sources* — сигналлар ва таъсирлар манбалари;
- *Subsystems* — ост тизимлар блоклари;

Simulink библиотекаси бўлимларининг рўйхати дарахтсимон шаклга эга бўлиб бундай рўйхатлар билан ишлаш қодалари одатдагидек. Библиотеканинг зарур бўлими танланганда унинг таркиби ойнанинг ўнг қисмида очилади. Ойна билан ишлашда менюда жамланган буйруқлардан фойдаланилади. Менюда қуйидаги тугмалар мавжуд:


- *File* (Файл) — библиотека файллари билан ишлаш;
- *Edit* (Таҳрирлаш) — блокларни қўшиш ва уларни излаш (номи бўйича);
- *View* (Кўриниш) — интерфейс элементларининг кўринишини бошқариш;
- *Help* (Ёрдам) — Библиотека бўйича ёрдам ойнасини чиқариш.

Асбоблар панелидаги тугмаларнинг вазифалари қуйидагилар:

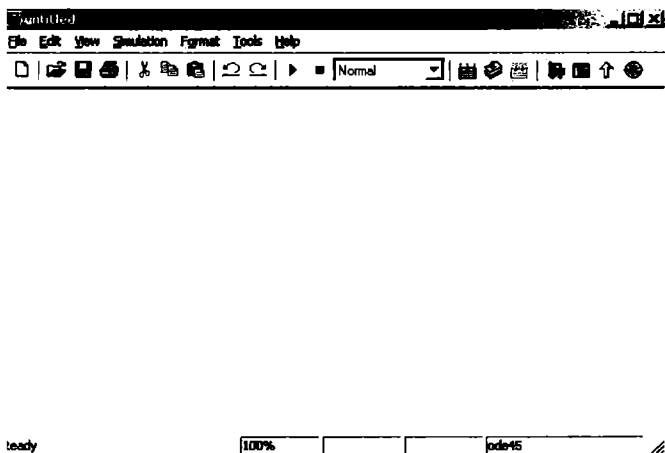
-  Янги S-моделни яратиш (модел яратиш учун янги ойнани очиш).
-  Мавжуд S-моделлардан бирини очиш;
-  Ойнанинг хоссаларини ўзгартириш;
- **Find** Блокни номи (ёки номидаги биринчи символлар) бўйича излаш. Блок топилгандан кейин библиотеканинг мос бўлими очилади ва топилган бўлим ажратиб кўрсатилади. Агар блок топилмаса изоҳ ойнасида *Not found* < блок номи > (блок топилмади) ёзувлари пайдо бўлади.

11.4. Модел яратиш

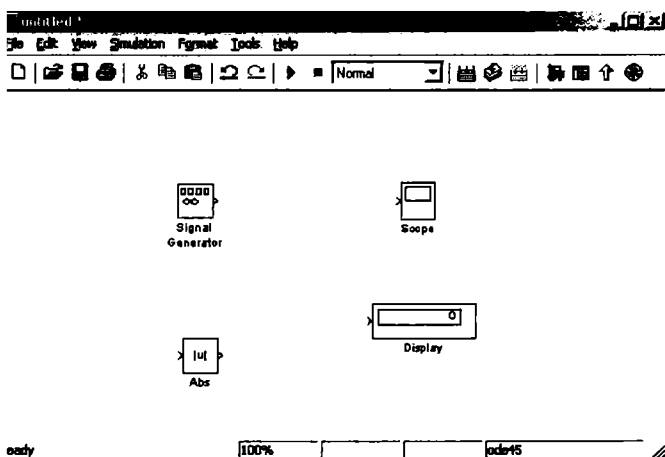
SIMULINK муҳитида модел яратиш учун қуйидаги ишларни бажариш зарур:

lew/Model, буйруғи ёки асбоблар панелидаги  т моделнинг янги файли яратилади. Моделнинг янги я 1.3-расмда кўрсатилган;

л ойнасида блокларни жойлаштирилади. Бунинг у нинг керакли бўлими очилади (масалан, Sources— ме еракли блокни курсор билан кўрсатилади ва сичко асини босиб яратилган ойнага сурилади. Блокл одел ойнаси 11.4-рамда кўрсатилган. Агар блокни і аса унинг устида сичкончанинг чап тугмаси босилад натурадаги *Delete* клавишаси босилади.

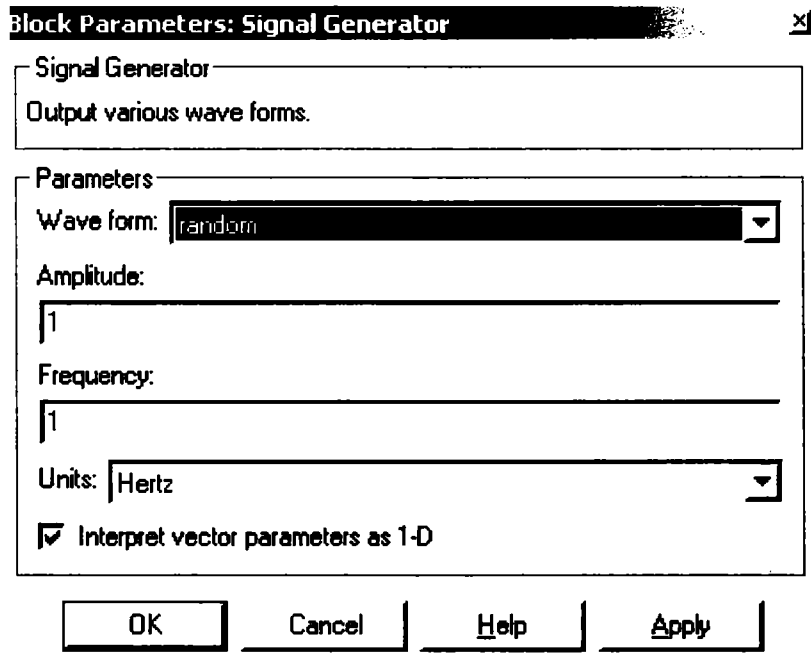


11.3-расм. Моделнинг бўш ойнаси



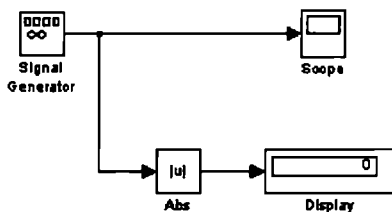
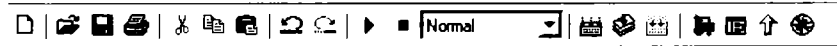
11.4-расм. Блокларга эга бўлган блок ойнаси

Кейин, агар талаб қилинса, блокнинг параметрлари ўзгартирилади, инг учун блок тасвирининг устида сичқончанинг чап тугмаси марта босилади. Блокнинг параметрларини тахрирлаш ойнаси яна босилади. Керакли ўзгартиришлар киритилгандан кейин ОК тугмаси босилиши билан ойна ёпилади. Мисол сифатида 11.5-расмда *Signal Generator* блоки параметрларини ростлаш ойнаси кўрсатилган.



11.5-расм. *Signal Generator* блоки параметрларини ростлаш ойнаси

Ҳамма зарур блоклар схемага жойлаштирилгандан кейин элементлари ўзаро уланади. Блокларни ўзаро бир-бирига улаш учун блокнинг чиқишига курсор олиб борилади ва сичқончанинг чап тугмаси босилган ҳолда бошқа блокнинг киришигача линия чизилади. Ҳар қандай қилиш линиясида тарқалиш нуктасини ҳосил қилиш учун тугма босилиши зарур бўлган нуктада сичқончанинг ўнг тугмаси босилиши керакли линия чизилади. Чизилган линияни йўқотиш учун линия тугмаси босилади ва клавиатурадаги *Delete* клавишаси босилади. Блоклари билан уланган моделнинг схемаси 11.6-расмда келтирилган.



ready

100%

ode45

11.6-расм. Моделнинг схемаси

Ҳисоблаш схемаси тузилгандан кейин уни дискда файл сифати сақлаш керак. Бунинг учун схема ойнасидаги менюдан *File/Save* нкти танланиб папка ва файл номи кўрсатилади.

11.5. Модел ойнаси

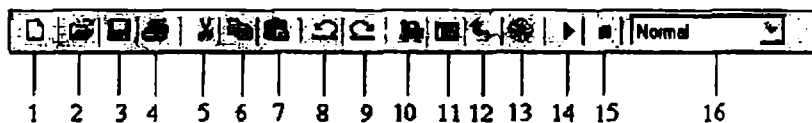
Модел ойнаси Microsoft Office учун одатий шаклга эга бўли йидаги элементларни ўз ичига олади (11.6-расм):

- Сарлавҳа (ойнанинг номи билан). Янги яратилган ойнага мс тартиб рақамга эга бўлган Untitled номи берилади;
- *File, Edit, View* ва бошқа буйруқларга эга бўлган меню;
- Асбоблар панели;
- Модел схемасини йиғиш учун ойна;
- Моделнинг жорий ҳолатини акс эттирувчи ҳолат сатри.

Ойнанинг менюси моделни таҳрирлаш, сошлаш, ҳисоблаш раёнини бошқариш, файллар билан ишлаш ва бошқалар учу йруқларга эга:

- *File* (Файл) — моделнинг файллари билан ишлаш;
- *Edit* (Таҳрирлаш) — моделни ўзгартириш ва блокларни излаш
- *View* (Кўриниш) — интерфейс элементларини кўрсатишн бошқариш;

- *Simulation* (Моделлаш) — моделлаш ва ҳисоблаш жараёнини бошқариш созланмалари(параметрлари)ни бериш.
- *Format* (Форматлаш) — блоklar ва моделнинг ташқи кўринишини ўзгартириш;
- *Tools* (Асбоблар воситалари) — модел билан ишлаш учун махсус воситаларни қўллаш (созлагич, чизиқли таҳлил ва бошқалар);
- *Help* (Ёрдам) — Ёрдам тизимининг ойнасини чакириш;
- Модел билан ишлаш учун асбоблар панелидаги тугмалардан ҳам фойдаланиш мумкин (11.7-расм).



11.7-расм. Модел ойнасининг асбоблар панели

Асбоблар панели тугмаларининг вазифалари:

1. *New Model* — Моделнинг янги (бўш) ойнасини ;
2. *Open Model* — Мавжуд mdl-файлни очиш;
3. *Save Model* — Дискда mdl-файлни сақлаш;
4. *Print Model* — Моделнинг блок-диаграммаларини босмага чиқариш;
5. *Cut* — Моделнинг белгиланган қисмини қирқиб оралик сақлаш буферига олиш;
6. *Copy* — Моделнинг белгиланган қисмининг нусхасини оралик сақлаш буферига олиш;
7. *Paste* — оралик сақлаш буферига сақланган информацияни модел ойнасига қўйиш.
8. *Undo* — Олдинги таҳрирлаш амалини бекор қилиш.
9. *Redo* — Бекор қилинган таҳрирлаш амалининг натижасини тиклаш.
10. *Library Browser* — Библиотекалар ойнасини очиш.
11. *Toggle Model Browser* — Модел ойнасини очиш.
12. *Go to parent system* — Ост тизимдан иерархия бўйича юқори поғонадаги тизимга ўтиш. Буйруқ фақат ост тизим очилган бўлсагина ишлайди.
13. *Debug* — Модел созлагичини ишга тушириш.
14. *Start/Pause/Continue Simulation* — моделни бажарилиш учун ишга тушириш (Start); модел ишга тушгандан кейин тугманинг

тасвирида **II** символ ҳосил бўлади ва унга энди *Pause* (моделлашни тўхтатиш) буйруғи мос келади; моделлашни давом эттириш учун худди шу тугманинг ўзи қайтадан босилади, чунки бу тугмага пауза режимида *Continue* (Давом эттириш) буйруғи мос келади.

15. *Stop* — Моделлашни тўхтатиш.

16. *Normal/Accelerator* — *Одатдагу/Тезлаштирилган* ҳисоблаш режими. Ушбу режимдан *Simulink Performance Tool* иловаси ўрнатилган бўлсагина фойдаланиш мумкин.

Модел ойнасининг пастки қисмида ҳолат сатри жойлашган. Унда, сичқончанинг тугмаси интерфейс мос элементининг устига олиб келинганда, асбоблар панели тугмалари ва меню пунктларига қисқа шарҳлар ҳосил бўлади. Худди шу матн майдони *Simulink* ҳолатини кўрсатиш учун ҳам хизмат қилади: *Ready* (Тайёр) или *Running* (Бажарилиш).

11.6. Блоклар билан амаллар

Бир ойнадаги блоклардан иккинчи ойнага қўйиш учун нусха олиш қуйидагича амалга оширилади: керакли библиотека ёки модел-прототипнинг ойнаси очилади ва керакли блок сичқонча ёрдамида яратилаётган (тахрир қилинаётган) моделнинг ойнасига сурилади.

Блоклардан меню буйруқлари ёрдамида ҳам нусха олиш мумкин. Бунда бажариладиган амаллар кетма-кетлига қуйидагича бўлади:

- модел ёки библиотека ойнасида нусхаси олинishi керак бўлган блок ёки блоклар белгиланади;
- актив ойнанинг *Edit* (Тўғрилаш) менюсида *Copy* (Нусха олиш) буйруғи танланади;
- блокнинг нусхаси қўйиладиган ойна активлаштирилади ва ундаги *Edit* менюсидан *Paste* буйруғи танланади.

Ҳар бир блокнинг нусхасига *Simulink* ном беради. Блокнинг биринчи нусхасининг номи унинг библиотекадаги номи билан бир хил бўлади. Блокнинг кейинги нусхаларининг номига тартиб рақами қўшилади. Фойдаланувчи блокнинг номини ўзгартириши мумкин. Блок нусхалари созланувчи параметрларининг қийматлари оригинал (нусхаси олинган) блокники билан бир хил бўлади.

Модел блокларнинг ўринларини алмаштириш. Модел ичидаги блокларнинг ўрни сичқонча ёрдамида уларни суриш йўли билан алмаштирилади. Бунда *Simulink* блокларни ўзаро боғловчи линияларни қайтадан чизади. Бир неча блокни биргаликда суриш учун улар ажратилади ва ажратилган блоклардан бири янги ўринга сурилади.

Натижада колган ажратилган блоклар ҳам улар орасидаги нисбий масофалар ва боғловчи линиялар ўзгармаган ҳолда сурилади.

Модел ичида блоклардан нусха олиш куйидаги иккита усулдан бири ёрдамида амлга оширилиши мумкин:

- <Ctrl> тугмасини босган ҳолда блокни керакли жойга суриш;
- сичкончанинг ўнг тугмасини босган ҳолда керакли жойга суриш, бунда блокка навбатдаги тартиб рақами берилади.

Блокни олиб ташлаш. Блок схемадаги кераксиз блокларни олиб ташлаш учун уларни ажратиб ёки <Backspace> клавишалардан бирини босиш етарли. Бундан ташқари блок-схема ойнасининг *Edit* менюсидаги *Clear* (Тозалаш) ёки *Cut* (Қиркиш) буйруқларидан ҳам фойдаланиш мумкин. Агар *Cut* буйруғидан фойдаланилган бўлса, кейинчалик олиб ташланган блокнинг нусхасини *Paste* буйруғи ёрдамида моделга жойлаштириш мумкин.

Блокни узиб қўйиш. Блокни боғловчи линиялардан узиб қўйиш учун <Shift> клавишаси босилган ҳолда уни бошқа жойга сурилади.

Блокни буриш. Бошланғич ҳолатда блок орқали сигнал чапдан ўнгга ўтади, яъни чап томонда блокнинг киришлари ўнг томонда эса чиқишлари жойлашади. Блокни буриш учун куйидаги амалларни бажариш керак:

- буриш керак бўлган блок ажратилади;
- блок схема ойнасининг *Format* (Формат) менюсидаги куйидаги буйруқлардан бири танланади: *Flip Block* (Блокни 180 градусга буриш) ёки *Rotate Block* (Блокни соат стрелкаси йўналишида 90 градусга буриш).

Блокнинг ўлчамларини ўзгартириш. Блок ажратилади ва сичкончанинг кўрсаткичи блок бурчак белгиларидан бирининг устига олиб келинади. Кўрсаткичнинг шакли икки томонга йўналган стрелка кўринишига ўзгарган моментда сичкончанинг чап тугмаси босилиб керакли томонга сурилади.

Блокнинг номини ўзгартириш ва суриш. Блокнинг номи ягона ва камида битта символдан иборат бўлиши керак. Блокнинг номини ўзгартириш учун унинг устида сичкончанинг чап тугмаси чертилади (босиб қўйиб юборилади) ва одатдаги усуллар ёрдамида керакли ўзгартиришлар киритилади.

Шрифтни ўзгартириш учун модел ойнасидаги *Format* (Формат) менюсидан *Font* (Шрифт) буйруғи чақирилади ва очилган диалог ойнасидан шрифт танланади. Агар блокдан ўтадиган сигналнинг йўналиши чапдан ўнгга бўлса блокнинг номи унинг пастида, сигналнинг йўналиши ўнгдан чапга бўлса юқорисида ва пастдан юқорига ёки юқоридан пастга бўлса блокнинг ўнг томонида бўлади.

Ажратилган блок номининг ўрнини икки хил усул билан ўзгартириш мумкин:

- сичқонча ёрдамида блокнинг қарама-қарши томонига суриш;
- модел ойнасининг *Format* менюсидаги *Flip Name* буйруғидан фойдаланиш — бу усул ҳам блок номини қарама — қарши томонга ўтказиш имконини беради.

Блок номини беркитиш учун модел ойнасининг *Format* менюсидаги *Hide Name* (Номни беркитиш) буйруғидан фойдаланилади. Блокнинг беркитилган номини тиклаш учун *Show Name* (Номни кўрсатиш) буйруғи хизмат қилади.

Сигналларнинг белгилари ва комментарийларни(изоҳларни) жойлаштириш. Блок схемалар тушунарли ва қулай бўлиши учун линиялардан ўтувчи сигналларни кўрсатувчи белгилар қўйиш мумкин. Белгилар горизонтал линияларнинг остига ёки устига, вертикал линияларнинг ўнг ёки чап томонига жойлаштирилади. Белгини линиянинг бошланиши, охири ёки ўртасига қўйиш мумкин.

Сигнал белгисини ҳосил қилиш учун линиянинг устида сичқончанинг чап тугмаси икки марта босилади ва белгининг матни киритилади. Сичқончанинг чап тугмаси линиянинг устида босилишига эътибор бериш керак. Акс ҳолда модел учун изоҳ ҳосил бўлади.

Белги сичқонча ёрдамида силжитилади. Агар белгини силжитиш вақтида <Ctrl> клавишаси босиб турилса, янги жойда белгининг нухаси ҳосил бўлади. Белгининг нухасини линиянинг бошқа сегментда сичқончанинг чап тугмасини икки марта босиш йўли билан ҳам ҳосил қилиш мумкин.

Белгини таҳрир қилиш учун унинг устида сичқончанинг чап тугмаси босилади ва матнга керакли ўзгартиришлар киритилади.

Белгини олиб ташлаш учун у ажратилади ва <Shift> клавишаси босиб турилган ҳолда ёки <Backspace> клавишаси босилади. Бу ҳолда линиядаги ҳамма белгилар олиб ташланади.

Изоҳларни ҳосил қилиш ва ўзгартириш. Изоҳни блок схемадаги ҳар қандай бўш ерга жойлаштириш мумкин. Бунинг учун сичқончанинг чап тугмаси икки марта босилади ва ҳосил бўлган тўртбурчак рамканинг ичига изоҳнинг матни киритилади.

Изоҳ сичқонча ёрдамида силжитилади. Агар изоҳ силжитилаётган вақтда <Ctrl> клавишаси босиб турилса янги жойда изоҳнинг нухаси ҳосил бўлади.

Ҳосил қилинган изоҳни таҳрир қилиш мумкин. Бунинг учун унинг устида сичқончанинг чап тугмаси босилади ва керакли ўзгартиришлар киритилади. Шрифтни ўзгартириш учун изоҳнинг матни ажратилади ва блок схема ойнасидаги *Format* (Формат) менюсидан *Font* (Шрифт)

буйруғи танланади. Керакли шрифт, унинг ўлчами ва атрибутлари танлангандан ОК тугмаси босилади.

Изоҳни олиб ташлаш учун <Shift> клавишаси босилган ҳолда ёки <Backspace> клавишаси босилади.

11.7. Объектларни форматлаш

Format менюсида (шунингдек сичқончанинг ўнг тугмаси ёрдамида чақирилувчи контекст менюда) блокларни форматлаш буйруқларининг тўплами мавжуд. Форматлаш буйруқлари бир неча гуруҳга бўлинади: Ёзувларнинг кўринишини ўзгартириш:

- *Font* — ёзувлар ва матнли блокларнинг шрифтларини форматлаш.
- *Text alignment* — матнни текислаш.
- *Flip name* — блок ёзувини силжитиш.
- *Show/Hide name* — блок ёзувини кўрсатиш ёки беркитиш. Блокларнинг рангини ўзгартириш:
- *Foreground color* — ажратилган блоклар линияларининг рангини танлаш.
- *Background color* — ажратилган блоклар фонининг рангини танлаш.
- *Screen color* — модел ойнаси фонининг рангини танлаш.
- Блокнинг ҳолати ва кўринишини ўзгартириш:
- *Flip block* — вертикал симметрия ўкига нисбатан акс тасвир.
- *Rotate block* — соат стрелкаси бўйича блокни 90° га буриш.
- *Show drop shadow* — блокнинг соясини кўрсатиш.
- *Show port labels* — портларнинг белгисини кўрсатиш.
- Бошқа ўрнатмалар:
- *Library link display* — библиотекалар билан боғланишни кўрсатиш.
- *Sample time colors* — вақт индикацияси блокининг рангини танлаш.
- *Wide nonscalar lines* — скаляр бўлмаган линияларнинг кенглигини орттириш/камайтириш.
- *Signal dimensions* — сигналларнинг ўлчов бирлигини кўрсатиш.
- *Port data types* — портларнинг тури тўғрисидаги маълумотларни кўрсатиш.
- *Storage class* — хотира классификацияси. Real-Time Workshop ишлаганда ўрнатиладиган параметр.
- *Execution order* — бажарилиш кетма — кетлигидаги блокнинг тартиб рақамини чиқариш.

11.8. Ҳисоблаш параметрларини ўрнатиш ва уни бажариш

Ҳисоблаш параметрларини бажарилишидан олдин ҳисоблаш параметрларини ойнасининг *Simulation/Parameters* менюси ёрдамида танлаш (11.8-расм).

Ҳисоблаш параметрларини созиш ойнаси бешта иловасига эга: *Solver* (Ҳисоб) — моделни ҳисоблаш параметрларини ўрнатиш.

Workspace I/O (Ишчи соҳага маълумотларни киритиш/чиқариш) — МАТЛАВнинг ишчи соҳаси билан маълумотларни алмаштириш параметрларини ўрнатиш.

Diagnostics (Диагностика) — Диагностика режимининг параметрларини танлаш.

Advanced (Кўшимча) — Кўшимча параметрларни ўрнатиш.

Real-time Workshop — реал вақтда ишлаш учун асбоб. Ҳисоблаш параметрлари *Solver* иловасида жойлаштирилган элементлари ёрдамида ўрнатилади. Ушбу параметрларнинг қўлланма бўлини (11.8-расм): *Simulation time* (Моделлаш иловасидаги бошқача сўз билан айтганда, ҳисоблаш вақти), *Solver options* (Ҳисоблаш параметрлари), *Output options* (Чиқариш параметрлари).

Simulation Parameters: lab_5_3

Solver | Workspace I/O | Diagnostics | Advanced | Real-Time Workshop

Simulation time
Start time: 0.0 Stop time: 10

Solver options
Type: Variable-step Solver: ode45 (Dormand-Prince)

Max step size: auto Relative tolerance: 1e-3
Min step size: auto Absolute tolerance: auto
Initial step size: auto

Output options
Refine output: [checked] Refine factor: 1

OK Cancel Help Apply

11.8-расм. Моделлаш параметрларини ўрнатиш

Ҳисоблаш вақти (Simulation time) ҳисоблашнинг бошланғич (*Start time*) ва сўнгги (*Stop time*) қийматлари кўрсатилган ҳолда берилади. Одатда бошланғич вақт нолга тенг. Сўнгги вақтнинг қиймати фойдаланувчи томонидан ечилаётган масаланинг шартларидан келиб чиққан ҳолда берилади.

Ҳисоблаш параметрлари (*Solver options*) ни танлашда моделлаш (*Type*) ва *тизимнинг* янги ҳолатини ҳисоблаш усуллари кўрсатилади. *Type* параметри учун иккита, белгиланган (фиксация қилинган) (*Fixed-step*) ёки ўзгарувчи (*Variable-step*) кадамли, вариантлар мавжуд. Одатда, *Variable-step* узлуксиз, *Fixed-step* эса дискрет тизимларни моделлашда ишлатилади.

Тизимнинг янги ҳолатини ҳисоблаш усуллари рўйхати бир неча вариантни ўз ичига олади. Биринчи вариант (*discrete*) дискрет тизимларни ҳисоблаш учун ишлатилади. Қолган усуллардан узлуксиз тизимларни ҳисоблашда фойдаланилади. Ушбу усуллар узлуксиз (*Variable-step*) ва белгиланган (*Fixed-step*) вақт қадамлари учун ҳар хил, лекин улар, ўз моҳияти бўйича, дифференциал тенгламалар системаларини ечиш процедуралари бўлиб ҳисобланади.

Очилувчи *Type* рўйхатларнинг пастида таркиби танланган модел вақтининг ўзгариш усулига боғлиқ бўлган соҳа жойлашган. *Fixed-step* танланганда бу соҳада *Fixed-step size* (белгиланган қадамнинг катталиги) матн майдони ҳосил бўлади. Унинг ёрдамида моделлаш қадами кўрсатилади. Бошланғич ҳолда моделлаш қадамининг катталиги тизим томонидан автоматик тарзда (*auto*) кўринишида қўйилган бўлади. Қадамнинг керакли катталиги *auto* қийматининг ўрнига сон шаклида ёки ҳисобланадиган ифода шаклида қўйилади (бундай усул тизим томонидан автоматик тарзда (*auto*) қўйиладиган ҳамма параметрлар учун ҳам ўринли).

Белгиланган (*Fixed-step*) қадамни танлашда ҳисоблаш режими (*Mode*) ни ҳам бериш зарур. *Mode* параметри учун учта вариант мавжуд:

- *MultiTasking* (Кўп масалали) — агар моделда бир нечта ост тизим параллел ишлаётган бўлса ва модел ишлашининг натижалари ост тизимларнинг вақт бўйича параметрларига боғлиқ бўлса танланади. Бундай режим блоklar бир — бирига юбораётган сигналларнинг тезлиги ва дискретлиги ўзаро мос эмаслигини аниқлаш имкониятини беради.
- *SingleTasking* (ягона масалали) — моделлашнинг якуний натижасига модел ташкил этувчиларининг етарли бўлмаган даражада синхронлаш таъсир этмайдиган моделлар учун ишлатилади.

- *Auto* (режимни автоматик танлаш) — Simulink режимни автоматик тарзда танлайди. Бу ҳолда таркибида сигналларни ҳар хил тезликда узатадиган блоklar бўлган моделлар учун MultiTasking режим ва таркибида сигналларни бир хил тезликда узатадиган блоklar бўлган моделлар учун SingleTasking режими ўрнатилади.
- Ўзгарувчи кадамли (*Variable-step*) вариант танланганда қуйидаги учта параметрни ўрнатиш имкониятини берувчи майдонлар ҳосил бўлади:
- *Max step size* — максимал ҳисоблаш қадами. Бошланғич ҳолда автоматик (*auto*) варианты ўрнатилган ва унинг қиймати *StopTime* ва *StartTime* орасидаги фарқнинг $1/50$ га тенг бўлади. Кўпчилик ҳолларда бундай қийматлар керагидан катта бўлганлиги сабабли кузатиладиган графиклар синиқ (силлик эмас) чизиклар кўринишида бўлади. Бундай ҳолларда максимал кадамнинг катталигини яққол тарзда бериш керак.
- *Min step size* — ҳисоблашнинг минимал қадами.
- *Initial step size* — моделлаш қадамининг бошланғич қиймати.

Ўзгарувчи кадамдан фойдаланиб узлуксиз тизимларни моделлашда ҳисоблаш аниқлиги кўрсатилади. Ҳисоблаш аниқлиги нисбий (*Relative tolerance*) ёки абсолют (*Absolute tolerance*) бўлиши мумкин. Бошланғич ҳолда улар мос ҳолда 10^{-3} ва *auto* ўрнатилган бўлади.

Solver иловасининг пастки қисмида моделланаётган тизим чиқиш сигналларини чиқариш параметрлари (*Output options*) соzланади. Ушбу параметр учун қуйидаги учта вариантдан бири танланади:

Refine output (коррекцияланган чиқариш) — модел вақтини ва To Workspace блоки ёрдамида MATLAB ишчи соҳасида сақланаётган сигналларни қайд қилиш дискретлигини ўзгартириш имкониятини беради. Дискретлик катталигини ўрнатиш ўнг томонда жойлашган *Refine factor* таҳрирлаш сатрида бажарилади. Бошланғич ҳолда *Refine factor*нинг қиймати бирга тенг, яъни, қайд қилиш $D=1$ кадам билан модел вақтининг ҳар бир қиймати учун бажарилади. Агар *Refine factor* нинг қиймати 2 бўлса ҳар иккинчи сигнал, 3 бўлса ҳар учинчи сигнал қайд қилинади. *Refine factor* параметри фақат бутун мусбат қийматларни қабул қилиши мумкин.

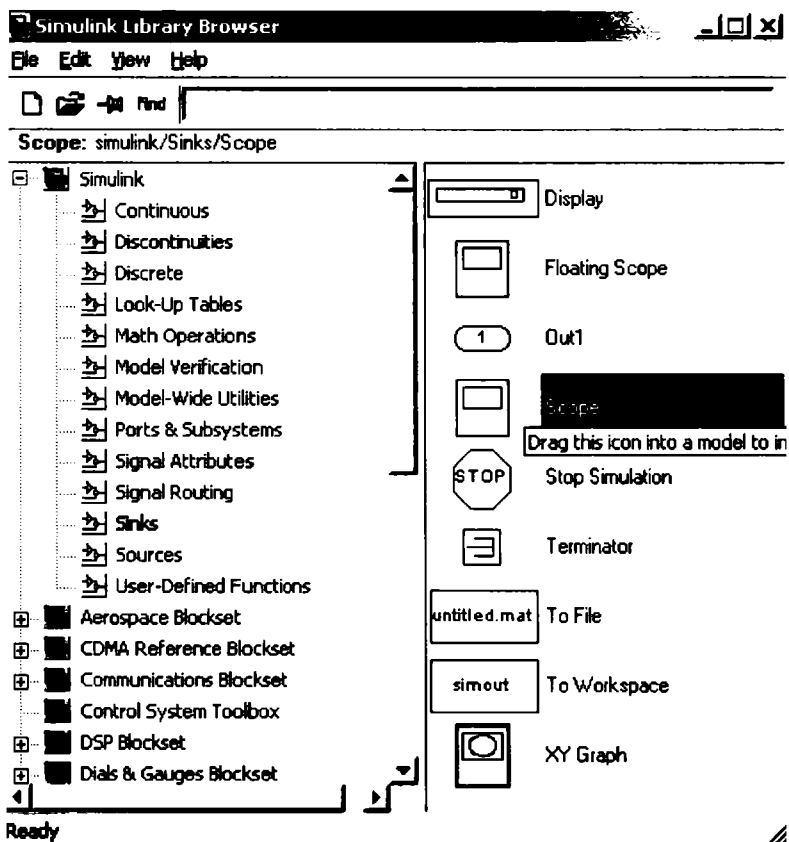
Produce additional output (қўшимча чиқариш) — берилган вақт моментларида модел параметрларини қўшимча равишда қайд қилишни таъминлайди; уларнинг қиймати квадрат қавс ичига жойлашган рўйхат кўринишида таҳрирлаш сатрига чиқарилади (бу ҳолда *Output times* (чиқариш вақт моментлари) деб аталади). Бу вариантдан фой-

нилганда таянч қайд қилиш қиймати $D=1$ бўлади. *Output times* атидаги вақтнинг қиймати каср сон бўлиши ҳамда ҳар қан ликка эга бўлиши мумкин.

reduce specified output only (фақат берилган чиқаришни қ иаш) — *Output times* (чиқариш вақт моментлари) майдон атилган моделнинг параметрларини фақат берилган вақт ларида чиқариш режимини ўрнатади.

1.9. Жараёнларни кузатиш ва қайд қилиш учун виртуал приборлар библиотекаси (Sinks)

адқик қилинаётган моделдаги жараёнларни кузатиш ва қ иш учун виртуал приборлар библиотекаси (Sinks) 11.9-рас ирилган.



11.9-расм. Виртуал приборлар библиотекаси (Sinks)

Sinks библиотекасида қуйидаги виртуал приборлар мавжуд:

Display — ўлчанаётган катталикларни дисплей экранига рақамли ўринишда чиқариш учун мослама.

Scope — вақт бўйича боғланишларни кузатиш учун осцилло коп.

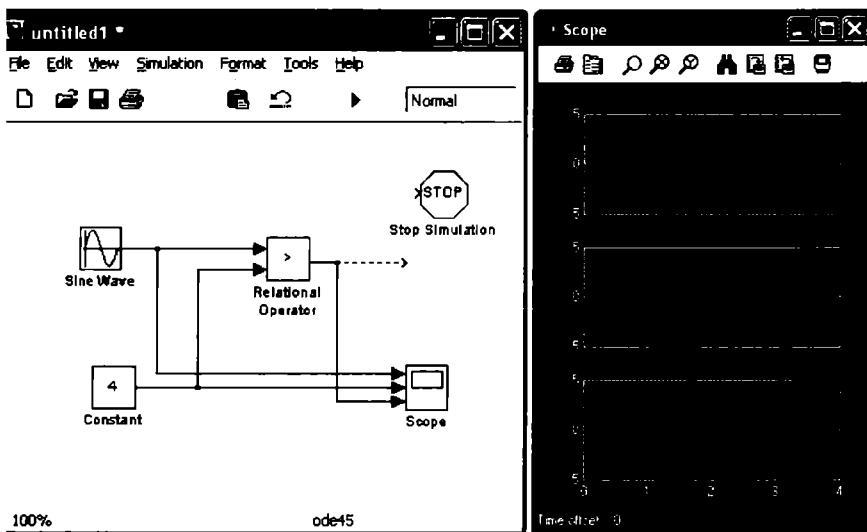
Stop Simulation — киришидаги сигнал нолга тенг бўлмаганда имуляцияни (моделлашни) тўхтатади.

To file — Simulink моделини MatLab тизими билан боғловчи блок /шбу блок моделлаш натижаларини кейинчалик қайта ишлаш учун MatLab файлига ёзиш имкониятини беради.

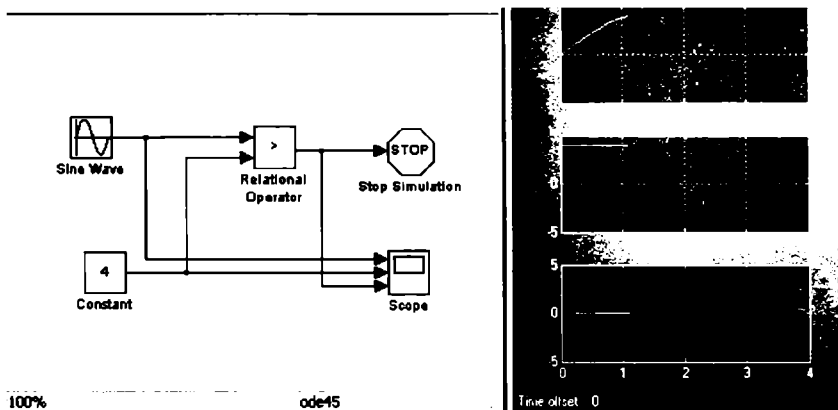
To Workspace — моделлаш натижаларини кейинчалик қайта ишлаш учун ишчи соҳага ўтказиш имкониятини беради.

XY Graph — кутбли координаталар системасида граф қургич.

Stop Simulation элементининг ишлашига мисол 11.10-расмда келтирилган. Расмда кўрсатилган Relatuonal Operator мантикий элемент киришига бериладиган сигналларни таққослайди. Агар биринчи сигнал иккинчисидан катта бўлса чиқишида мантикий бир, акс ҳолда нол ҳосил бўлади. **Stop Simulation** элементининг киришига берилган сигнал нолдан фаркли бўлса моделлаш тўхтатилишини кўришимиз мумкин.



a)



b)

11.10-расм. Stop Simulation элементининг ишлашига мисол:

a — элемент уланмаган, б — уланган

Осциллоскоп ва унинг ростлаш ойнаси 11.11-расмда кўрсатилган стлаш ойнасидаги Number of axes майдонига киритиладиган социллоскопда очиладиган экранлар сонини белгилайди. Экрандинаталар ўқи бўйича кузатилаётган катталиқнинг қиймати, афиссалар ўқи бўйича эса модел вақтининг қийматлари қўйилади.

Scope (осциллоскоп) ойнасининг параметрларини бошқариш учу йидагиларга эга бўлган асбоблар панели мавжуд:



Zoom — график ўқларининг масштабларини ўзгартириш;



Zoom X-axis — абсциссалар ўқи бўйича масштабни ўзгартириш;




Zoom Y-axis — ординаталар ўқи бўйича масштабни ўзгартириш;



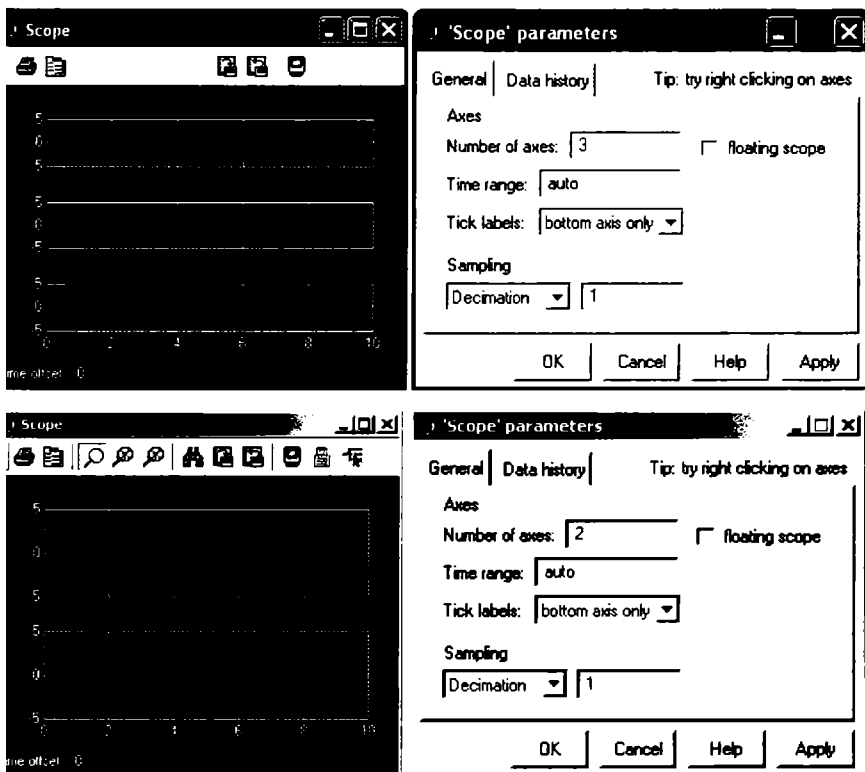
Autoscale — ўқларнинг автоматик масштабини автоматик равишда ўрнатиш;



Save current axes settings — ўқларнинг ўрнатилган масштабини сақлаш;

 Properties — Score блоки параметрларини созлаш ойнасини чиш;

 Print — Score ойнаси маълумотларини босмага чиқариш.



11.11-рас.м. Осциллоскопнинг экрани ва созлаш ойнаси

Айрим созлашларни контекст меню буйруқлари ёрдамида бажа иш мумкин. Контекст меню сичкончанинг ўнг тугмасини босиш ўли билан чақирилади:

- Properties тугмаси босилганда Properties score ойнаси очилади. Ушбу ойна иккита бўлимга эга:
- General (Умумий хоссалар), графикларни чиқариш форматин бошқариш элементларини ўз ичига олади;
- Data history (маълумотларни сақлаш), графикларда кўрсатиладиган маълумотларни MATLABнинг ишчи соҳасига ёзиш параметрларини ўрнатиш имкониятини беради.

- General бўлими қуйидаги элементларга эга:
- Number of axes матн майдони, Score ойнасида ҳосил қилинадиган ост ойналар(графиклар) сонини киритиш учун мўлжалланган. Бошланғич ҳолда фақат битта ост ойна кўрсатилади, ҳосил қилинадиган ҳамма графиклар учун Y ўқи хусусий бўлади. Лекин X координаталарни шакллантиришда ҳамма графиклар учун бир хил бўлган модел вақти олинади. Иккита графикка эга бўлган Score ойнаси 11.12-расмда кўрсатилган;
- Time range матн ойнаси, унда вақт ўқи бўйича(X ўқи) диапазоннинг чегаравий қийматлари кўрсатилади. Ушбу қийматлар модел вақтининг бирликларида яққол ёки auto калит сўз ёрдамида (бунда X ўқи бўйича вақтнинг чегаравий қиймати моделлаш сеанси учун олинган модел вақтининг сўнгги қийматига мос келади) кўрсатилиши мумкин;
- Tike labels очилувчи рўйхати, Score ойнасида бир нечта график ҳосил қилинганда ишлатилади:
 - bottom axes only — X ўқи бўйича вақтнинг қийматлари фақат энг пастки график учун кўрсатилади;
 - all — X ўқи бўйича вақтнинг қийматлари ҳамма графиклар учун кўрсатилади;
 - none — X ва Y ўқлари бўйича қийматлар кўрсатилмайди.
- Sampling очилувчи рўйхати, графикларни чизиш даврийлигини бошқариш вариантларини танлаш учун хизмат қилади:
 - Decimation — «қирқиш» коэффициенти, масалан, Decimation=3 бўлса график қуриш учун моделлашнинг ҳар учинчи қадамидаги қийматлардан фойдаланилади;
 - Sample time — график қуришда ишлатиладиган қийматларнинг даврийлиги моделлаш сеанси учун ўрнатилган моделлаш вақти қадамнинг катталиги орқали аниқланади.

Floating scope байроқчаси Score блоки учун «сузувчи» хоссасини ўрнатиш имкониятини беради; бундай блок бирорта ҳам кириш портига эга бўлмайди, лекин у блок-диаграммада танланган боғлиниш линиясидан узатилаётган сигнални кўрсатади.

Осциллоскоп ёрдамида моделларнинг айрим нукталаридаги сигналларни кузатиш мумкин (11.12-расм).

11.12-расм. Моделларнинг айрим нукталаридаги сигналларни кузатиш

Экранларнинг устига ёзувларни киритиш учун сичкончанинг ўнг тугмаси босилади ва ҳосил бўладиган контекст менюдан Axis properties бўлими танланади. Натижада 11.13–расмда кўрсатилган ойна очилади. Унинг Title майдонига керакли ёзув киритилади. Бундан ташқари ушбу ойнада абсцисса ўқининг максимал ва минимал қийматларини киритиш мумкин.



11.13-расм. Абсцисса ўқининг максимал ва минимал қийматларни ҳамда экранларнинг устига ёзувни киритиш

Display блоки моделда мавжуд бўлган сонли катталикларни экранга чиқариш учун хизмат қилади. Блок тўртта созланувчи параметрга эга.

Format — чиқариш форматини белгилайди. Формат очилувчи рўйхат ёрдамида танланади:

- Decimation — Display ойнасига чиқарилувчи қийматларнинг даврийлигини белгилайди;
- Floating display — блок–диаграммада Display блокидан фойдаланиш усулини танлаш имкониятини беради; агар бу байроқча ўрнатилган бўлса Display блоки «сузувчи» бўлади, яъни, кириш

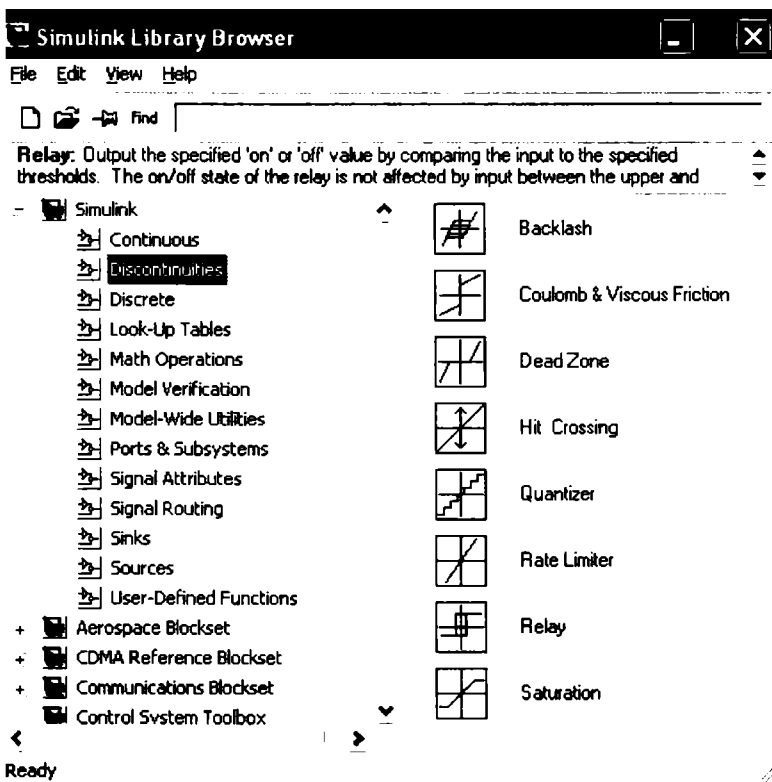
портига эга бўлмайди. Display ойнасида кўрсатиладиган сиз узатиладиган боғланиш линиясининг устида сичкончанинг тугмаси босилади;

Sample Time — Display ойнасига чиқариладиган кийматларни дискретликлигини беради.

isplay блокдан ҳам скаляр ҳам вектор кийматларни чиқари фойдаланиш мумкин. Агар намоён бўлаётган катталик вектор блокнинг формати автоматик равишда ўзгаради. Блокнинг кийматларни ўзгарганлигини унинг пастки ўнг бурчагида ҳосил бўладиган кўрсаткич на кора учбурчакдан билиб олиш мумкин.

11.10. Ночизикли блоклар библиотекази Nonlinear (Discontinuities)

ночизикли блоклар библиотекази 11.14-расмда кўрсатилган. У библиотека қуйидаги блокларга эга:



11.14-расм. Ночизикли блоклар библиотекази Nonlinear

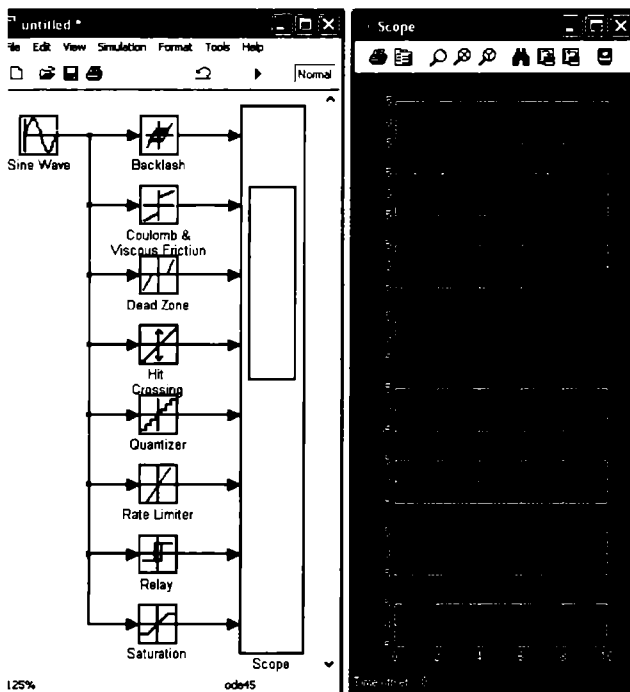
h — механик редукторларда люфтни амалга оширу
b & Viscous Friction — механик тизимларда ишк
ирувчи блок.

one — сезилмайдиган зонани амалга оширувчи
izer — кириш сигнални сатҳ бўйича квантла
блок. Поғоналарнинг катталиги созлаш майдони

imiter — кириш сигнали ҳосиласининг ишораси
хил ўтказиш коэффициентларни таъминлайд
ентларнинг қийматлари блокнинг созлаш ма
и.

— сезмайдиган зонага эга бўлган реле. Мусбат в
налларининг қийматлари созлаш майдонида ўр
tion — чекланишли кучайтиргич. Кириш сигнал
тларидаги чиқиш сигналининг қиймати созлаш м
и.

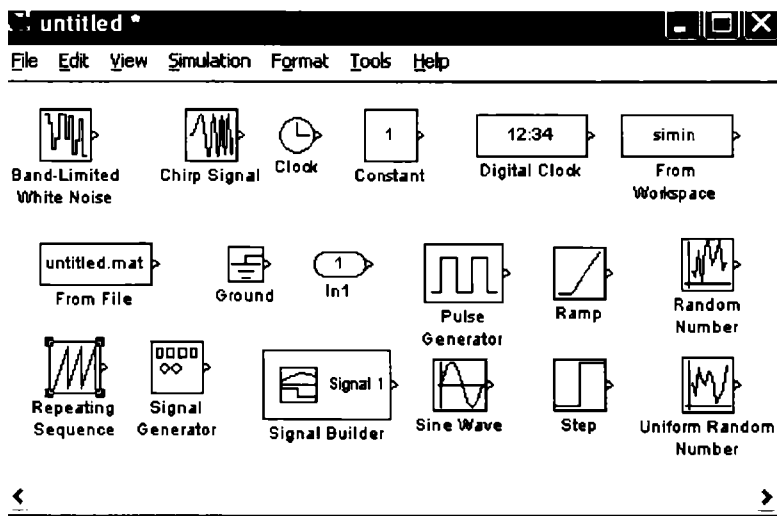
парига синусоидал сигнал берилган ночизикли бл
даги сигналлар 11.15-расмда кўрсатилган.



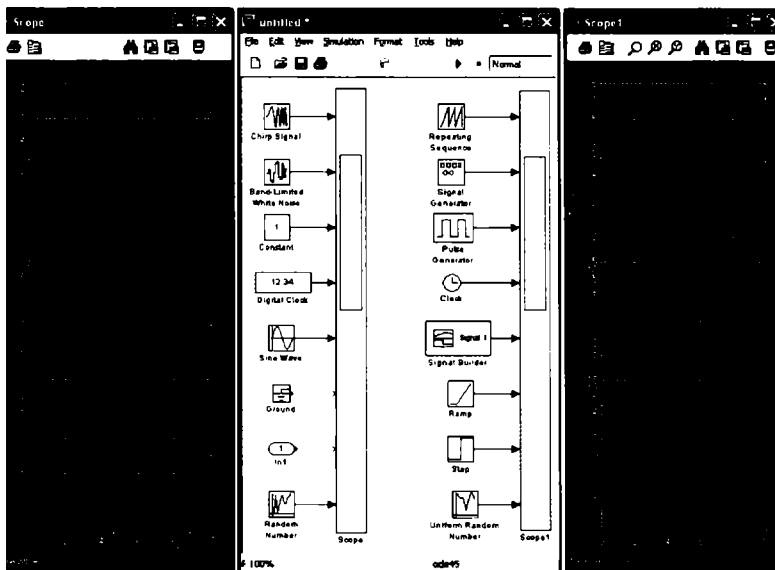
. Киришларига синусоидал сигнал берилган ночизикли блс
чиқишларидаги сигналлар

11.11. Сигналлар манбаларининг библиотекаси (Sources)

ources библиотекасида моделлашда зарур бўладиган барча арнинг манбалари мавжуд (11.16-расм). Улар ёрдамида олин син бўлган сигналларнинг айримлари 11.17-расмда кўрсатил:



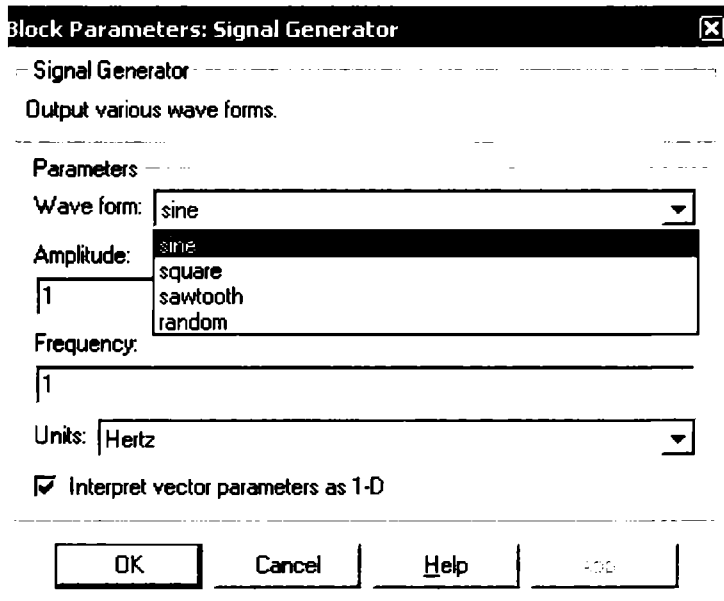
16-расм. Sources библиотекасида мавжуд бўлган сигналларнинг манбала



11.17-расм. Sources библиотекаси блоклари ёрдамида олин адиган сигналларнинг кўринишлари

дан ташқари файлдан From File блоки орқали ихтиёри ҳам бериш мумкин.

Бир график блок ўзининг ростлаш ойнаси билан боғлан, даврий сигналлар генераторининг (Signal Generator, ростлаш ойнасида даврий сигналнинг шаклини (Waveform), амплитуда ва частотасини ўрнатиш мумкин.



11.18-расм. Signal Generator блокининг ростлаш ойнаси

11.12. Subsystem — ост тизимлар

Ост тизим **Simulink**-моделнинг бир қисмидир. У алоҳида шариҳида тайёрланади. Модел тузишда ост тизимлардан қандайдир қуйидаги афзалликларга эга:

Бир вақтнинг ўзида экранда акс эттириладиган блокларнинг кўпчилигини камайтиради, яъни моделни тасаввур қилишни осон қилиб беради.

Модел қисмларини алоҳида тайёрлаш ва созлаш имконияти беради. Тайёрланган ост тизимдан бошқа моделларни тузишда фойдаланиш мумкин.

Хусусий библиотекаларни яратиш имкониятини беради. Параллел ишлаётган ост тизимларни ўзаро синхронлаш имкониятини беради.

5. Моделга хусусий маълумотнома воситаларини киритиш имкониятини беради.
6. Ост тизим очилаётган вақтда **m**-файл ишга тушадиган қилиб ост тизимни **m**-файл билан боғлаш мумкин.

Моделдаги ост тизимлар сони чекланмаган. Бундан ташқари ост тизимнинг ичига киритилиши мумкин бўлган ост тизимлар сони ҳам чекланмаган.

Ост тизимнинг модел билан (ёки иерархия бўйича юқорироқ поғонадаги ост тизим билан) боғлаш учун кириш (**Sources** библиотекасидаги **Inport** блоки) ва чиқиш (**Sinks** библиотекасидаги **Outport** блоки) портларидан фойдаланилади. Ост тизимга кириш ва чиқиш портлари қўшилганда ост тизимнинг тасвирида портларнинг белгилари пайдо бўлади (**In** ва **Out**) ва уларни фойдаланувчи учун қулай бўлган белгиларга алмаштириш мумкин.

Ост тизим виртуал (**Subsystem**) ва монолит (**Atomic Subsystem**) бўлиши мумкин. Улар орасидаги фарқ блокларни ҳисоблаш тартибидадир. Агар ост тизим виртуал бўлса аввал блокларнинг чиқиш сигналлари ҳисобланади, кейин асосий моделнинг блоклари бажарилади, ундан кейин эса яна ост тизим таркибига кирувчи блоклар ҳисобланади. Монолит ост тизим яхлит (бўлинмайдиган) деб ҳисобланади. **Simulink** аввал ост тизим таркибига кирувчи ҳамма блокларни ҳисоблаб чиқади ва кейингина асосий модел блокларини ҳисоблашга ўтади. Монолит ост тизим тасвирининг рамкаси виртуал ост тизимникига нисбатан қалинроқ бўлади.

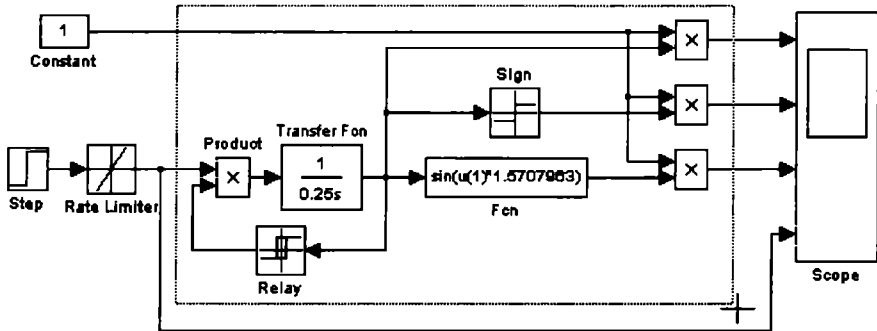
Ост тизимлар бошқариладиган ёки бошқарилмайдиган бўлиши мумкин. Бошқариладиган ост тизимлар доимо монолит бўлади. Бошқариладиган ост тизимларда қўшимча (бошқарувчи) кириш бўлиб, унга ост тизимни активлаштирувчи сигналлар берилади. Бошқарувчи киришлар ост тизимнинг юқорисида ёки пасатида жойлашган бўлади. Фақат бошқариладиган ост тизим активлашганда ҳисоблашлар бажарилади.

Моделда ост тизимни қуйидаги икки йўл билан ҳосил қилиш мумкин:

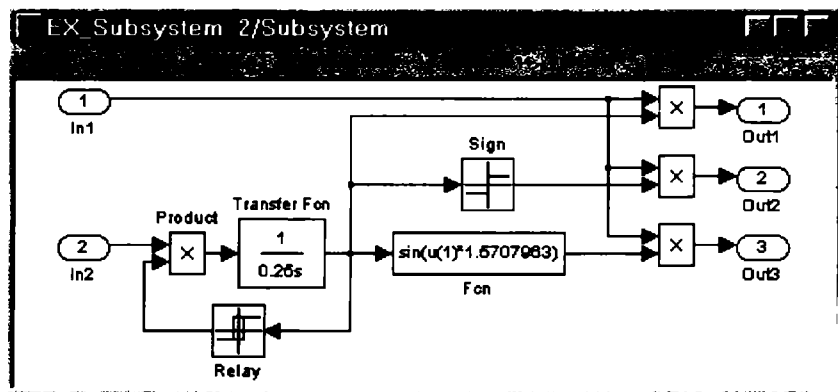
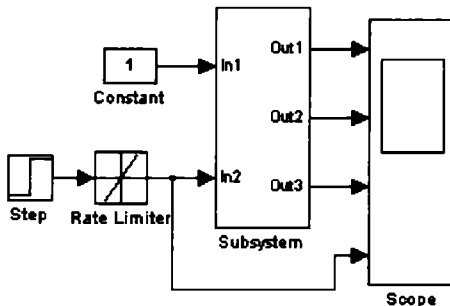
1. **Subsystem** библиотекасидан керакли ост тизим танланади ва у моделга жойлаштирилади.
2. Моделнинг ост тизимга кириши керак бўлган қисми сичқонча ёрдамида ажратилади ва модел ойнасининг **Edit** менюсидаги **Create Subsystem** командаси бажарилади. Моделнинг ажратилган қисми ост тизимга жойлашади ва ост тизимнинг кириш ва чиқишлари мос портлар билан таъминланади. Ушбу усул бошқарилмайдиган виртуал ост тизимни яратиш имконини бе-

ради. Кейинчалик, агар керак бўлса, ост тизимнинг параметрларини ўзгартириб монолит ост тизимга ёки библиотекадаги зарур ост тизимдан бошқариш элементларини қўшиб бошқариладиган ост тизимга айлантириш мумкин.

Иккинчи усул билан ост тизимни ҳосил қилишга мисол 11.12.1-расмда келтирилган. Натижа эса 11.12.2-расмда кўрсатилган. Мисолда бошқарилувчи функционал генераторнинг моделидан фойдаланилди.



11.12.1-расм. Ост тизимни ҳосил қилиш



11.12.2-расм. Ост тизимдан фойдаланувчи модел

11.12.1. Виртуал ва монолит ост тизимлар (Subsystem ва Atomic Subsystem)

Ост тизим параметрларининг ойнасига **Edit** менюсидаги **Block Parameters** командаси орқали кирилади

Параметрлари:

1. **Show port labels** — портларнинг меткаларини кўрсатиш.
2. **Treat as atomic unit** (байрокча) — ост тизимни монолит деб ҳисоблаш. Шундай қилиб, ушбу параметр ёрдамида виртуал блокни монолитга ёки, аксинча ўзгартириш мумкин.
3. **ReadWrite permissions** — Ост тизимга ўзгартиришлар киритиш мумкинлиги. Қуйидаги рўйхатдан олинади:
 - **ReadWrite** — Фойдаланувчи ост тизимни очиши ва ўзгартириши мумкин.
 - **ReadOnly** — Фойдаланувчи ост тизимни фақат кўриш учун очиши мумкин.
 - **NoReadOrWrite** — Фойдаланувчи ост тизимни очиши ва ўзгартириши мумкин эмас.
4. **Name of error callback function** — Ост тизимда содир бўладиган хатоликларни қайта ишлаш учун фойдаланиладиган функциянинг номи. Библиотекада мавжуд бўлган **Subsystem** (ёки **Atomic Subsystem**) блоки кириш ва чиқиш портлари ва уларни боғловчи линияларга эга бўлади.

11.12.2. Сигналнинг сатҳи бўйича бошқарилувчи ост тизим Enabled Subsystem

Enabled Subsystem ост тизим (Е-ост тизим) бошқарувчи киришида мусбат сигнал бўлганда активлашади. Агар кириш сигнали вектор бўлса унинг камида битта элементи мусбат қийматга эга бўлганда Е-ост тизим активлашади.

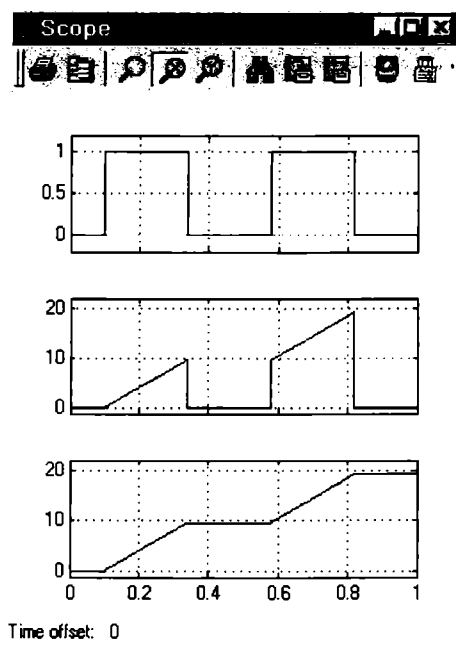
Е-ост тизимнинг хоссалари **Ports & Subsystems** библиотеказида мавжуд бўлган **Enable** блокнинг параметрлари орқали аниқланади, Унинг параметрлари қуйида санаб ўтилган.

Параметрлари:

1. **States when enabling** — Ишга туширилаётгандаги ҳолати. Қуйидаги рўйхатдан танланади:
 - **held** — Аввалги ҳолатдан фойдаланиш (тизим актив бўлган энг сўнгги ҳолат).
 - **reset** — Бошлангич ҳолатдан фойдаланиш.

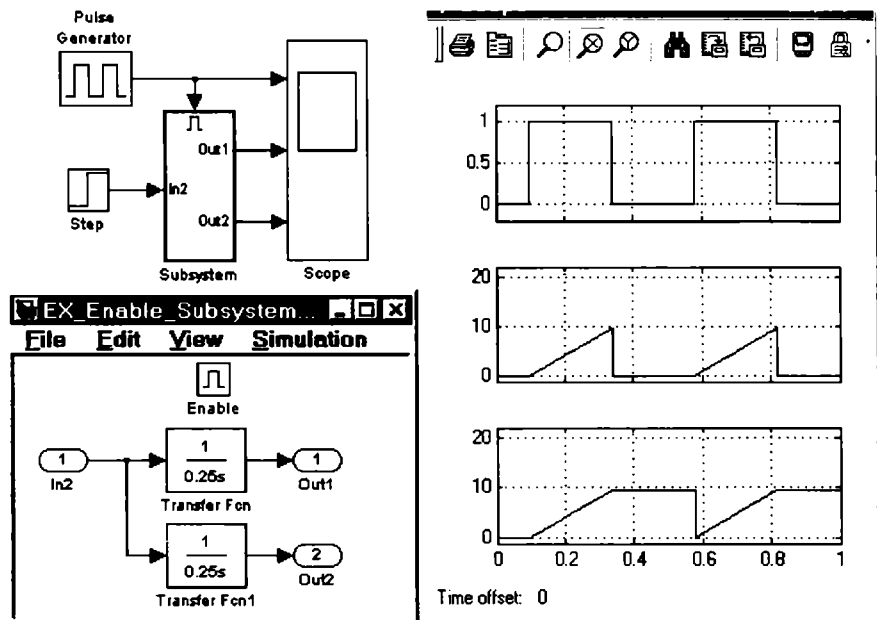
— Чиқиш портини кўрсатиш. Агар **Enable** блокининг пиктограммасида 0 бўлади. Ундан ост тизим ичидаги фойдаланиш мумкин.

Тизимнинг схемаси 11.12.3-расмда кўрсатилган. **States when enabling** пиктограммаси ва иккинчисиникига эса **held** пиктограммасидан кўриниб турганидек биринчи чиқиш портидаги сигнал (1), иккинчи чиқиш портидаги сигнал (2) омонентадаги ҳисобланган энг сўнгги



Тизимдан фойдаланувчи модел

Тизимни бошқачарок созлашга мисол бу ҳолда **Enable** блокининг **States when enabling** пиктограммасида 1 қиймати берилган. Вакт диаграммасида тизимнинг иши тўхтатилганда у



11.12.4-расм. E-ост тизимдан фойдаланувчи модел

11.12.3. Сигнал фронти билан бошқарилувчи ост тизим Triggered Subsystem

Triggered Subsystem ост тизими (Т-ост тизим) бошқарувчи сигналнинг фронтида (сатҳи ўзгарганда) ишга тушади ва фақат унга мос келувчи моделлаш қадамида ҳисоблашлар бажарилади. Агар кириш сигнали вектор бўлса унинг элементларидан камида биттасининг сатҳи ўзгарганда ост тизим активлашади. Т-ост тизим бошланғич ҳолатга қайтмайди (яъни сўнгги қийматини кейинги марта ишга тушгунча сақлайди), шунинг учун чиқиш портларининг **States when enabling** параметри **held** қийматига эга ва уни ўзгартириб бўлмайди.

Т-ост тизимда модел вақти аввалги блокдан мерос бўладиган (масалан, **Gain** ёки **Logical Operator**) блоklar ёки **sample time** параметрининг қиймати -1 (минус бир) бўлган дискрет блоklar ишлатилиши мумкин.

Т-ост тизимнинг хоссалари **Trigger** блокининг параметрлари билан аниқланади. **Trigger** блоки ост тизимнинг исталган жойида бўлиши мумкин. Унинг параметрлари куйида келтирилган.

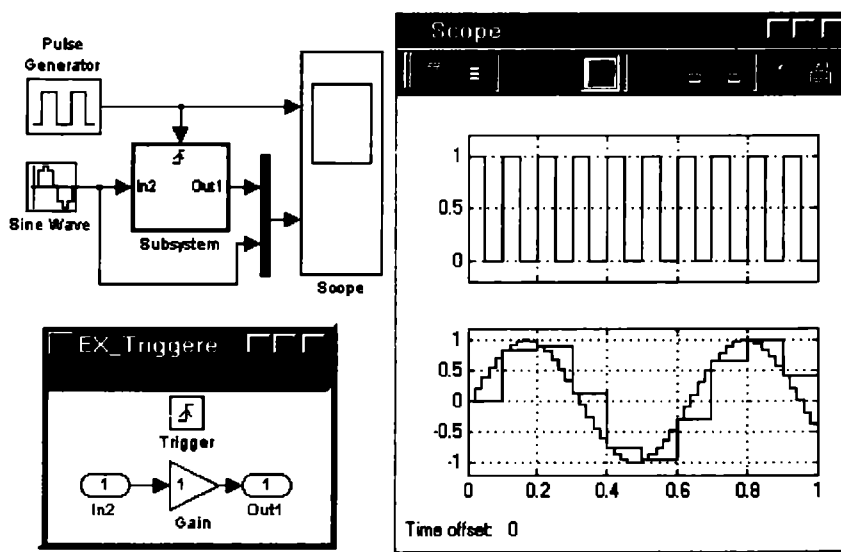
Параметрлари:

1. **Trigger type** — Триггернинг тури. Қуйидаги рўйхатдан олади:

- **rising** — Ост тизим мусбат фронт билан активлаштирилади.
- **falling** — Ост тизим манфий фронт билан активлаштирилади.
- **either** — Ост тизим мусбат фронт билан ҳам манфий фронт билан ҳам активлаштирилади.
- **function-call** — Ост тизимнинг активлаштирилиши берилган S-функциянинг ишлаш мантиқи билан аниқланади.

2. **Show output port** (байроқча) — Чиқиш портини кўрсатиш.

T-ост тизимга эга бўлган моделга мисол 11.12.5-расмда кўрсатилган. T-ост тизимнинг ўзи узатиш коэффициенти 1 бўлган битта куча тиргичга эга. Вақт диаграммаларидан кўриниб турганидек, ост тизим бошқариш сигнаlining мусбат фронтида ишлайди. Ост тизимни чиқиш сигнали бошқариш сигнаlining кейинги мусбат фронтига ўзгаришсиз қолади.

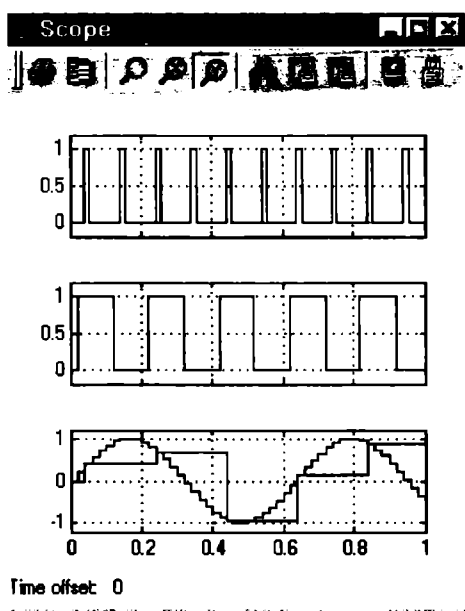


11.12.5-расм. T-ост тизимдан фойдаланувчи модел

онти билан бошқарилувчи ост тизим riggered Subsystem

system ост тизими (ЕТ-ост тизими) гаган Т-киришига келган сигналнинг riggered Subsystem сингари ушбу ост тизимдан бошқарувчи сигналнинг фронтини тушурилади ва фақат унга мос келувчи сигнални чикарилади. Enable блокиннинг Enable сигнални ЕТ-ост тизимнинг ишлашига таъсири

қам вектор бўлиши мумкин.
6-расмда келтирилган.



тизимга эга бўлган модел

1 бошқариладиган ост тизим call subsystem

ост тизим) C тилида ёзилган S-функ
ш учун мўлжалланган T-ост тизим
италарни қўллаб, S-функция бажа
бажарилишини таъминлаш мумкин

FC-ост тизим ишлаётган вақтда S-функция тўхтади, FC-ост тизим бажариб бўлингандан кейин S-функциянинг ишлаши қайтадан бошланади.

FC-ост тизим билан биргаликда ишлаш учун **Function-Call Generator** ва ҳодисавий моделлаш пакети **Stateflow** нинг воситаларидан ҳам фойдаланиш мумкин.

11.12.6. Шартли оператор блоки If

Вазифаси:

If Action Subsystem ост тизим учун бошқарувчи сигналларни шакллантиради.

Блок C тилидаги **if-else** операторининг аналоги бўлиб ҳисобланади.

Параметрлари:

1. **Number of inputs** — Киришлар сони.
2. **If expression** — Шартли ифода. Шартли ифода куйидаги белгиларни ўз ичига олиши мумкин: $<$, $<=$, $=$, \sim , $>$, $>=$, $\&$, $|$, $[]$ ва унар минус. Агар ёзилган шартли ифода ҳақиқат бўлса, **If** блокининг чиқиш портида бошқарувчи сигнал шаклланади.
3. **Elseif expressions** — Агар **If expression** ифода ёлғон бўлса бажарилади. У битта ёки бир-биридан вергуллар билан ажратилган альтернатив шартли ифодаларнинг рўйхатидан иборат бўлиши мумкин. **Elseif expressions** рўйхатида ёзилган ҳар бир шартли ифодага мос чиқиш **Elseif**-портлари бўлади. Уларнинг бирида, мос шартли ифода ҳақиқат бўлганда бошқарувчи сигнал шаклланади. Альтернатив шартли ифодалар навбат билан ҳисобланади. Агар улардан бири ҳақиқат бўлса ундан кейингилари ҳисобланмайди (текшириб кўрилмайди).
4. **Show else condition** (байроқча) — **Else**-портни кўрсатиш. Агар шартли ифода ва ҳамма альтернатив шартли ифодалар ёлғон бўлса **Else**-портда бошқарувчи сигнал шаклланади.

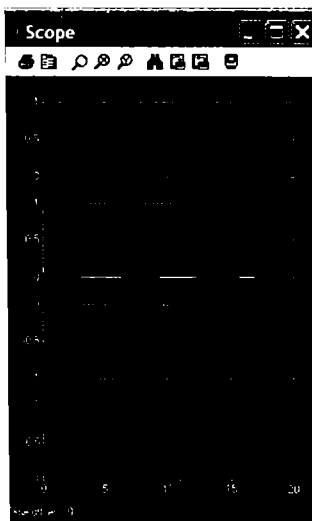
Параметрларида ёзилган шартли ифодалар блокнинг пиктограммасида пайдо бўлади. Кўшилган ҳар бир альтернатив шартли ифода **Elseif** чиқиш портининг пайдо бўлишига олиб келади.

Агар кириш сигналлари скаляр бўлса **u1**, **u2**, **u3** ва ҳ.к. кўринишидаги ёзувлар, вектор бўлса **u1(1)**, **u1(2)**, **u2(1)**, **u2(2)** ва ҳ.к. кўринишидаги ифодалар ишлатилади.

If блокининг **If Action Subsystem** ост тизими билан биргаликда ишлатилишига мисол 11.12.7-расмда кўрсатилган. Мисолда биринчи

окининг кириш сигнали
са 0 дан катта бўлганда,
тўртинчи ост тизим -0,5

код юкоридаги мисолда



тизими билан биргаликда

11.12.7. Улаб-узгич блоки Switch Case

Вазифаси:

Case Action Subsystem ост тизим учун бошқарувчи сигналларни шакллантиради. Блок С дастурлаш тилидаги **Switch** операторининг аналогидир.

Параметрлари:

1. **Case conditions** — Кириш сигналларининг рўйхати (бутун сонлар). Рўйхатдаги ҳар бир қийматга алоҳида чиқиш порти (**Case-порт**) мос келади. **Switch Case** блокининг киришига берилган сигнал рўйхатдаги қийматлардан бирига тенг бўлса унга мос чиқишда бошқарувчи сигнал шаклланади. Агар кириш сигнали бутун бўлмаса унинг каср қисми ташлаб юборилади. Айрим портларда бир неча кириш сигналлари учун бошқарувчи сигналларни шакллантириш зарур бўлса **Case conditions** ифодада квадрат қавслардан фойдаланиш мумкин. Масалан, {1,[7,9]} ифода иккита чиқиш **Case-порт**ларни ифодалайди. Уларнинг биринчисида кириш сигнали 1 бўлганда, иккинчисида эса 7 ёки 9 бўлганда бошқарувчи сигнал шаклланади. **Case conditions** ифодада қийматлар диапазонини ҳам кўрсатиш мумкин. Масалан, {1:5} ифода унга мос келувчи чиқиш **Case-порти**да кириш сигнали 1, 2, 3, 4 ёки 5 бўлганда бошқарувчи сигнал ҳосил бўлишини билдиради.
2. **Show default case** (байроқча) — **default case-порт**ни кўрсатиш. Агар блокнинг кириш сигнали **Case conditions** рўйхатида санаб ўтилган қийматларнинг бирортасига ҳам тўғри келмаса **default case-порт**нинг чиқишида бошқарувчи сигнал шаклланади.

Switch Case блокининг **Switch Case Action Subsystem** ост тизимлари билан биргаликда ишлашига мисол 11.12.8-расмда. Мисолда кириш сигналлини биринчи ост тизим **Switch Case** блокининг кириш сигнали 1 га тенг бўлганда, иккинчи ост тизим -1 га (минус бирга) тенг бўлганда ва учинчи ост тизим эса -1 ёки +1 га тенг бўлмаганда ўзидан ўтказади.

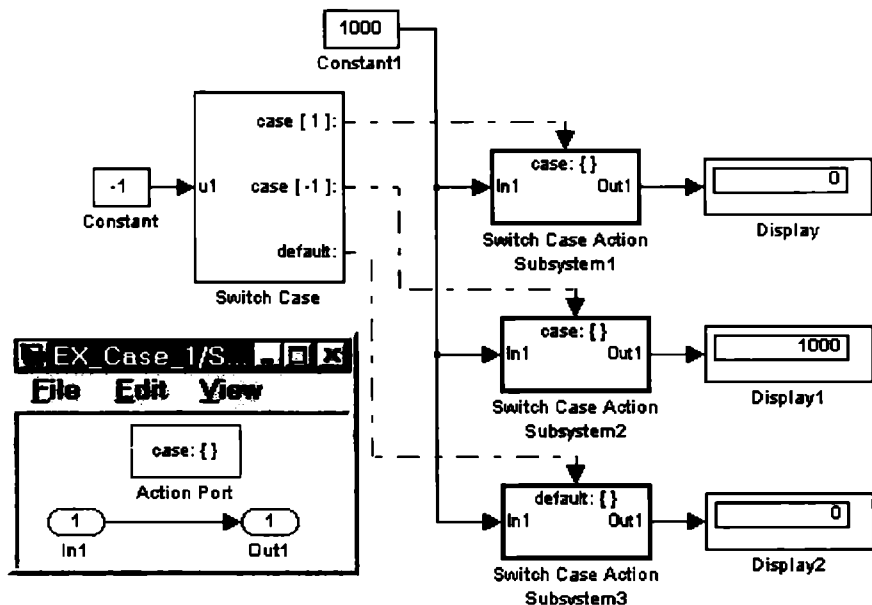
Келтирилган мисолда **Switch Case** блокининг ишлаш алгоритми куйидаги С-кодга мос келади:

```
switch (u1) {  
case 1:  
Switch Case Action Subsystem 1;
```

```

break;
case -1:
Switch Case Action Subsystem 2;
break;
default:
Switch Case Action Subsystem 3;
}

```



11.12.8-расм. Switch Case блокнинг Switch Case Action Subsystem ост тизимлари билан биргаликда ишлашига мисол

12. SIMULINK БИБЛИОТЕКАЛАРИНИНГ БЛОКЛАРИ

12.1. Sources — сигналлар манбалари

12.1.1. Ўзгармас сигнал манбаси Constant

Вазифаси:

Сатҳи ўзгармас сигнал ҳосил қилади.

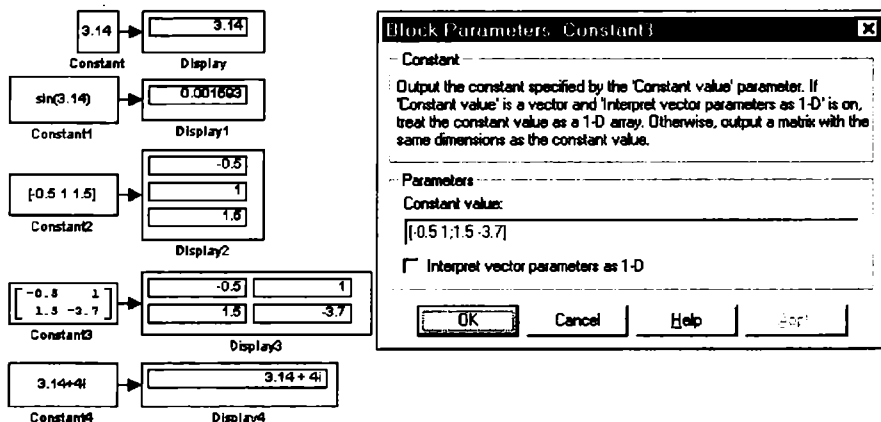
Параметрлари:

1. **Constant value** — Ўзгармас катталиқ.
2. **Interpret vector parameters as 1-D** –Вектор параметрларини бир ўлчамли вектор параметрлари сингари талқин қилади (байроқча

ўрнатилганда). Ушбу параметр **Simulink** библиотекасининг кўплаб блоклариди учрайди.

Константанинг қиймати ҳақиқий ёки комплекс сон, ҳисобланадиган ифода, вектор ёки матрица бўлиши мумкин.

Ўзгармас сигнал манбаси **Constant** блоки ва унинг чиқишидаги сигналларни рақамли индикатор **Display** ёрдамида ўлчашга мисоллар 12.1.1-расмда келтирилган.



12.1.1-расм. Ўзгармас сигнал манбаси Constant

12.1.2. Синусоидал сигнал манбаси Sine Wave

Вазифаси:

Берилган частота, амплитуда, фаза ва силжишга эга бўлган синусоидал сигнални шакллантиради.

Чиқиш сигнални шакллантириш учун иккита алгоритмдан фойдаланиш мумкин. Алгоритмнинг кўриниши **Sine Type** параметри билан белгиланади:

Time-based — жорий вақт бўйича.

Sample-based — модел вақти қадамнинг катталиги бўйича.

12.1.2.1. Узлуксиз тизимлар учун чиқиш сигнални жорий вақт бўйича шакллантириш

Time-based режимда чиқиш сигнали қуйидаги ифодага мос келади:

$$y = \text{Amplitude} * \sin(\text{frequency} * \text{time} + \text{phase}) + \text{bias}.$$

Параметрлари:

Amplitude — амплитуда.

Bias — сигналнинг ўзгармас ташкил этувчиси.

Frequency (rads/sec) — частота (рад/с).

Phase (rads) — бошланғич фаза (рад).

Sample time — модел вақтининг қадами. Манбалар ва моделнинг бошқа компонентларининг ишлашини бир-бирига мослаштириш учун фойдаланилади. Ушбу параметр қуйидаги қийматларни қабул қилиши мумкин: **0** (сукут бўйича) — узлуксиз тизимларни моделлашда ишлатилади. **> 0** (мусбат қиймат) — Дискрет тизимларни моделлашда берилади. Бу ҳолда модел вақтининг қадами чиқиш сигналини вақт бўйича квантлаш қадами сифатида талқин қилинади.

1 — модел вақтининг қадами аввалги, яъни ушбу блокка сигнал юборадиган блокники сингари ўрнатилади.

12.1.2.2. Дискрет тизимлар учун чиқиш сигналини вақтнинг жорий қиймати бўйича шакллантириш

Ҳар бир кейинги ҳисоблаш қадами учун манба чиқиш сигналнинг қиймати қуйидаги ифода бўйича (матрица шаклида) аниқланади:

$$\begin{bmatrix} \sin(t + \Delta t) \\ \cos(t + \Delta t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\Delta t) & \sin(\Delta t) \\ -\sin(\Delta t) & \cos(\Delta t) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sin(t) \\ \cos(t) \end{bmatrix},$$

бу ерда Δt — қиймати **Sample time** нинг қийматига тенг бўлган ўзгармас катталиқ.

12.1.2.3. Чиқиш сигналини модел вақти ва битта даврдаги ҳисобий қадамлар сони бўйича шакллантириш

Бу ҳолда манбанинг чиқиш сигнали қуйидаги ифодага мос келади:

$y = \text{Amplitude} * \sin[(k + \text{Number of offset samples}) / \text{Samples per period}] + \text{bias}$,

бу ерда k — жорий ҳисоблаш қадамининг номери.

Параметрлари:

Amplitude — Амплитуда.

Bias — Сигналнинг ўзгармас ташкил этувчиси.

Samples per period — синусоидал сигналнинг битта даврига тўғри

келувчи ҳисобий қадамлар сони:

$$\text{Samples per period} = 2\pi / (\text{frequency} * \text{Sample time})$$

Number of offset samples — Сигналнинг бошланғич фазаси

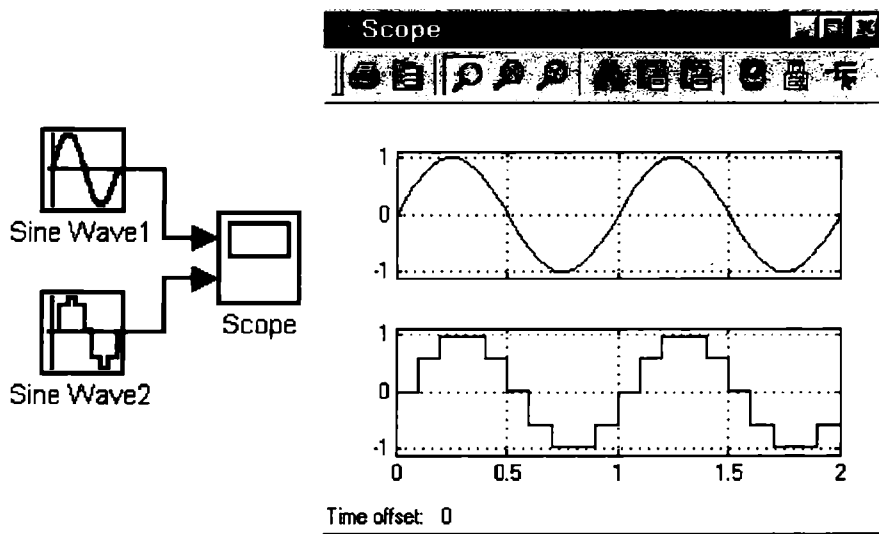
Модел вақти қадамларининг сони бўйича берилади:

$$\text{Number of offset samples} = \text{Phase} * \text{Samples per period} / (2\pi).$$

Sample time –модел вақтининг қадами.

Ушбу режимда яхлитлаш хатоси тўпланиб бормади, чунки ҳа бир давр учун жорий қадамнинг номери нолдан бошланади.

Sine Wave блокдан фойдаланишга мисол 12.1.2-расмда кўрсатилган. Унда модел вақтининг қиймати **Sine Wave 1** блоки учун **Sample time = 0** ва **Sine Wave 2** блоки учун **Sample time = 0.1** олинган. Чикиш сигналларининг графикларини акс эттириш учун моделга виртуал осциллограф (**Scope**) киритилган.



12.1.2-расм. Sine Wave блоки

12.1.3. Чизиқли ўзгарувчи таъсир манбаси Ramp

Вазифаси:

$$y = \text{Slope} * \text{time} + \text{Initial value}$$

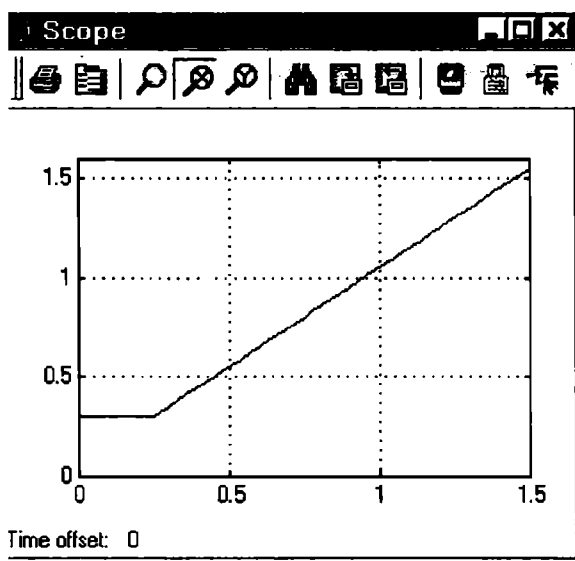
кўринишдаги чизиқли сигнални шакллантиради.

Параметрлари:

1. **Slope** — чикиш сигнали ўзгаришининг тезлиги.

тал шаклланишининг бошланиш вақти.
блок чиқишидаги сигналнинг бошланғич

йдаланишга мисол 12.1.3-расмда келтирил



12.1.3-расм Ramp блоки

гонали сигнал генератори Step

шакллантиради.

нинг ўзгариш вақти (с).

талнинг бошланғич қиймати.

лнинг сўнгги қиймати.

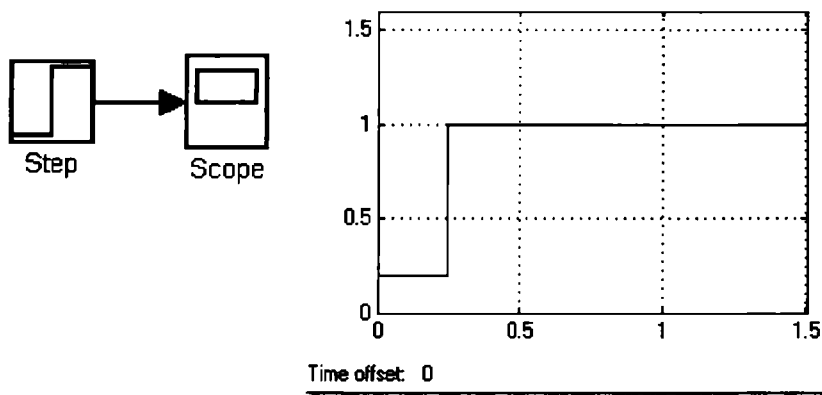
ли катта томонга (сўнгги қиймати бошланғич

кичик томонга (сўнгги қиймати бошланғич

шланғич ва сўнгги сатҳларнинг қийматлари

ўзгариши мумкин, масалан, сигнал -5 сатҳдан -3 сатҳгача

генераторининг ишлатилишига мисол 12.1.4



12.1.4-расм. Step блоки

12.1.5. Сигналлар генератори Signal Generator

Вазифаси:

Қуйидаги сигналлардан бирини шакллантиради:

sine — Синусоидал сигнал.

square — Тўғри бурчакли сигнал.

sawtooth — Аппарсимон сигнал.

random — Тасодифий сигнал.

Параметрлари:

Wave form — Сигналнинг кўриниши.

Amplitude — Сигналнинг амплитудаси.

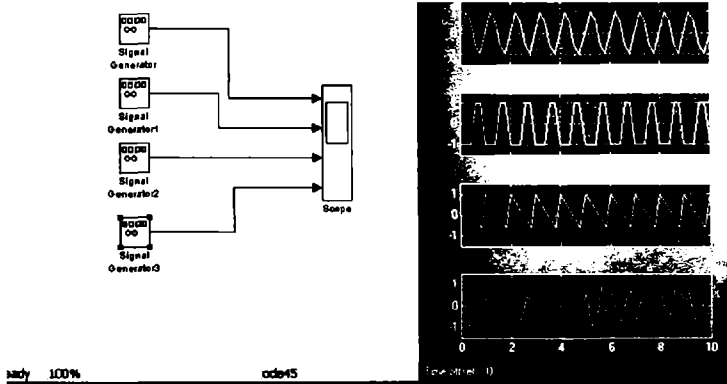
Frequency — Частота (рад/с).

Units — частотанинг ўлчов бирлиги. Қуйидаги икки қўйма кабул қилиши мумкин:

— **Hertz** — Гц.

— **rad/sec** — рад/с.

Сигналлар генераторидан фойдаланишга мисол 12.1.5-расм кўрсатилган.



12.1.5-расм. Сигналлар генератори блоки

12.1.6. Текис тақсимланган тасодифий сигналлар манбаси Uniform Random Number

иёраси:

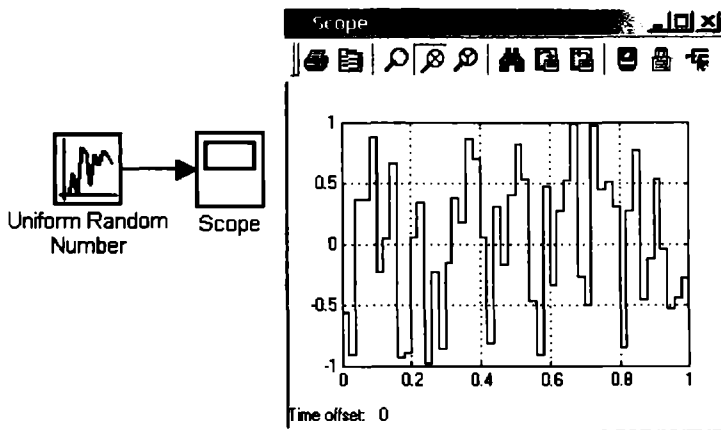
ис тақсимланган тасодифий сигналларни шакллантири
аметрлари:

imum — Сигналнинг минимал сатҳи.

ximum — Сигналнинг максимал сатҳи.

tial seed — Сигналнинг бошланғич қиймати.

ис тақсимланган тасодифий сигналлар блокидан фойдала
12.1.6-расмда келтирилган.



12.1.6-расм. Текис тақсимланган тасодифий сигналлар манбаси

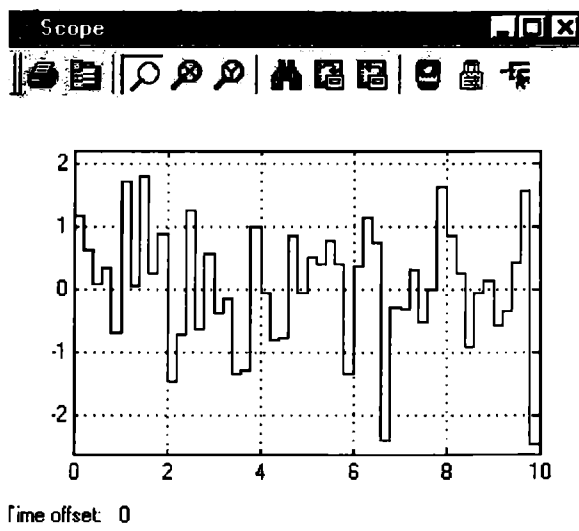
Таксимланган тасодифий сигналлар манбаси Random Number

Таксимланган тасодифий сигналларни шакллантириш.

Сигналнинг ўртача қиймати.

Сигналнинг дисперсияси (ўртача квадратик четлашиш).

Сигналнинг амплитудаси.



Тасодифий сигналлар манбаси

Пульс сигнал манбаси Pulse Generator

Пульсларни шакллантириш.

Сигнални шакллантириш усули. Қуйидаги икки усулдан танлаш мумкин:

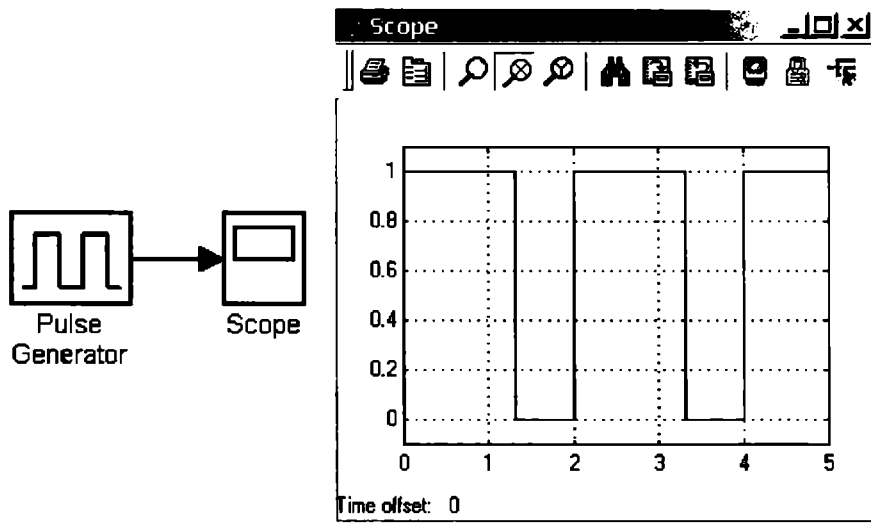
1. Амплитудаси ва вақт бўйича.

2. Модел вақтининг катталиги ва ҳисобий қадамлар.

3. Амплитуда.

4. **Time-based Pulse Type** учун секундлар
ed Pulse Type учун модел вақтининг қада

- **Pulse width** — Импульсларнинг кенглиги. **Time-based Pulse Type** учун фазларда, ёки **Sample-based Pulse Type** учун модел вақтининг қадамларида берилади.
- **Phase delay** — Фазавий кечикиш. **Time-based Pulse Type** учун секундларда ёки **Sample-based Pulse Type** учун модел вақтининг қадамларида берилади.
- **Sample time** — Модел вақтининг қадами. **Sample-based Pulse Type** учун берилади.
- **Pulse Generator** блокдан фойдаланишга мисол 12.1.8-расмд келтирилган.



12.1.8-расм. Pulse Generator

12.1.9. Чизикли ўзгарадиган частота генератори Chirp Generator

Вазифаси:

Частотаси чизикли ўзгарадиган синусоидал тебранишларни шакллантириш.

Параметрлари:

Initial frequency — Бошланғич частота (Гц);

Target time — Частотанинг ўзгариш вақти (с);

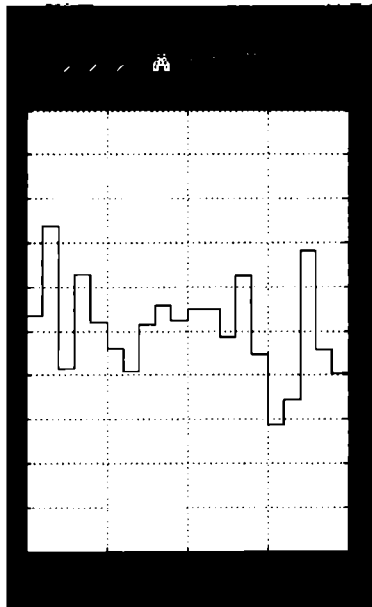
Frequency at target time — Частотанинг сўнгги қиймати (Гц).

Chirp Generator блокдан фойдаланишга мисол 12.1.9-расмд кўрсатилган.

ган частота генератори

Band-Limited White Noise

ишча текис тақсимланган сигн



кин генератори

Параметрлари:

Noise Power — шовкиннинг қуввати.

Sample Time — модел вақти.

Seed — тасодифий сонлар генераторини инициаллаш учун зарур бўлган сон.

Оқ шовкин генераторининг ишлаши 12.1.10-расмда кўрсатилган.

12.1.11. Вақт бўйича сигнал манбаси Clock

Вазифаси:

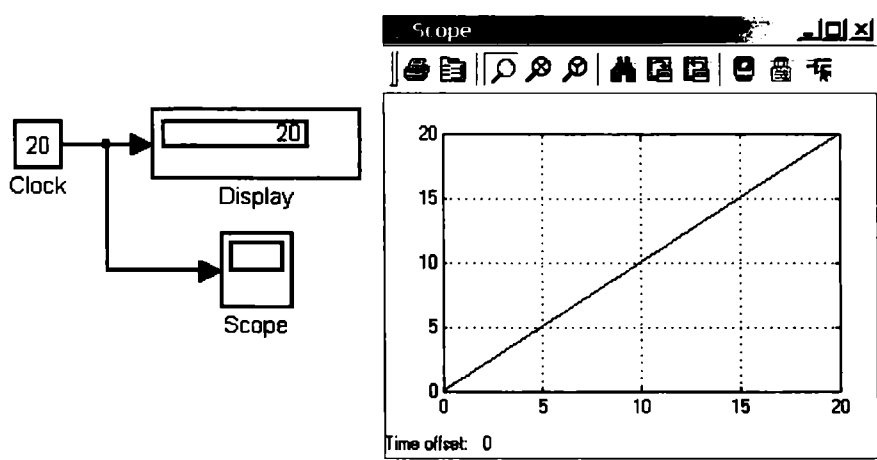
Ҳисоблашнинг ҳар бир қадамида моделлашнинг жорий вақтига тенг бўлган сигнални шакллантиради.

Параметрлари:

Decimation — Манбанинг тасвирида вақтнинг кўрсатилиши янгиладиган кадам (агар **Display time** параметрининг байроқчаси ўрнатила бўлса). Параметр ҳисоблаш қадамларининг сони сифатида берилади. Масалан, **Simulation parameters** диалог ойнасида моделни ҳисоблаш қадами **0.01** с ўрнатила бўлса ва **Clock** блокининг **Decimation** параметри 1000 га тенг деб, берилган бўлса вақтнинг янгилаши модел вақтининг ҳар 10 с да бир марта содир бўлади.

Display time — Манба блокадаги вақтнинг қийматини акс эттиради.

Вақт бўйича сигнал манбасининг ишлашига мисол 12.1.11-расмда кўрсатилган.



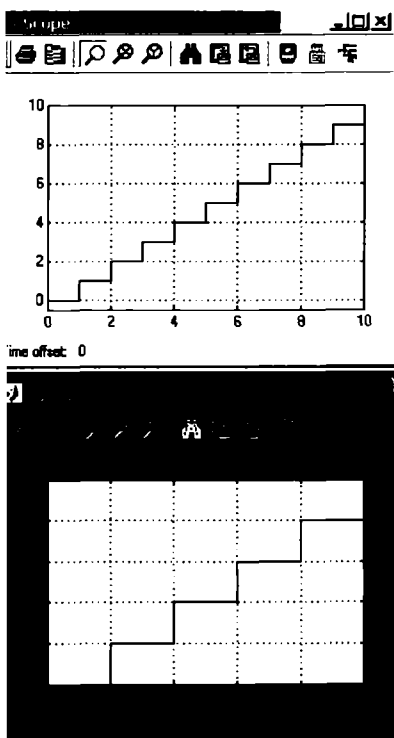
12.1.11-расм. Вақт бўйича сигнал манбаси

инг манбаси Digital Clock

тиради.

қадами (с).

ни 12.1.12-расмда кўрсатилган.



инг манбаси Digital Clock

айлдан ўқиш блоки
le

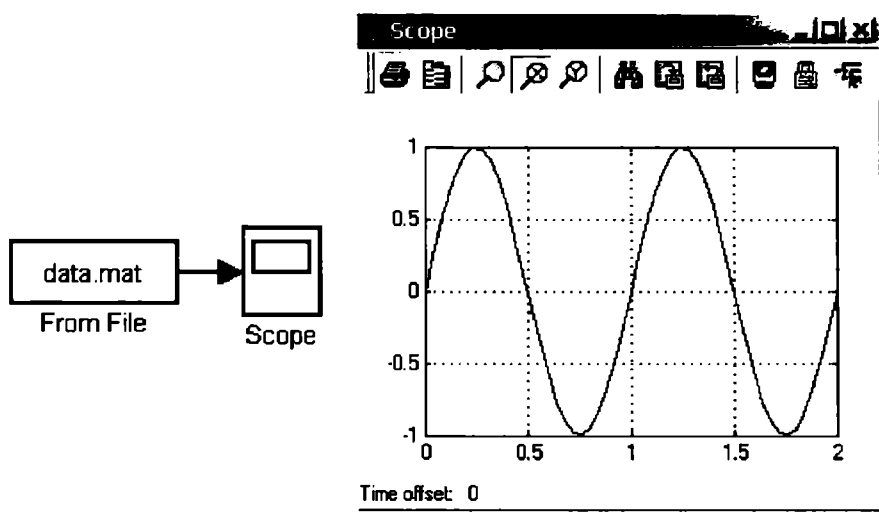
иш.

лининг ўзгариш қадами.
ўринишида бўлиши керак:

$$\begin{bmatrix} t_1 & t_2 & \dots t_{\text{final}} \\ u1_1 & u1_2 & \dots u1_{\text{final}} \\ un1 & un2 & \dots un_{\text{final}} \end{bmatrix}$$

Матрица эса камида иккита сатрдан иборат бўлиши керак. Вақтнинг қийматлари матрицанинг биринчи сатрига ёзилган, қолган қаторларда эса берилган вақт моментларига мос келувчи сигналларнинг қийматлари жойлашади. Вақтнинг қийматлари ортиб боровуви тартибда ёзилиши керак. Блокнинг чиқиш сигналида фақат сигналларнинг қийматлари бўлади, вақтнинг қийматлари бўлмайди. Агар жорий моделни ҳисоблаш қадами маълумотлар файлидаги вақтларга мос келмаса **Simulink** маълумотларни чизикли интерполяция қилади.

Қийматлар олинadиган маълумотлар файли (**mat**-файл) матнли бўлмайди. **Simulink** фойдаланувчилари **mat**-файлни **Sinks** библиотекасидаги **To File()** блоки ёрдамида ҳосил қилишлари қулай. **From File** блокидан фойдаланишга мисол 12.1.13-расмда кўрсатилган. Унда **data.mat** файлидан синусоидал сигналнинг қийматлари олинади.



12.1.13-расм. From File блоки

12.1.14. Маълумотларни ишчи сохадан ўқиш блоки From Workspace

Вазифаси:

Маълумотларни MATLABнинг ишчи сохадан ўқиш.

Параметрлари:

Data — Маълумотларга эга бўлган ўзгарувчининг номи (матрицанинг ёки структуранинг).

Sample time — Блок чиқиш сигнаlining ўзгариш қадами.

Interpolate data — Модел вақтига мос келадиган қийматларни **Data** ўзгарувчисининг қийматларини интерполяция қилиш йўли билан аниқлаш.

Form output after final data value by — Чиқиш сигнаlining **Data** ўзгарувчисидаги қийматлар тугагандан кейинги кўриниши:

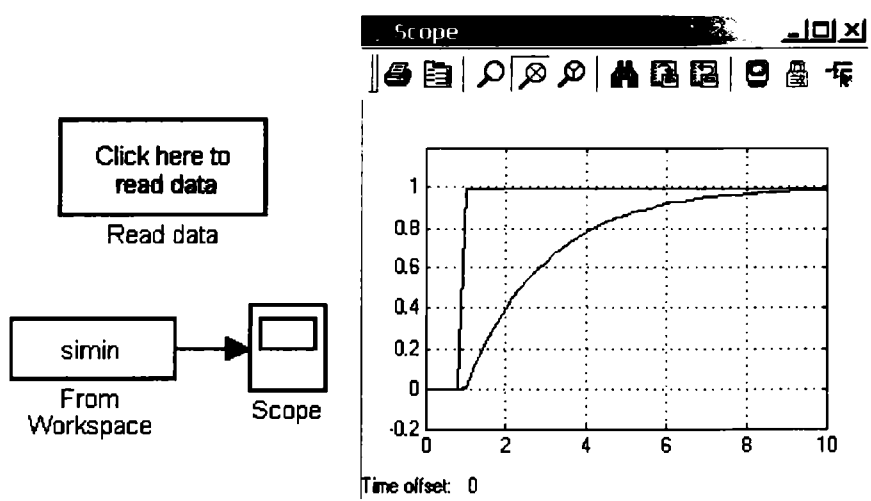
— **Extrapolate** — Сигналларни чизикли экстраполяциялаш.

— **SettingToZero** — Сигналнинг нол қийматлари.

— **HoldingFinalValue** — Сигналнинг чиқиш қийматлари сўнги қийматларига тенг.

— **CyclicRepetition** — Сигнал қийматларининг циклик қайтарилиши. Ушбу вариант фақат **Data** ўзгарувчиси **Structure without time** форматга эга бўлганда ишлатилади.

From Workspace блокидан фойдаланишга мисол 12.1.14-расмда кўрсатилган. **MATLAB**нинг ишчи соҳасидаги **simin** ўзгарувчисига маълумотлар **Read data** блоки ёрдамида узатилади.



12.1.14-расм. From Workspace блоки

12.1.15. Нол сатҳли сигнал блоки Ground

Вазифаси:

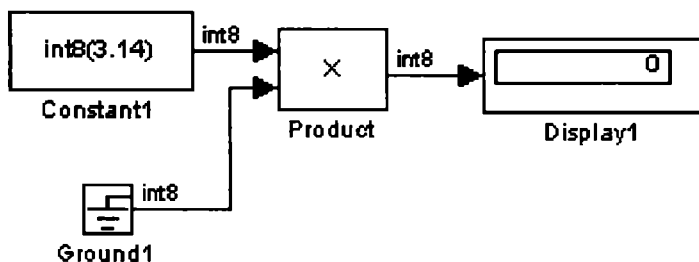
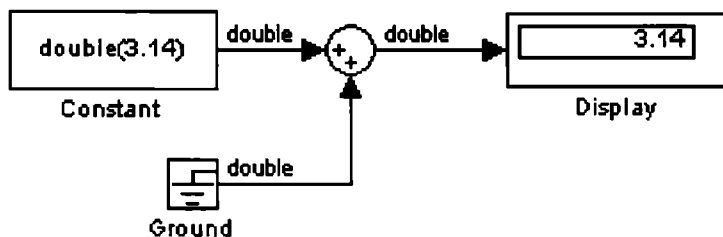
Нол сатҳли сигнални шакллантириш.

Параметрлари:

Йўқ.

Агар моделда блокнинг қайсидир кириши очик қолган (уланмаган) бўлса, моделлаш бажарилаётган вақтда **MATLAB**нинг бош ойнасида огохлантирувчи ахборот ҳосил бўлади. Бунинг олдини олиш учун блокнинг уланмаган киришига **Ground** блокдан сигнал бериш мумкин.

Ушбу блокдан фойдаланишга мисол 12.1.15-расмда келтирилган. **Ground** блокдан сигнал биринчи ҳолда жамлагичнинг, иккинчи ҳолда эса кўпайтиргичнинг киришларидан бирига берилган. **Display** блокларининг кўрсатишлари **Ground** блоки ҳосил қиладиган сигнал нол қийматга эга эканлигини кўрсатиб турибди. **Ground** блоки ҳосил қиладиган чиқиш сигнали қабул қилувчи блокнинг бошқа киришларига бериладиган сигналнинг турига мос ҳолда шаклланади.



12.1.15-расм. Ground блокдан фойдаланишга мисоллар

12.1.16. Даврий сигнал блоки Repeating Sequence

Вазифаси:

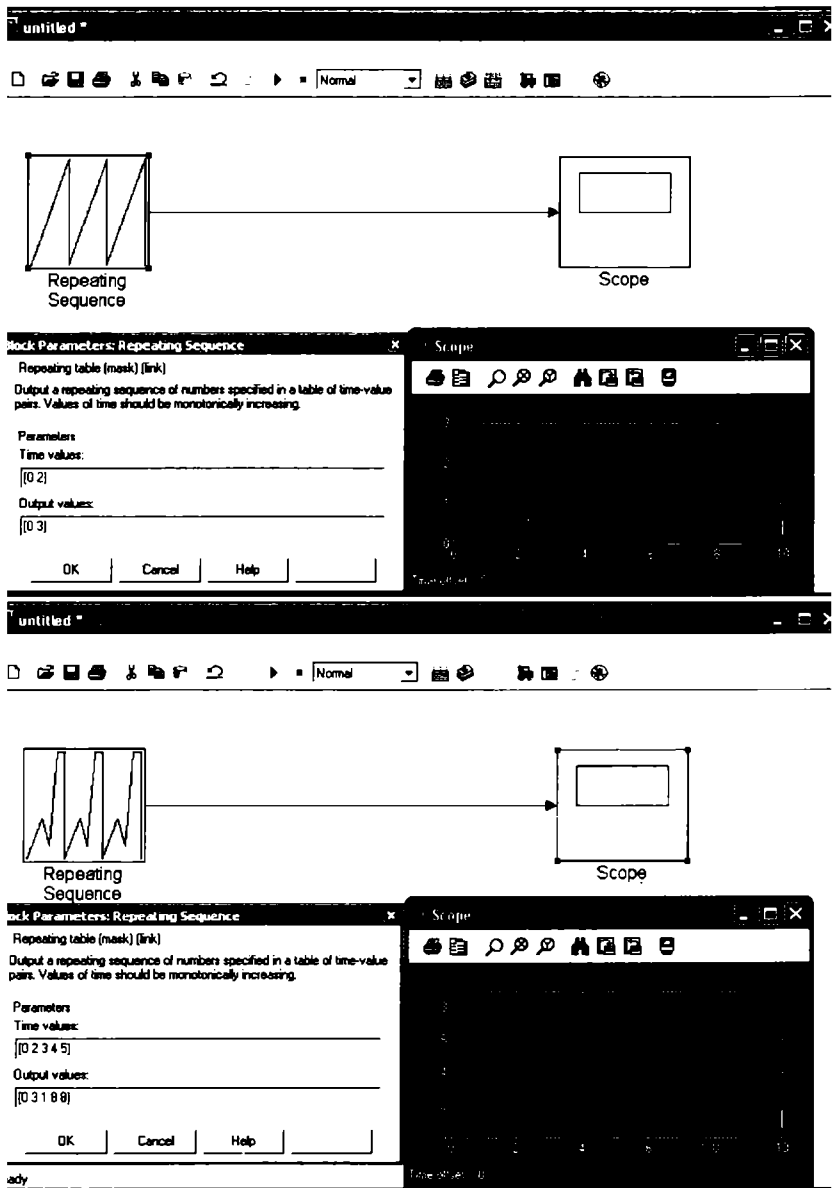
Даврий сигнални шакллантириш.

Параметрлари:

Time values — Модел вақтлари қийматларининг вектори.

Output values — Модел вақтларига мос келувчи сигнал қийматларининг вектори.

Ҳар хил кўринишдаги сигналларни шакллантириш учун Repeating Sequence блокидан фойдаланишга мисоллар 12.1.16-расмда келтирилган.



12.1.16-расм. Repeating Sequence блокидан фойдаланишга мисоллар

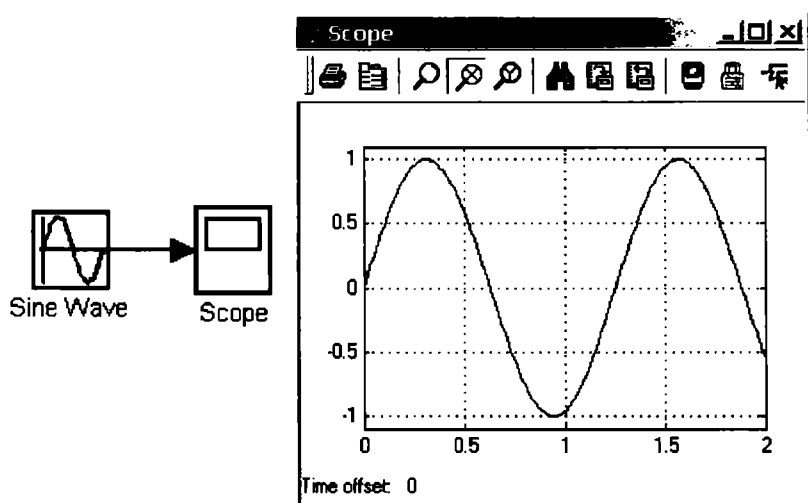
12.2. Sinks — приборлар (сигнал қабул қилгичлар)

12.2.1. Осциллограф Scope

Вазифаси:

Тадқиқ қилинаётган сигналнинг вақт бўйича графигини куради. Моделлаш жараёнида сигналнинг ўзгаришини кузатиш имкониятини беради.

Блокнинг тасвири ва графикларни кузатиш учун ойнаси 12.2.1-расмда кўрсатилган.



12.2.1-расм. Осциллограф Scope

Графикларни кузатиш ойнасини очиш учун сичқончанинг чап тугмаси блок тасвирининг устида тўхтовсиз икки марта босилади.

Осциллограф ойнасини созлаш асбоблар панели ёрдамида бажарилади (12.2.2-расм).



12.2.2-расм. Scope блокнинг асбоблар панели

Асбоблар панели куйидаги кнопкаларга эга:

1-Print — осциллограф ойнасидаги тасвирни босмага чиқариш;

2-Parameters — параметрларни ростлаш ойнасига ўтиш;

3-Zoom — иккала ўқ бўйича масштабни орттириш;

4-Zoom X-axis — горизонтал ўқ бўйича масштабни орттириш;
5-Zoom Y-axis — вертикал ўқ бўйича масштабни орттириш;
6-Autoscale — иккала ўқ бўйича масштабни автоматик тарзда ўрнатиш;

7-Save current axes settings — жорий ростлаш параметрларини сақлаб қолиш;

8-Restore saved axes settings — аввал сақланган ростлаш параметрларини қайтадан ўрнатиш;




9-Floating scope — осциллографни «эркин» режимга ўтказиш;

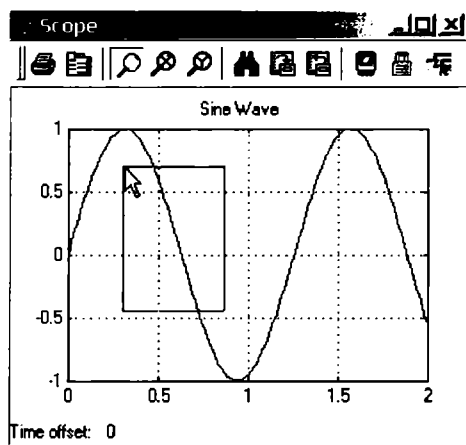
10-Lock/Unlock axes selection — Ойнининг жорий координаталар системаси билан акс этириладиган сигнал орасидаги боғланишни ўрнатиш/узиб ташлаш (фақат **Floating scope** режими ўрнатилган бўлса ўринли).

11-Signal selection — акс этириш учун сигнални танлаш (фақат **Floating scope** режими ўрнатилган бўлса ўринли).

Акс этириладиган графикларнинг масштабларини куйидаги йўллар билан ўзгартириш мумкин:

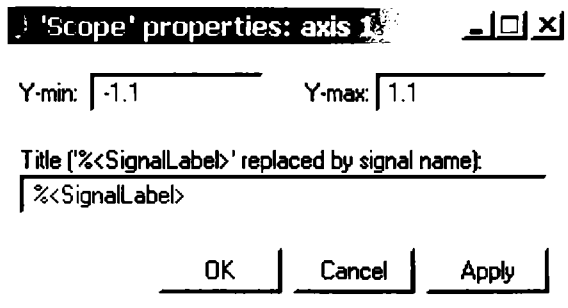
1. Сичқончанинг чап тугмаси ,  ёки  кнопкалардан бири ва кейин керакли графикнинг устида босилади. Натижада, масштаб 2,5 марта ортади.

2. Сичқончанинг чап тугмаси ,  ёки  кнопкалардан бири босилади ва кейин керакли графикнинг устида босилган ҳолатда суриб, динамик рамка ёрдамида графикнинг масштаби орттирилиши керак бўлган қисми кўрсатилади. Ушбу жараён 12.2.3-расмда кўрсатилган.



12.2.3-расм. Графикнинг масштабини орттириш

ойнасининг устида сичкончанинг ўнг тугма энюдан **Axes properties...** командаси танланг ойнаси очилади. Ундаги **Y-min** ва **Y-max** тикал ўкнинг чегаравий кийматлари кўрсатиакнинг сарлавҳасини ҳам %<SignalLabel> кўрсатиш мумкин. **Scope** блоки хоссаларини келтирилган.

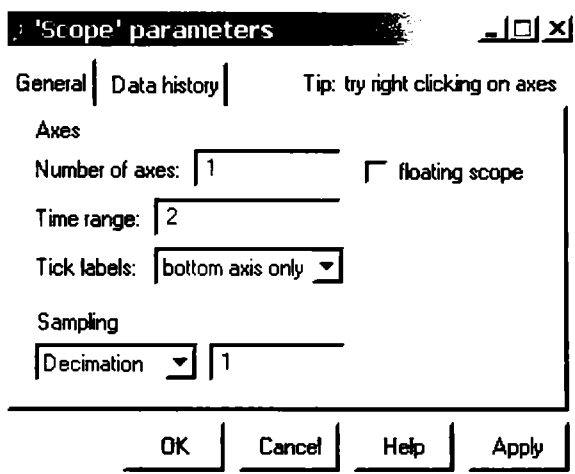


12.2.4-рас.м. Scope блоки хоссаларининг ойнаси

ларини:

параметрлари **'Scope' parameters** ойнасида : ойнаси куйидаги бўлимлардан иборат (12.2 — умумий параметрлар.

ny — сигналларни MATLABнинг ишчи соҳаи.



12.2.5-рас.м. Scope блокининг умумий параметрлари Gene

Ойнанинг **General** бўлимида қуйидаги параметрлар берилади:

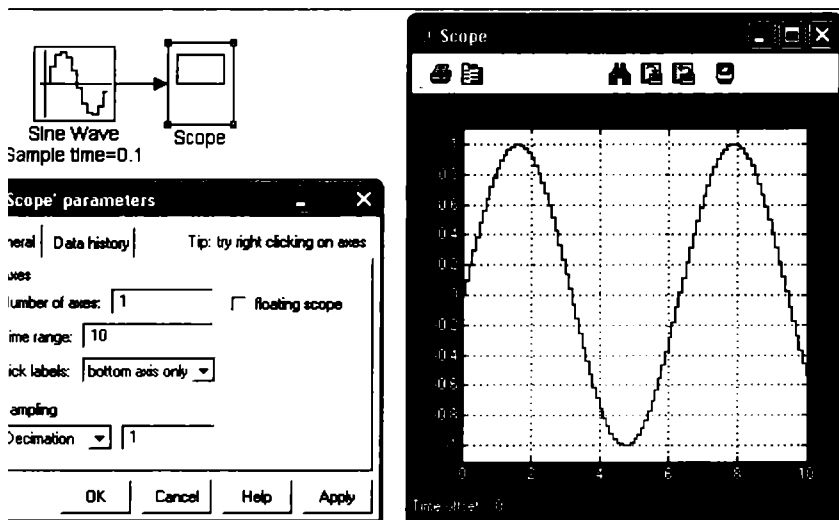
1. **Number of axes** — осциллографдаги киришлар сони. Ушбу параметр ўзгартирилганда блок тасвирида киришлар сонига тенг рақамли кириш портлари ҳосил бўлади.

2. **Time range** — график акс эттириладиган вақт интервалининг таълиғи. Агар моделни ҳисоблаш вақти **Time range** параметрида кўрсатилган вақтдан катта бўлса график қисмларга бўлиб чиқарилади. Ҳар бир қисмнинг акс эттирилиш интервали **Time range** параметрида кўрсатилган вақтга тенг бўлади.

3. **Tick labels** — график ўқларини кўрсатиш/беркитиш. У қуйида кўрсатилган учта қийматдан бирини қабул қилиши мумкин:

- **all** — ҳамма ўқлар ва улардаги ёзувлар кўрсатилади;
- **none** — ҳамма ўқлар ва улардаги ёзувлар кўрсатилмайди;
- **bottom axis only** — горизонтал ўқдаги ёзув фақат энг пастки график учун кўрсатилади.

4. **Sampling** — графикларни экранга чиқариш параметрларини белгилаш. Ҳисобий нуқталарни экранга чиқариш режимини белгилайди. Бунда **Decimation** параметрининг қиймати бериш йўли билан ҳисобий нуқталарни экранга чиқариш кадамининг қарралигини ўрнатилади. **Decimation** параметрининг ҳар хил қийматларида синусоидал сигналнинг графиклари 12.2.6 ва 12.2.7-расмларда кўрсатилган.



12.2.6-расм. Синусоидал сигналнинг графиги (Decimation = 1)

нинг графиги (Decimation = 5)

фни «эркин» режимга ўтказиш

и (12.2.8-расм) куйидаги параметр

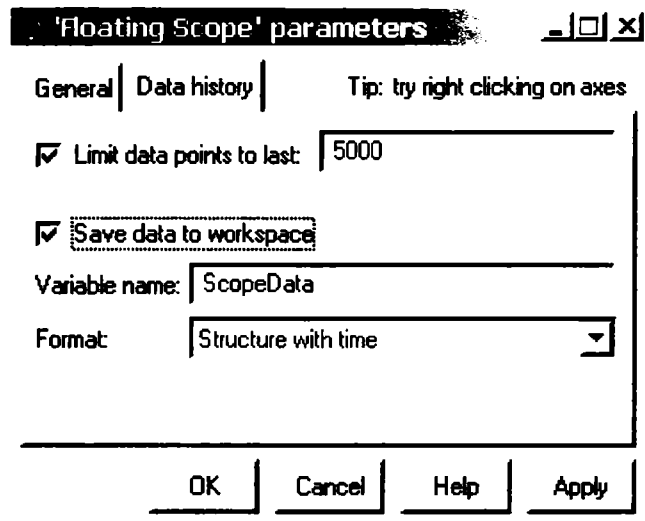
рафикда акс эттириладиган ҳисоб
и. Агар ҳисобий нуқталар сонининг
икнинг бошланғич қисми қирқин
s to last параметрининг қиймати
рни **Simulink** автоматик равишда
иришга мослаб ўзгартиради.

[**ATLAB**нинг ишчи соҳасида сиг

нинг ишчи соҳасида сигналнинг
идаланиладиган ўзгарувчинин

ишчи соҳасида сақланадиган маълумот
йматлардан бирини қабул қилиш

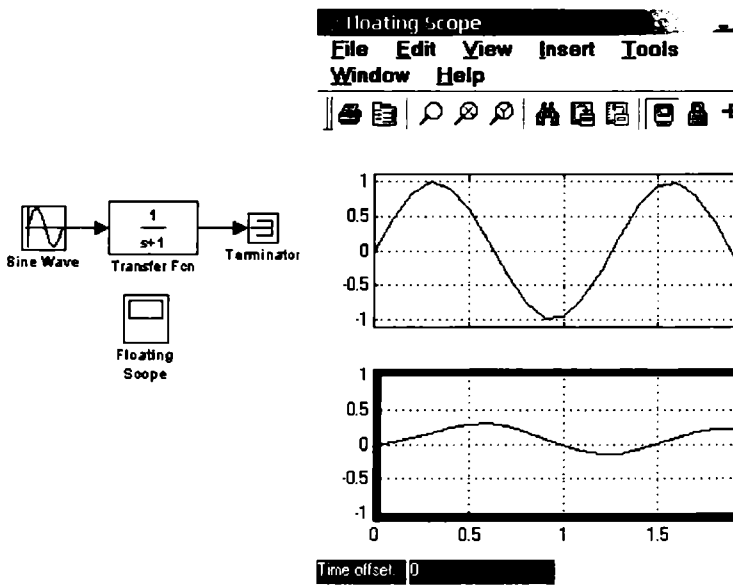
ча «вақт» майдонига эга бўлган




12.2.8. Scope блокининг Data history бўлими

12.2.2. Осциллограф Floating Scope


Floating Scope блоки «эркин» режимга ўтказилган осциллятор. Ундан фойдаланишга мисол 12.2.9-расмда келтирилган



12.2.9-расм. Floating Scope осциллографидан фойдаланишга мисол

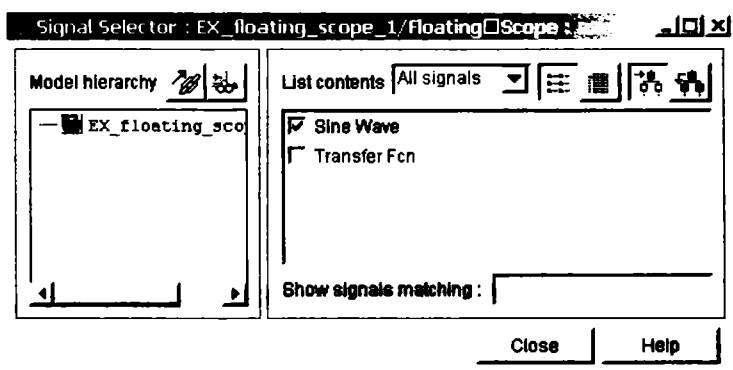
Floating Scope осциллографи киришларга эга эмас. Акс эттирилиши зарур бўлган сигнал воситалар панелидаги  (**Signal selection**) ёрдамида танланади. Бунинг учун куйидаги амаллар бажарилиши керак:

1. График акс эттирилиши керак бўлган координаталар системасининг устида сичқончанинг чап тугмаси босилади. Натижада танланган координаталар системаси периметри бўйича кўк рангга киради.

2. **Signal selection**  воситаси ёрдамида **Signal Selector** диалог ойнаси очилади (12.2.10-расм).

3. Чиқишларидаги сигналлар кузатилиши керак бўлган блокларнинг байроқчалари белгиланади.

Ҳисоблашлар бажарилгандан кейин **Floating Scope** блокининг ойнасида танланган сигналлар акс этади.



12.2.10-расм. Signal Selector диалог ойнаси

12.2.3. Граф кургич XY Graph

Вазифаси:

Y(X) кўринишидаги график куради.

Параметрлари:

x-min — X ўқи бўйича сигналнинг минимал қиймати;

x-max — X ўқи бўйича сигналнинг максимал қиймати;

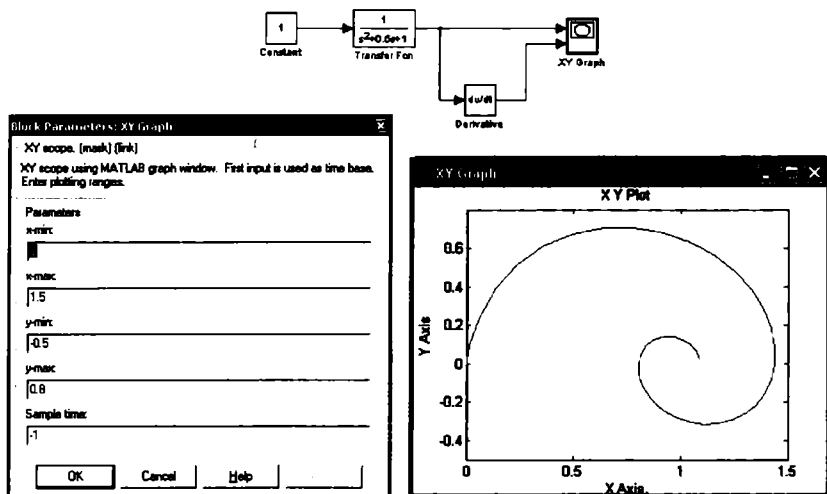
y-min — Y ўқи бўйича сигналнинг минимал қиймати;

y-max — Y ўқи бўйича сигналнинг максимал қиймати;

Sample time — модел вақтининг қадами.

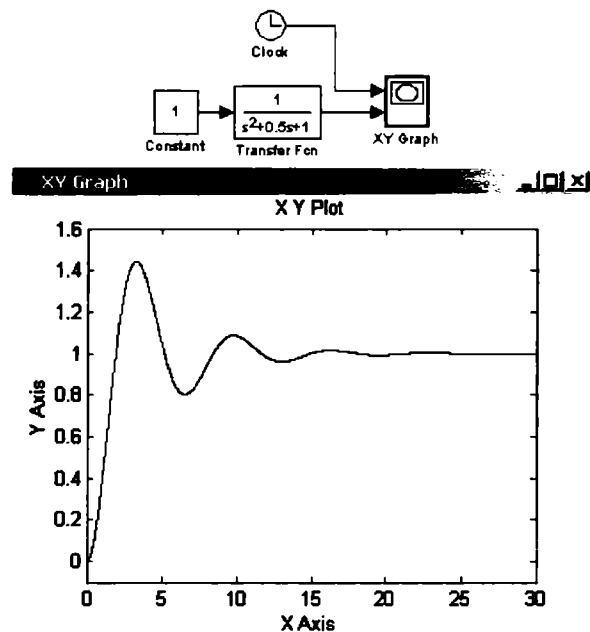
Блок иккита киришга эга. Юқоридаги кириш аргумент (X) нинг қийматларига мос сигнални, пастдаги кириш эса функции (Y) нинг қийматларига мос сигнални киритиш учун мўлжалланган.

12.2.11-расмда, мисол сифатида, тебранувчи звононинг фазавий траекториясини куриш кўрсатилган.



12.2.11-расм. XY Graph дан фойдаланишга мисол

Граф кургичдан вақт бўйича боғланишларни куриш учун ҳам фойдаланиш мумкин. Бунинг учун унинг биринчи киришига **Clock** блокнинг чиқишидан вақтга пропорционал сигнал бериллади (12.2.12-расм).



12.2.12-расм. XY Graph блокidan вақт бўйича боғланишларни акс эттириш учун фойдаланиш

12.2.4. Рақамли дисплей Display

Вазифаси:

Сигнал қийматларини рақамлар кўринишида акс эттиради.

Параметрлари:

Format — маълумотларни акс эттириш формати. **Format** параметри куйидаги қийматларни қабул қилиши мумкин:

short — 5 та қийматга эга бўлган ўнли рақам.

long — 15 та қийматга эга бўлган ўнли рақам.

short_e — 5 та қийматга эга бўлган ўнли рақам ва ўннинг даражасида 3 та символ.

long_e — 15 та қийматга эга бўлган ўнли рақам ва ўннинг даражасида 3 та символ.

bank — «пул» формати. Каср қисмида иккита ўнли рақамли ва фиксацияланган нуқтали формат.

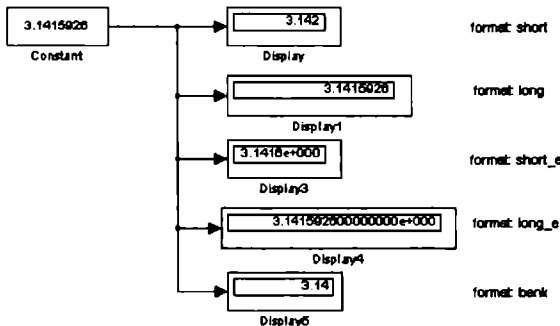
Decimation — кириш сигналини акс эттириш формати.

Decimation = 1 бўлганда кириш сигналининг ҳар бир қиймати, **Decimation = 2** бўлганда ҳар иккинчи қиймат ва **Decimation = 3** бўлганда ҳар учинчи қиймат акс эттирилади.

Sample time — модел вақтининг қадами. Маълумотларни акс эттириш дискретлигини аниқлайди.

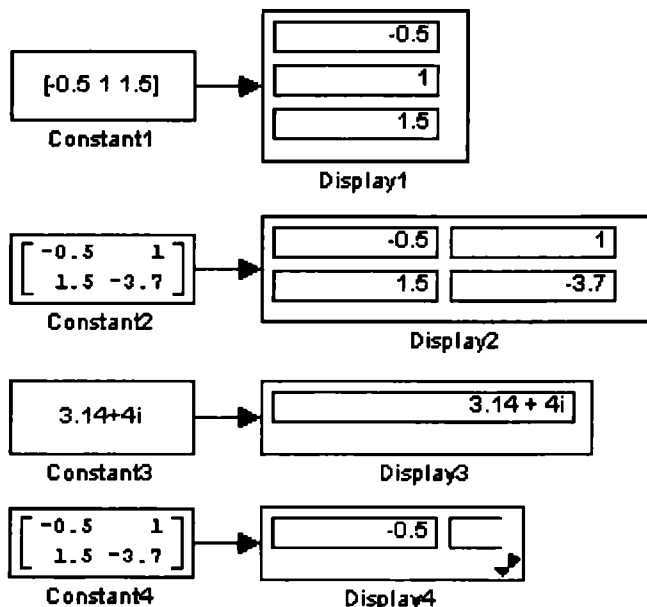
Floating display (байроқча) — блокни «эркин» режимга ўтказиш. Ушбу ҳолда, блокнинг кириш порти бўлмайти, акс эттириш учун сигнални танлаш сигнали акс эттирилиши керак бўлган линиянинг устида сичкончанинг чап тугмасини босиш йўли билан амалга оширилади. Бундай режимда **Signal storage reuse** ҳисоблаш параметри учун **off** қиймати ўрнатилган бўлиши керак (**Simulation parameters...** диалог ойнасидаги **Advanced** бўлими).

12.9.13-расмда **Format** параметрининг ҳар хил вариантлари учун **Display** блокидан фойдаланиш кўрсатилган.



12.2.13-расм. Format параметрининг ҳар хил вариантлари учун Display блокидан фойдаланиш

Display блокidan фақат скаляр сигналларнигина эмас балки, вектор, матрицавий ва комплекс сигналларни ҳам акс эттириш учун фойдаланиш мумкин (12.9.15-расм). Агар акс эттирилаётган қийматлар блок ойнасига сиғмаса, унинг ўнг тастки бурчагида блокни катталаштириш зарурлигини билдирувчи \blacktriangleright символ ҳосил бўлади (12.9.14-расмдаги **Display4** блоки).



12.2.14-расм. Display блокidan вектор, матрицавий ва комплекс сигналларни акс эттириш учун фойдаланиш

12.2.5. Моделлашни тўхтатиш блоки Stop Simulation

Вазифаси:

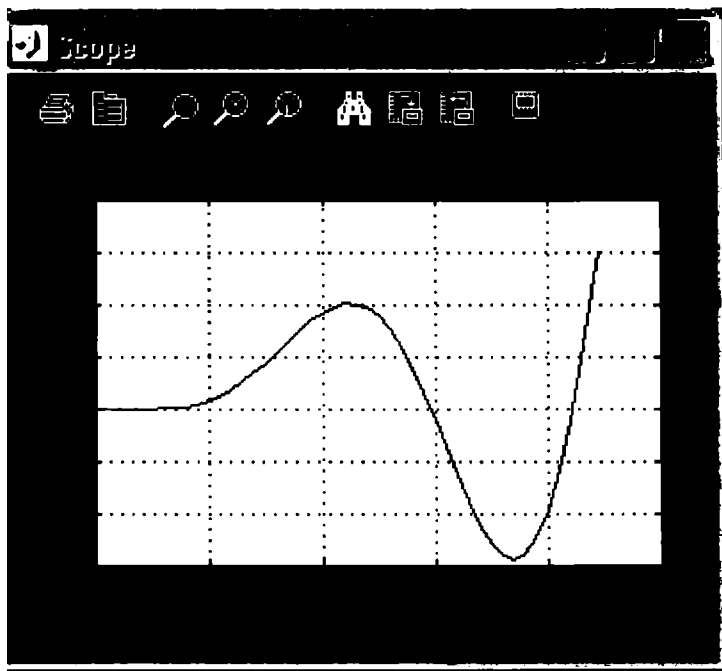
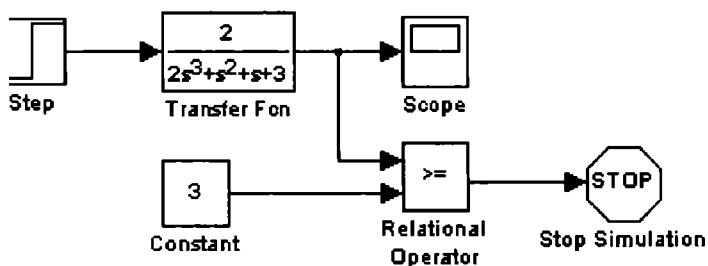
Блокнинг киришидаги сигнал нолга тенг бўлмаган моментда ҳисоблашлар тўхтатилишини таъминлайди.

Параметрлари:

Йўқ.

Блокнинг киришидаги сигнал нолга тенг бўлмаганда **Simulink** жорий қадамдаги ҳисоблашларни бажаради ва кейин моделлашни тўхтатади. Агар блокка вектор сигнал берилаётган бўлса ҳисоблашларни тўхташи учун векторнинг биргина элементининг нолга тенг бўлмаслиги ҳам етарли. **Stop Simulation** блокidan фойдаланишга мисол 12.9.15-расмда келтирилган. Ҳисоблашлар **Transfer Function**

нинг чиқишидаги сигнал 3 га тенг ёки ундан катта бўлади.



12.2.15-расм. Stop Simulation блокидан фойдаланишга мисол

2.2.6. Маълумотларни файлда сақлаш блоки To File

ифаси:

к киришига келаётган маълумотларни файлга ёзади.

ПАМЕТРЛАРИ:

`name` — ёзиш учун файлнинг номи. Сукут бўйича **1.mat** номли бўлади. Агар файл учун тўлиқ ном кўрсатилса, файл жорий ишчи папкада сақланади.

Variable name — файлга ёзиладиган маълумотларни ўз ичига олувчи ўзгарувчининг номи.

Decimation — кириш сигналини файлга ёзиш карралилиги. **Decimation = 1** бўлса ҳар бир кириш сигнали, **Decimation = 2** бўлса ҳар иккинчи кириш сигнали ва **Decimation = 3** бўлса ҳар учинчи кириш сигнали файлга ёзилади ва х.к.

Sample time — модел вақтининг қадами. Маълумотларнинг ёзилиш дискретлилигини аниқлайди.

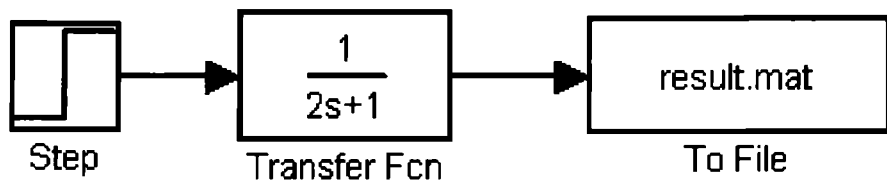
Маълумотлар файлда матрица кўринишида сақланади:

$$\begin{bmatrix} t_1 & t_2 & \dots t_{\text{final}} \\ u1_1 & u1_2 & \dots u1_{\text{final}} \\ \dots \\ un1 & un2 & \dots un_{\text{final}} \end{bmatrix}$$

Матрицанинг биринчи қаторида вақтнинг қийматлари, кейинги қаторларида эса сигналларнинг биринчи қатордаги вақтнинг қийматларига мос келувчи қийматлари ёзилади.

Маълумотлар ёзиладиган маълумотлар файли (**mat**-файл) матнли файл эмас. Ундаги маълумотларни **Sources** библиотекасидаги **From File** блоки ёрдамида ўқиш мумкин.

12.2.16-расмда кўрсатилган мисолда ҳисоблаш натижалари **result.mat** **mat** номли файлда сақланади.



12.2.16-расм. To File блокidan фойдаланишга мисол

12.2.7. Маълумотларни ишчи соҳада сақлаш блоки To Workspace

Вазифаси:

Блок киришига келаётган сигнални **MATLAB**нинг ишчи соҳасига ёзади.

Параметрлари:

Variable name — маълумотларни ўз ичига олувчи ўзгарувчининг номи. **Limit data points to last** — вақт бўйича сақланадиган ҳисо-

бий нуқталарнинг максимал миқдори. Агар **Limit data points to last** параметрининг қиймати сифатида **inf** танланса ишчи соҳада ҳамма маълумотлар сақланади.

Decimation — кириш сигналини файлга ёзиш карралилиги. **Decimation = 1** бўлса ҳар бир кириш сигнали, **Decimation = 2** бўлса ҳар иккинчи кириш сигнали ва **Decimation = 3** бўлса ҳар учинчи кириш сигнали файлга ёзилади ва ҳ.к.

Sample time — модел вақтининг қадами. Маълумотларнинг ёзилиш дискретлилигини аниқлайди.

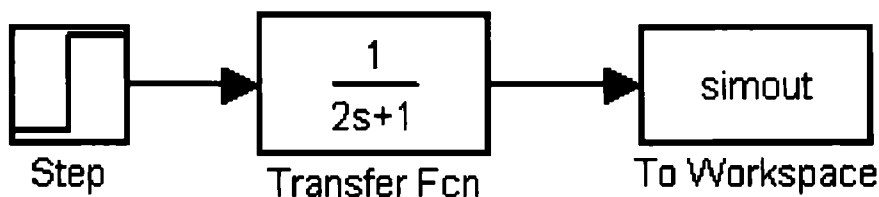
Save format — сақланаётган маълумотларнинг формати. Қуйидаги қийматлардан бирини қабул қилиши мумкин:

Array — массив. Маълумотлар массив кўринишида сақланади. Массивда сатрлар сони вақт бўйича ҳисобий нуқталар сонига, устунлар сони эса блокнинг киришига берилаётган векторнинг ўлчамига тенг бўлади. Агар блокнинг киришига скаляр сигнал берилса матрица фақат битта устунга эга бўлади.

Structure — структура. Маълумотлар учта майдонга эга бўлган структура кўринишида бўлади: **time** — вақт, **signals** — сигналларнинг сақланаётган қийматлари, **blockName** — моделнинг ва **To Workspace** блокнинг номи. Ушбу формат учун **time** майдони тўлдирилмайди.

Structure with Time — кўшимча (вақт) майдонига эга бўлган структура. Ушбу формат учун **time** майдонига вақтнинг қийматлари ёзилади.

12.2.17-расмда **To Workspace** блокдан фойдаланишга мисол келтирилган. Ҳисоблаш натижалари **simout** ўзгарувчисига сақланади.



12.2.17-расм. То Workspace блокдан фойдаланишга мисол

MATLABнинг ишчи соҳасида сақланган маълумотларни ўқиш учун **Sources** библиотекасидаги **From Workspace** блокдан фойдаланиш мумкин.

12.2.8. Terminator блоки

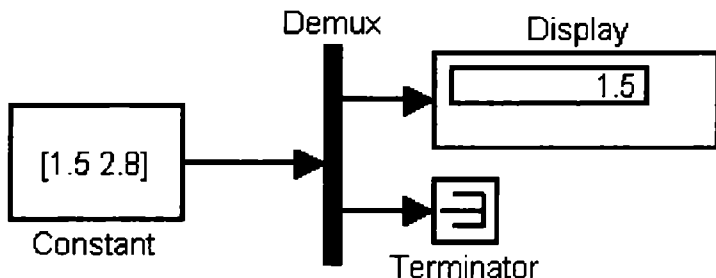
Вазифаси:

Terminator блоки бошқа блокнинг фойдаланилмаган чиқишини улаш учун ишлатилади.

Параметрлари:

Йўқ.

Агар бирор блокнинг чиқиши бошқа блокнинг киришига уланмаса **Simulink MATLAB**нинг командалар ойнасида огохлантирувчи хабар беради. Бунинг олдини олиш учун **Terminator** блокидан фойдаланилади. **Terminator** блокидан фойдаланишга мисол 12.2.19-расмда кўрсатилган. **Demux** блоки ёрдамида олинадиган матрицанинг иккинчи элементидан фойдаланилмайди, шунинг учун у **Terminator** блокнинг киришига узатилади.



12.2.19-расм. Terminator блокидан фойдаланишга мисол

12.3. Continuous — аналог блоklar

12.3.1. Ҳосилани ҳисоблаш блоки Derivative

Вазифаси:

Кириш сигнални сонли дифференциаллайди.

Параметрлари:

Йўқ.

Ҳосилани ҳисоблаш учун Эйлернинг тақрибий формуласидан фойдаланилади:

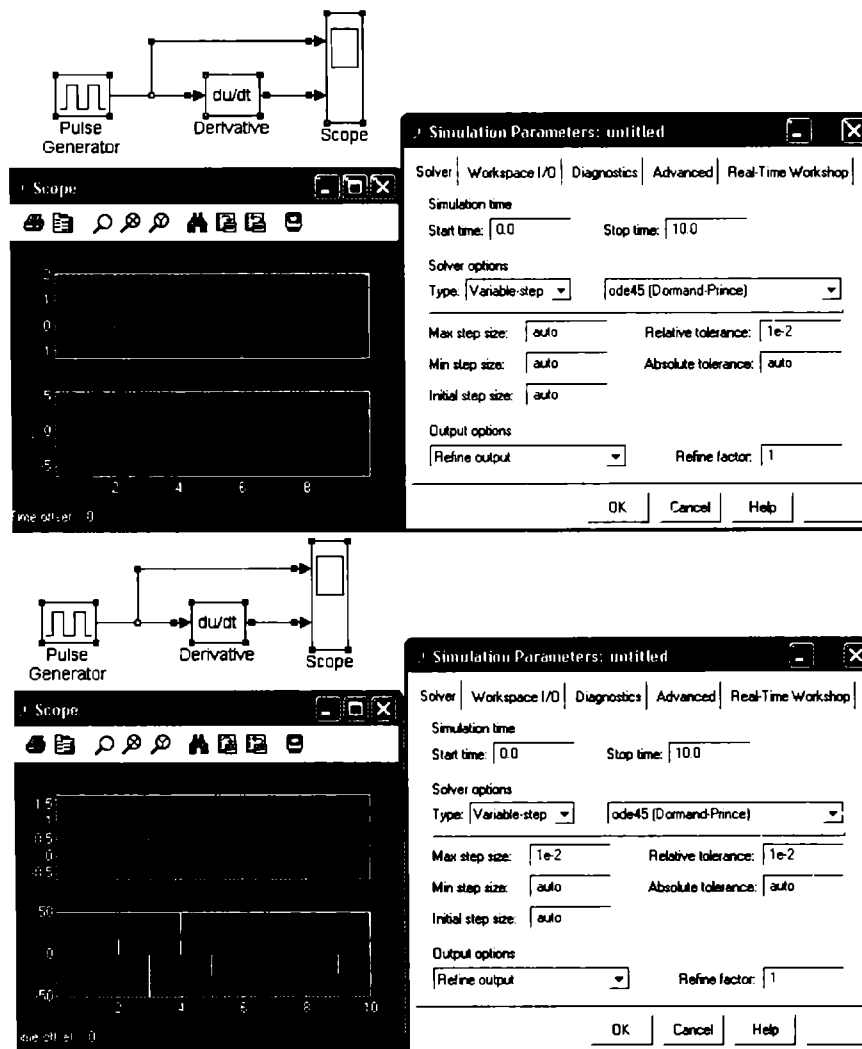
$$\frac{du}{dt} = \frac{\Delta u}{\Delta t},$$

бу ерда Δu — кириш сигналнинг Δt вақт оралиғида ўзгариши,
 Δt — модел вақти қадамнинг жорий қиймати.

Ҳисоблаш бошлангунча кириш ва чиқиш сигналларининг қийматлари нолга тенг деб олинади.

Ҳосилани ҳисоблаш аниқлиги ҳисоблаш қадамнинг катталигига
 оғлик. Қадам кичик олинса ҳосилани ҳисоблаш аниқлиги ортади.

Дифференциалловчи блокдан фойдаланишга мисол 12.3.1
 асма келтирилган. Унда тўғри бурчакли сигналнинг ҳосиласи
 исобланган. Расмда натижалар икки хил ҳисоблаш қадами учун
 Simulation Parameters ойнасининг Max step size бўлимида auto ва
 0^{-2}) кўрсатилган.



12.3.1-расм. Сигналларни дифференциаллаш учун Derivative блокидан
 фойдаланиш

12.3.2. Интегралловчи блок Integrator

Вазифаси:

Кириш сигналини интеграллайди.

Параметрлари:

External reset — интеграторни бошланғич ҳолатга қайтарувчи ташки бошқарувчи сигнал, у қуйидаги рўйхатдан танланади:

none — йўқ (бошланғич ҳолатга қайтарилмайди);

rising — ортувчи сигнал (сигналнинг олдинги фронти);

falling — пасаювчи сигнал (сигналнинг орқа фронти);

either — ортувчи ёки пасаювчи сигнал;

level — нолга тенг бўлмаган сигнал (бошқарувчи киришдаги сигнал нолга тенг бўлмаганда интегратор бошланғич ҳолатга қайтарилади).

Бошқарувчи сигналнинг тури танланганда (фақат **none** эмас) блокнинг тасвирида қўшимча бошқарувчи кириш ҳосил бўлади. Қўшимча киришнинг ёнида бошқарувчи сигналнинг шартли белгиси кўрсатилади.

Initial condition source — Чиқиш сигнали бошланғич қийматининг манбаси:

internal — ички

external — ташки. Ушбу ҳолда блокнинг тасвирида x_0 билан белгиланган қўшимча кириш ҳосил бўлади. Унга интегратор чиқиш сигналининг бошланғич қийматини белгиловчи сигнал берилади.

Initial condition — бошланғич шарт. Интегратор чиқиш сигналининг бошланғич қийматини ўрнатиш. Ушбу параметрга чиқиш сигнали бошланғич қийматининг манбаси сифатида **internal** (ички) танланганда кириш мумкин.

Limit output (байроқча) — Чиқиш сигналини чеклашдан фойдаланиш.

Upper saturation limit — Чиқиш сигналини чеклашнинг юқори сатҳи. Сонлар воситасида ёки символли кетма-кетлик **inf**, яъни $+\infty$ кўринишида берилиши мумкин.

Lower saturation limit — Чиқиш сигналини чеклашнинг пастки сатҳи. Сонлар воситасида ёки символли кетма-кетлик **inf**, яъни $+\infty$ кўринишида берилиши мумкин.

Show saturation port — интегратор чеклашларга чиққанлиги тўғрисидаги сигнални берувчи портни акс эттиришни бошқаради. Ушбу портнинг чиқиш сигнали қуйидаги қийматларни қабул қилиши мумкин:

Нол, интегратор чеклашларга чикмаган;

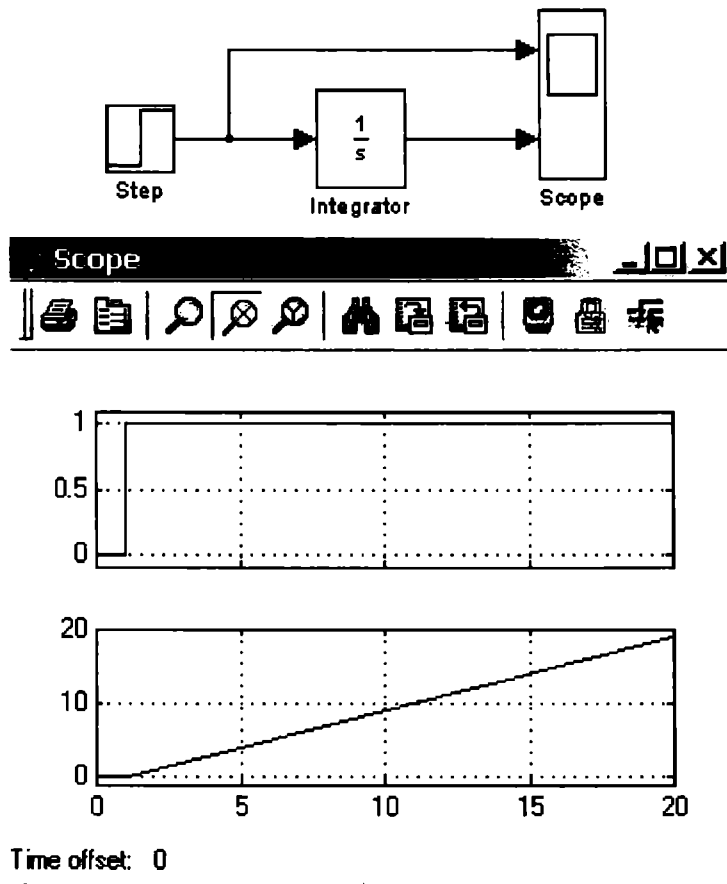
+1, интеграторнинг чиқиш сигнали юқоридан чеклашга борган;

-1, интеграторнинг чиқиш сигнали пастдан чеклашга етиган.

Show state port (байроқча) — блокнинг ҳолат портини кўрс беркитиш.

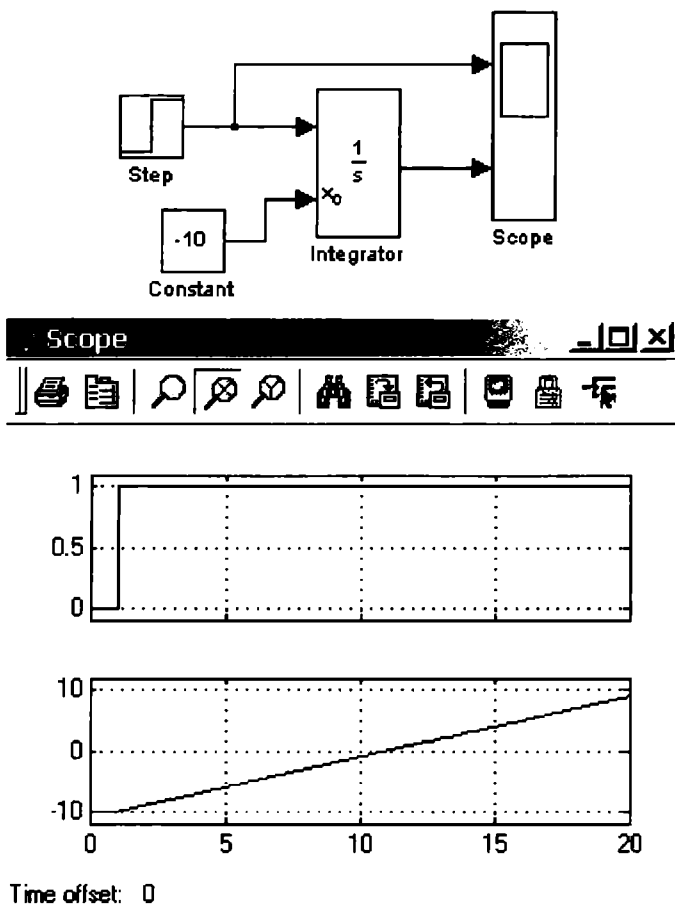
Absolute tolerance — Абсолют хатолик.

Киришига поғонали сигнал берилганда интеграторнинг иш 12.3.2-расмда кўрсатилган (бошланғич шартлар нолга тенг).



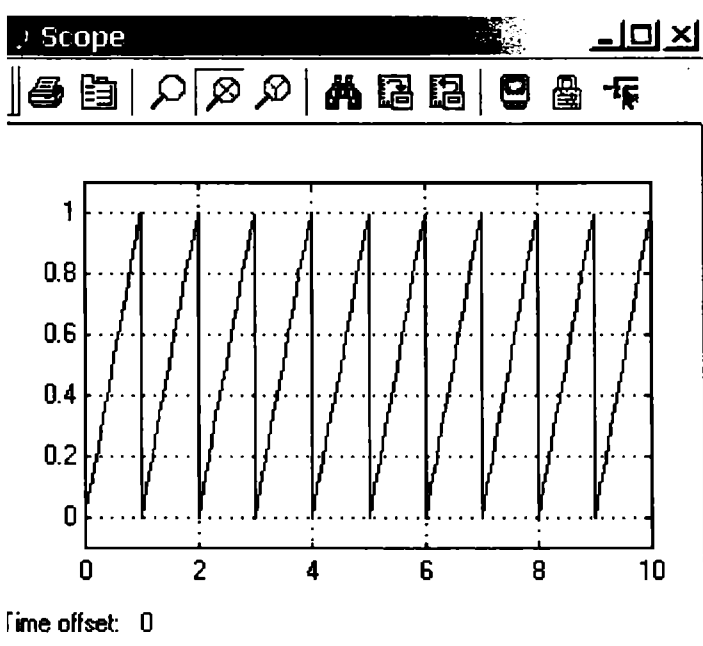
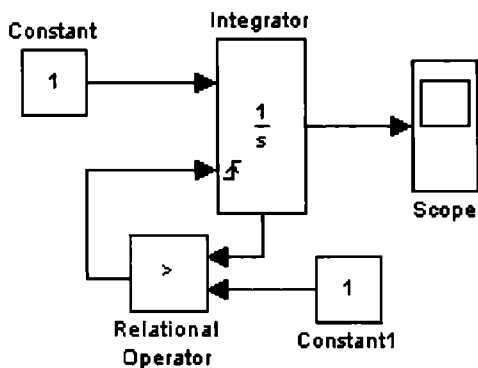
12.3.2-расм. Поғонали сигнални интеграллаш

Кейинги мисолда (12.3.3-расм) -10 га тенг бўлган чиқиш лининг бошланғич қиймати ташки порт орқали берилган.



12.3.3-расм. Поғонали сигнални чиқиш сигналлини бошланғич қиймати ў холда интеграллаш

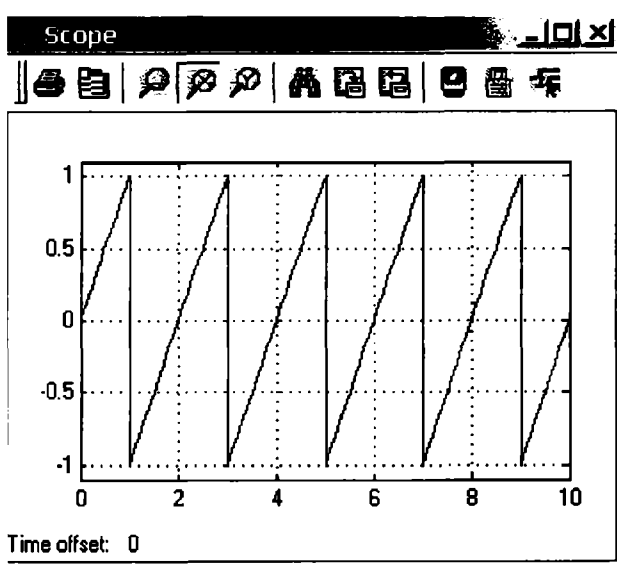
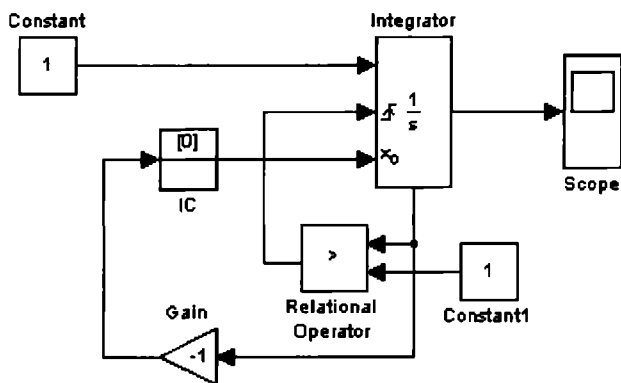
Интеграторнинг кириш портидан чиқиш сигналлини бо ҳолатга қайтариш ва ҳолат портидан тескари боғланишни қилиш учун фойдаланишга мисол 12.3.4-расмда кўрсатилган куйидагича ишлайди: киришдаги ўзгармас сигнал интеграторда чизиқли-ўзгарувчи сигналга айлантирилади. Чиқиш сигнал тенг бўлган қийматга етганда **Relational Operator** блоки м сигнал ҳосил қилади. Мантикий сигналнинг олдинги фронт интеграторнинг чиқиш сигнали нолга тенг бўлган бошланғич қайтади. Натижада интеграторнинг чиқишида 0 дан +1Вгача ў аррасимон сигнал шаклланади.



2.3.4-расм. Интегратор асосидаги адрасимон сигналлар генератори

инги схемада (12.3.5-расм) интеграторнинг бошланғич шартининг чиқиш сигнали ёрдамида ўрнатиш кўрсатилган. Вақтнинг бошланғич моментидан интегратор чиқиш сигналининг бошланғич шартининг **IC (Initial Condition)** блоки ёрдамида нолга тенглаштирилади. Чиқиш сигнали 1 га тенг қийматга етганда **Relational Operator** блоки интегратор чиқиш сигналининг бошланғич шартининг чиқиш сигналининг ҳосил қилади. Бунда интеграторнинг бошланғич шартининг чиқиш сигнали (яъни -1) бошланғич шартини берувчи

йин схеманинг ишлаш цикли қайтарилди. Авкли равишда генераторнинг чиқиш сигнали ик



м. Интегратор асосида бажарилган икки кутбли аррасимс генератори

12.3.3. Memory блоки

си:

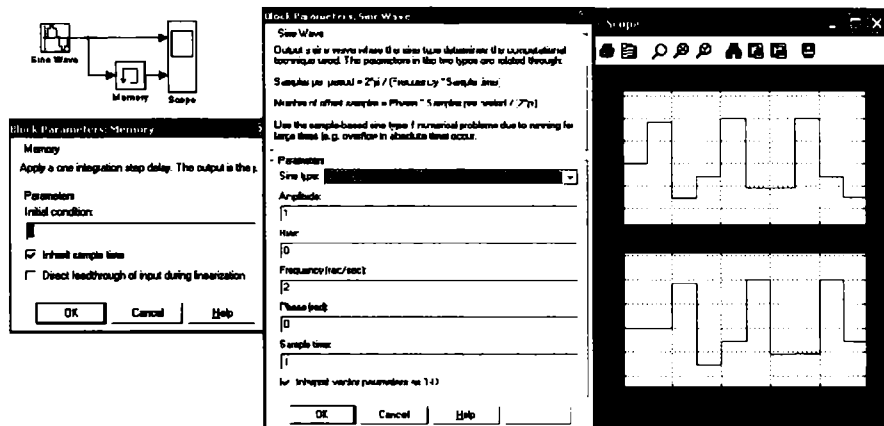
сигналини битта вақт тактига кечиктиради.

трлари:

1 condition — чиқиш сигналининг бошланғич

- **Inherit sample time** (байроқча) — Модел вақтининг қадамини қабул қилиш. Агар байроқча ўрнатилган бўлса **Memory** блоки ўзидан аввалги блок модел вақтининг қадамидан (**Sample time**) фойдаланади.

Memory блокидан дискрет сигнални битта вақт тактига кечиктириш учун фойдаланишга мисол 12.3.6-расмда келтирилган



12.3.6-расм. Memory блокидан дискрет сигнални битта вақт тактига кечиктириш учун фойдаланишга мисол

12.3.4. Узатиш функциясининг блоки Transfer Fen

Вазифаси:

Узатиш функциясини полиномлар нисбати кўринишида беради:

$$H(s) = \frac{y(s)}{u(s)} = \frac{num(s)}{den(s)} = \frac{num(1)s^{nn-1} + num(2)s^{nn-2} + \dots + num(nn)}{den(1)s^{nd-1} + den(2)s^{nd-2} + \dots + den(nd)}$$

Бу ерда **nn** ва **nd** — узатиш функцияси сурати ва махражининг тартиби;

num — суратдаги ёки матрицаси; **den** — махраждаги коэффициентларнинг вектори.

Параметрлари:

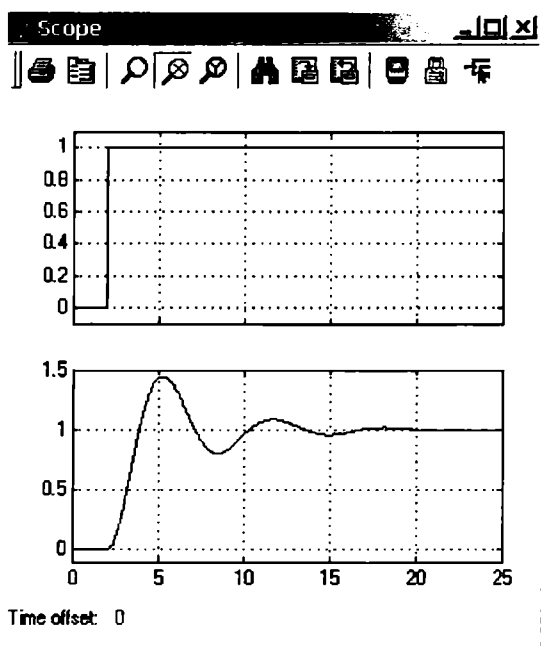
Numerator — суратдаги полином коэффициентларнинг вектори ёки матрицаси;

Denominator — махраждаги полином коэффициентларнинг вектори;

Absolute tolerance — Абсолют хатолик.

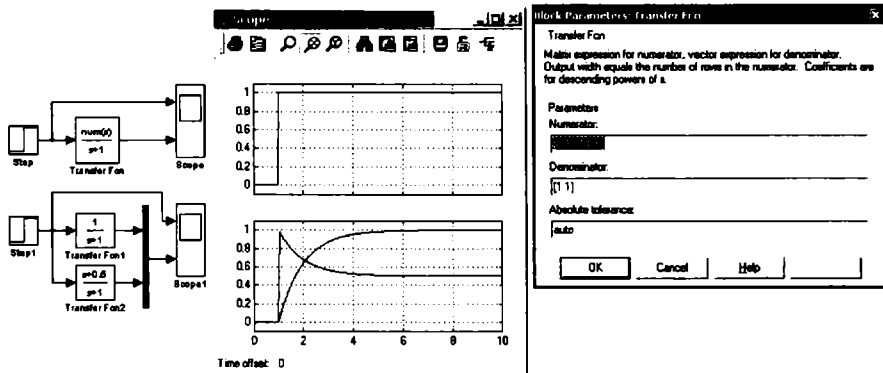
Суратнинг тартиби махражникидан катта бўлмаслиги керак.

ли скаляр бўлиши керак. Агар суратдаги ўлса блокнинг чиқиш сигнали ҳам вектор и ёрдамида тебранувчи звенони моделлаш- гирилган.



Ҳcp блоки ёрдамида тебранувчи звенони моделлашга мисол

коэффициентлар матрица кўринишида бўрилган векторли узатиш функциясини моделлайди. сини махраж полиномлари бир хил, лекин бўлган бир неча узатиш функциялари син. Бунда блокнинг чиқиш сигнали вектор ратдаги коэффициентлар матричасидаги лнинг ўлчамини белгилайди. циясини берадиган **Transfer Fcn** блокига гирилган. Расмда унга тўла ўхшаш, лекин кларидан (**Transfer Fcn1**, **Transfer Fcn2**) илган.



12.3.8-расм. Векторли узатиш функциясини берадиган Transfer Fcn блоки ва унинг аналогли

Transfer Fcn блокidan фойдаланилганда бошлангич шартлар нолга тенг бўлади. Агар нолга тенг бўлмаган бошлангич шартлар зарур бўлса **tf2ss** функцияси (**Control System Toolbox** воситаси) ёрдамида узатиш функциясидан ҳолатлар фазосидаги моделга ўтилади ва динамик объект **State-Space** блоки ёрдамида моделланади.

12.3.5. Узатиш функцияси блоки Zero-Pole

Вазифаси:

Zero-Pole блоки кутблари ва ноллари берилган узатиш функциясини аниқлайди:

$$H(s) = K \frac{Z(s)}{P(s)} = K \frac{(s-Z(1))(s-Z(2))\dots(s-Z(m))}{(s-P(1))(s-P(2))\dots(s-P(n))},$$

бу ерда **Z** — узатиш функцияси нолларининг (сурат полиномининг илдизлари) вектор ёки матричаси; **P** — узатиш функцияси кутбларининг (махраж полиномининг илдизлари) вектори; **K** — узатиш функциясининг коэффициенти. Агар узатиш функциясининг ноллари матрица кўринишида берилган бўлса коэффицентлар вектори. Бунда **K** векторнинг ўлчами ноллар матричасининг сатрлари сони билан аниқланади.

Параметрлари:

Zeros — ноллар вектори ёки матричаси.

Poles — кутблар вектори.

Gain — узатиш функциясининг скаляр ёки вектор коэффициенти.

Absolute tolerance — Абсолют ҳатолик.

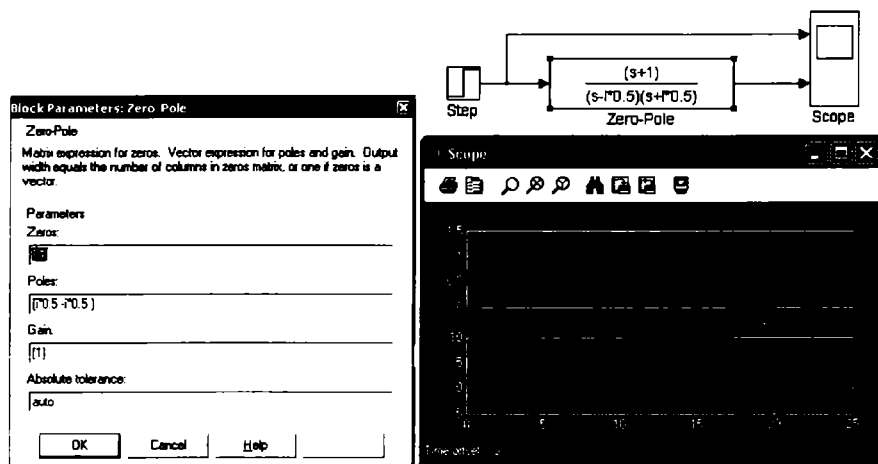
Узатиш функциясидаги ноллар миқдори кутблар сонидан катта бўлмаслиги керак.

Агар узатиш функциясининг ноллари матрица кўринишида бўлса **Zero-Pole** блоки векторли узатиш функциясини моделлайди.

Узатиш функциясининг ноллари ва кутблари комплекс сонлар билан ҳам берилиши мумкин.

Zero-Pole блокидан фойдаланилганда бошланғич шартлар нолга тенг бўлади.

Zero-Pole блокидан фойдаланишга мисол 9.3.10-расмда кўрсатилган. Мисолда узатиш функцияси битта ҳақиқий нол ва иккита комплекс-боғланган кутбга эга.



12.3.9-расм. Zero-Pole блокидан фойдаланишга мисол

12.3.6. Динамик объект моделининг блоки State-Space

Вазифаси:

Блок куйидаги ҳолат тенгламалари билан тавсифланувчи динамик объект ни ҳосил қилади:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= Ax + Bu \\ y &= Cx + Du\end{aligned}$$

бу ерда x — ҳолат вектори, u — кириш таъсирининг вектори, y — чиқиш сигналларининг вектори, A , B , C , D — матрицалар.

Матрицаларнинг ўлчамлари 9.3.11-расмда кўрсатилган (n — ҳолат ўзгарувчиларининг сони, m — кириш сигналларининг сони, r — чиқиш сигналларининг сони).

	m
	B
	D

си матрицаларининг ўлчамлари

i шартлар вектори;

t хатолик.

динамик объектни моделлашга ми-

Блокнинг матрицалари қуйидаги

$$\left. \begin{array}{l} 0 \\ 3 \end{array} \right|, C = \begin{vmatrix} 0 & 1 \end{vmatrix}, D = \begin{vmatrix} 0 \end{vmatrix}$$

Block Parameters: State Space x

State Space

State-space model

$$\frac{du}{dt} = Au + Bu$$

$$y = Cx + Du$$

Parameters

A:

B:

C:

D:

Initial conditions:

Absolute tolerance:

ида динамик объект ни моделлашга мисол

12.4. Discrete — дискрет блоклар

12.4.1. Дискрет кечиктириш блоки Unit Delay

Вазифаси:

Кириш сигнални модел вақтининг қадамига тенг бўлган вақтга кечиктиради.

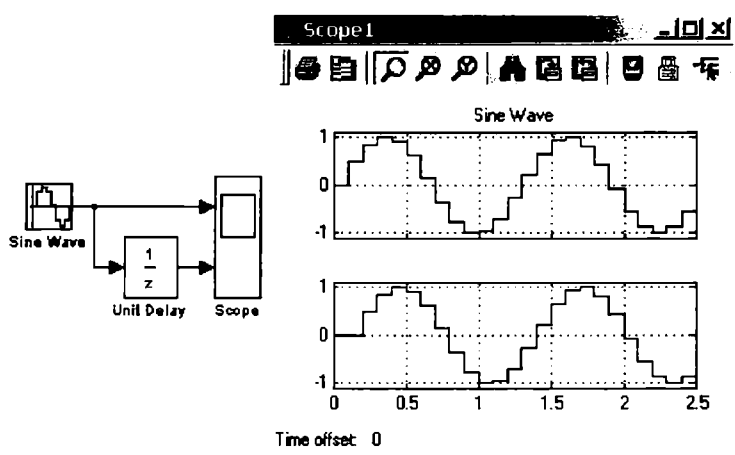
Параметрлари:

Initial condition — Чиқиш сигнаlining бошланғич қиймати.

Sample time — Модел вақтининг қадами.

Кириш сигнали скаляр ёки вектор бўлиши мумкин. Кириш сигнали вектор бўлса кечиктириш векторнинг ҳар бир элементи учун бажарилади. Блок комплекс ва ҳақиқий сигналлар билан ишлаши мумкин.

Дискрет сигнални 0,1с га тенг бўлган битта вақт қадамига кечиктириш учун **Unit Delay** блокидан фойдаланишга мисол 12.4.1-расмда келтирилган.



12.4.1-расм. Unit Delay блокидан фойдаланишга мисол

12.4.2. Нолинчи тартибли экстраполятор блоки Zero-Order Hold

Вазифаси:

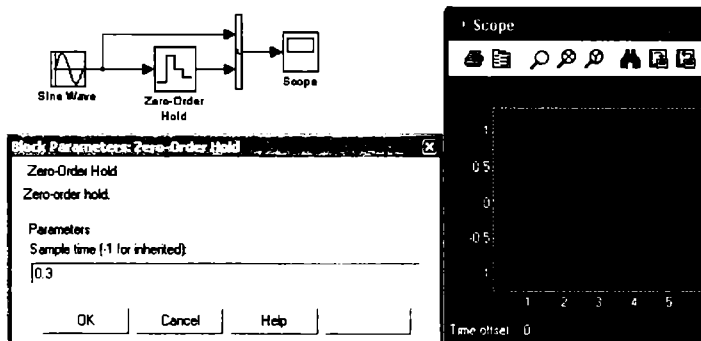
Блок кириш сигнални вақт бўйича дискретлайди.

Параметрлари:

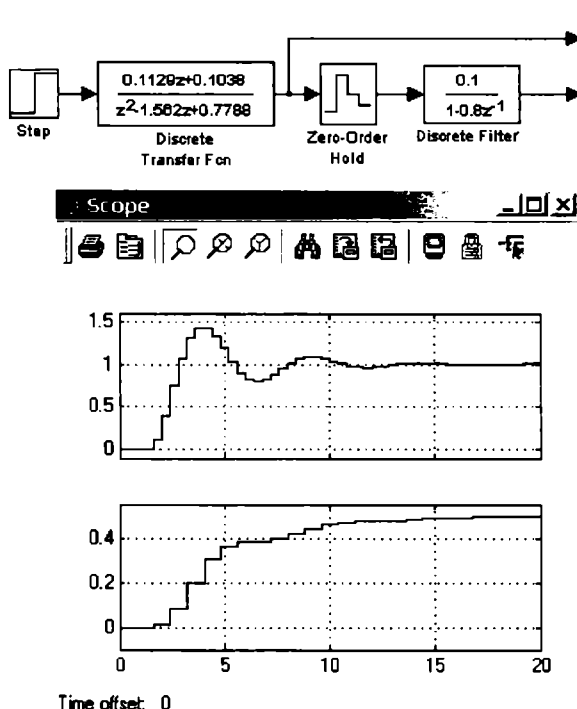
Sample time — Вақт бўйича дискретлаш қадамининг катталиги.

Блок кириш сигнаlining квантлаш интервали бошланишидаги қийматини эслаб қолади ва чиқишда квантлаш интервали тугагунча сақлаб туради. Кейин чиқиш сигнали сакраб, кириш сигнаlining квантлашнинг кейинги қадами бошланишидаги қийматигача ўзгаради.

Zero-Order Hold блоки ёрдамида дискрет сигнал
ришга мисол 12.4.2-расмда келтирилган.



12.4.2-расм. Zero-Order Hold блоки ёрдамида дискрет си
шакллантиришга мисол



12.4.3-расм. Zero-Order Hold блокidan дискрет блокларни ўзаро
учун фойдаланиш.

Нолинчи тартибли экстраполятор блокidan хар хил
тервалига эга бўлган дискрет блокларнинг ишлашини

учун фойдаланиш мумкин (12.4.3-расм). Мисолда **Discrete Transfer Fcn** блоки имеет **Sample time = 0.4** параметрга ва **Discrete Filter** блоки эса **Sample time = 0.8** параметрга эга.

12.4.3. Биринчи тартибли экстраполятор блоки **First-Order Hold**

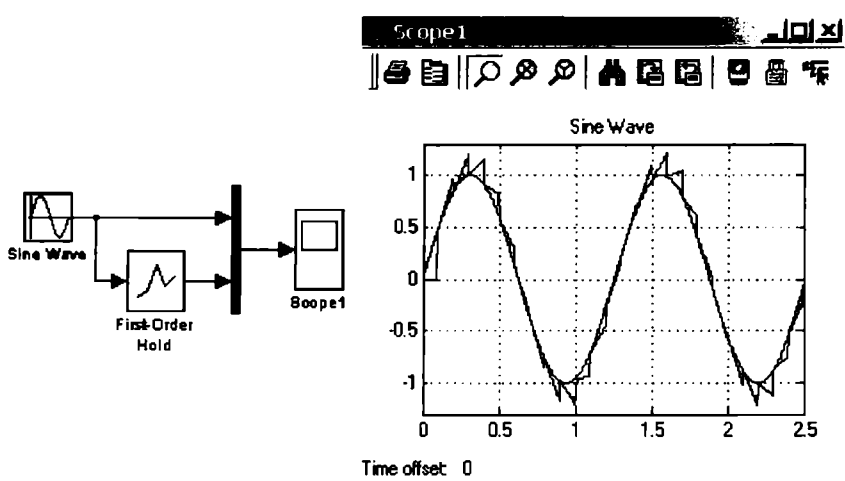
Вазифаси:

Блок кириш дискретлашнинг ҳар бир тактида сигналининг аввалги интервалдаги тиклигига мос ҳолда чиқиш сигналининг чизиқли ўзгаришини ҳосил қилади.

Параметрлари:

Sample time — Вақт бўйича дискретлаш кадамининг катталиги.

First-Order Hold блоки ёрдамида синусоидал сигнални экстраполяция қилишга мисол 12.4.4-расмда келтирилган.



12.4.4-расм. First-Order Hold блокidan фойдаланишга мисол

12.4.4. Дискрет интегратор блоки **Discrete-Time Integrator**

Вазифаси:

Блокдан дискрет системаларда интеграллаш амалини бажариш учун фойдаланилади.

Параметрлари:

Integration method — Сонли интеграллаш усули:

Forward Euler — Эйлер усули.

Ушбу усул $1/s$ узатиш функциясини аппроксимацияси $T/(z-1)$ дан фойдаланади. Блокнинг чиқиш сигнали қуйидаги ифодага асосан ҳисобланади:

$$y(k) = y(k-1) + T \cdot u(k-1),$$

интеграторнинг чиқиш сигнали,
интеграторнинг кириш сигнали,
искретлаш қадами,
оделлаш қадамининг номери.

Hard Euler — Эйлернинг тескари усули.

усул $1/s$ узатиш функциясини аппроксимацияси T ланади. Блокнинг чиқиш сигнали куйидаги ифодага эди:

$$y(k) = y(k-1) + T \cdot u(k).$$

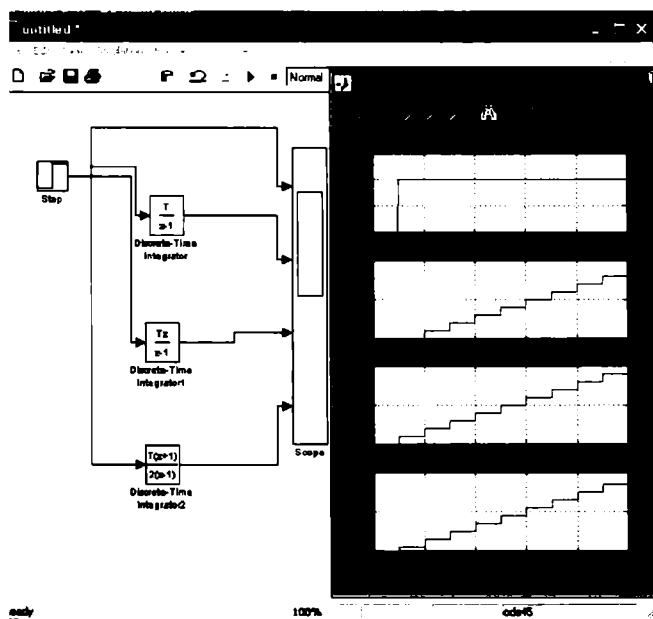
trapezoidal — Трапециялар усули.

усул $1/s$ узатиш функциясини аппроксимацияси T фойдаланади. Блокнинг чиқиш сигнали куйидаги собланади:

$$x(k) = y(k-1) + T/2 \cdot u(k-1).$$

ode time — Вақт бўйича дискретлаш қадами.

ет интеграторнинг колган параметрлари аналог инт **continuous** библиотекаси **Integrator** блоки) ўхшаш



и.и. Discrete-Time Integrator блоклари ёрдамида турли усулла сонли интеграллаш

Discrete-Time Integrator блоки ёрдамида сонли интеграллашнинг учала усули ҳам 12.4.5-расмда кўрсатилган. Расмдан танланган интеграллаш усулига мос ҳолда блокнинг тасвири ҳам ўзгариши мумкин.

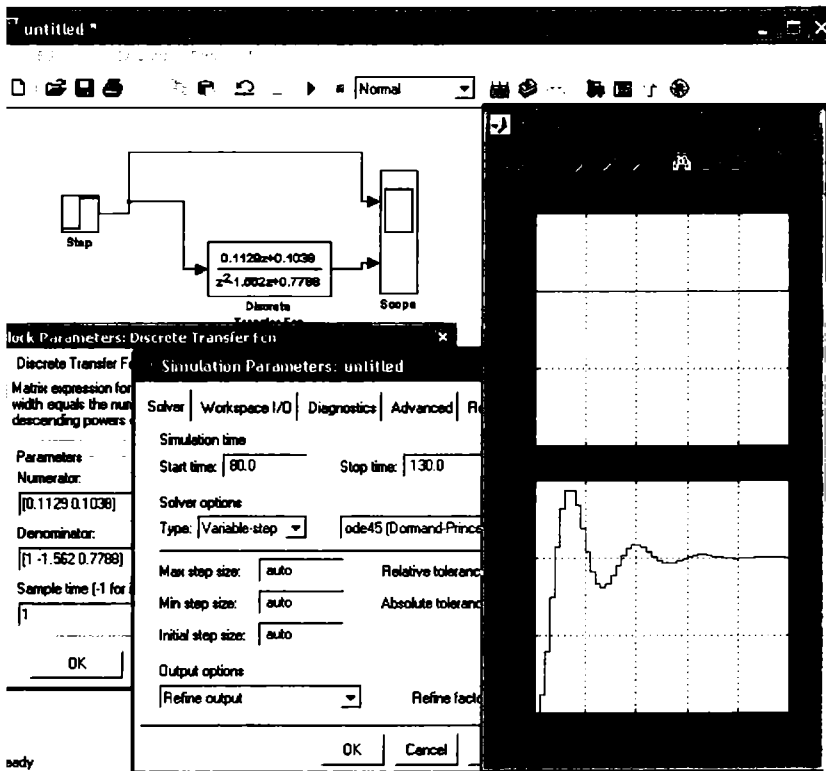
12.4.5. Дискрет узатиш функцияси блоки Discrete Transfer Fcn

Вазифаси:

Discrete Transfer Fcn блоки куйидаги полиномлар нисбати кўришдаги дискрет узатиш функциясини беради:

$$H(z) = \frac{num(z)}{den(z)} = \frac{num_0 z^n + num_1 z^{n-1} + \dots + num_m z^{n-m}}{den_0 z^n + den_1 z^{n-1} + \dots + den_n}$$

ерда $m+1$ ва $n+1$ — сурат ва махраждаги коэффицентларнинг сон
 m — суратдаги коэффицентларнинг вектори ёки матрицаси,
 n — махраждаги коэффицентларнинг вектори.



12.4.6-расм. Discrete Transfer Fcn блокidan фойдаланишга мисол

Параметрлари:

Numerator — Суратдаги коэффициентларнинг вектори ёки матрицаси;

Denominator — Махраждаги коэффициентларнинг вектори;

Sample time — Вақт бўйича дискретлаш қадами.

Суратнинг тартиби махражнинг тартибидан юқори бўлмаслиги керак.

Кириш сигнали скаляр бўлиши керак. **Discrete Transfer Function** блокидан фойдаланишга мисол 12.4.6-расмда келтирилган. Мисолда тебранувчи звено дискрет аналогининг бирлик поғонали таъсирга реакцияси ҳисобланади:

$$\frac{1}{s^2 + 0.5s + 1}$$

Дискретлаш қадами **0.5** с олинган.

12.4.6. Дискрет узатиш функцияси блоки **Discrete Zero-Pole**

Вазифаси:

Discrete Zero-Pole блоки кутблари ва ноллари берилган куйидаги дискрет узатиш функциясини аниқлайди:

$$H(z) = K \frac{Z(z)}{P(z)} = K \frac{(z - Z_1)(z - Z_2) \dots (z - Z_m)}{(z - P_1)(z - P_2) \dots (z - P_n)}$$

бу ерда Z — узатиш функцияси нолларининг вектори ёки матрицаси, P — узатиш функцияси кутбларининг вектори, K — ноллари матрица кўринишда берилган узатиш функциясининг коэффициентлари ёки коэффициентларининг вектори. Бунда K векторнинг ўлчами ноллар матрицасидаги сатрлар сони билан аниқланади.

Параметрлари:

Zeros — Ноллар вектори ёки матрицаси;

Poles — Кутблар вектори;

Gain — Узатиш функциясининг скаляр ёки вектор коэффициенти;

Sample time — Вақт бўйича дискретлаш қадами.

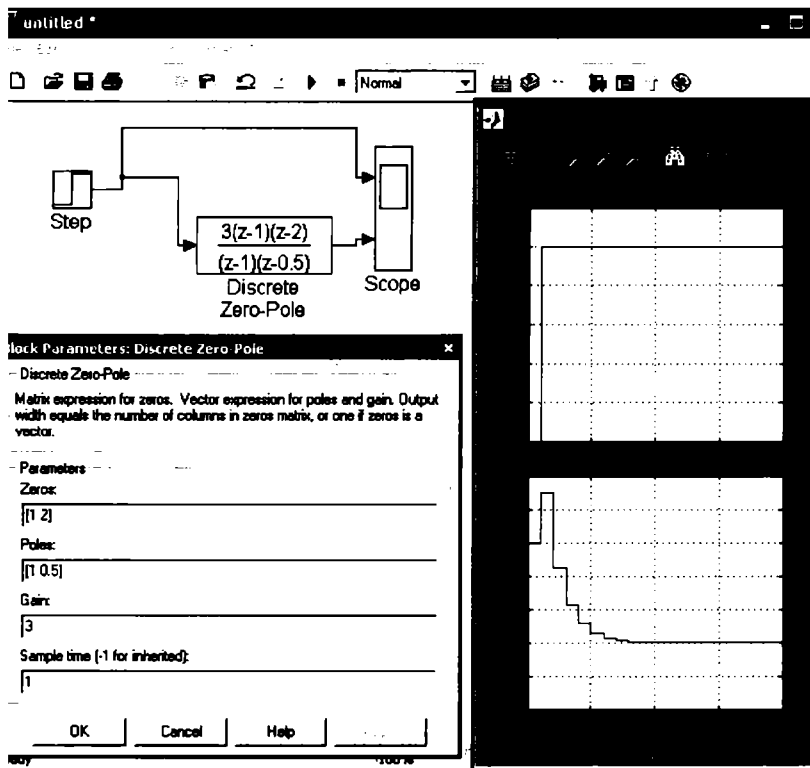
Узатиш функциясида ноллар сони кутблар сонидан катта бўлмаслиги керак.

Узатиш функциясининг ноллари матрица кўринишида берилса **Discrete Zero-Pole** блоки вектор узатиш функциясини моделлайди.

Ноллар ва кутблар комплекс-бириктирилган жуфтликлар билан ҳам берилиши мумкин.

Discrete Zero-Pole блокдан фойдаланилганда бошланғич шарт л деб олинади.

Discrete Zero-Pole блокдан фойдаланишга мисол 12.4.7-рас тирилган.



12.4.7-расм. Discrete Zero-Pole блокдан фойдаланишга мисол.

12.4.7. Дискрет филътр блоки Discrete Filter

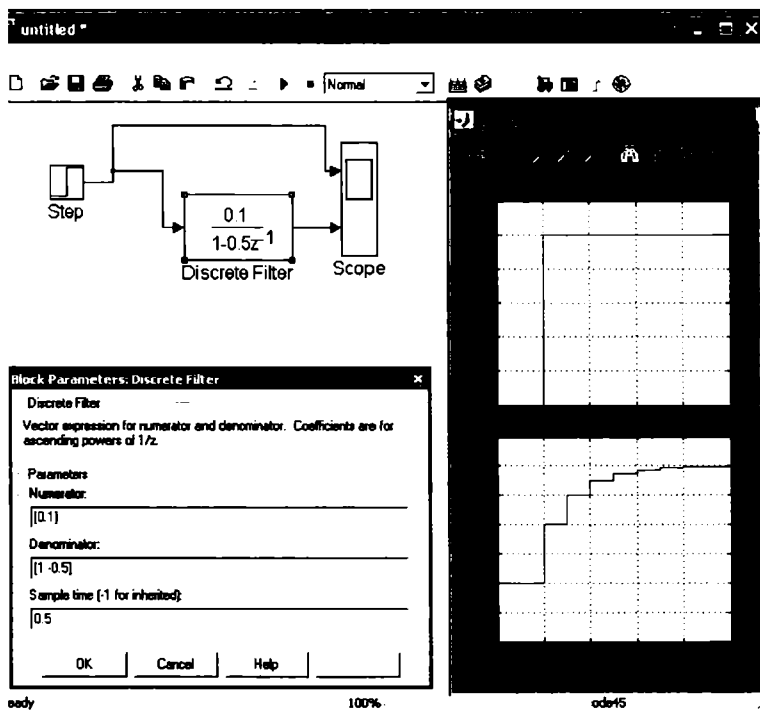
Вазифаси:

Дискрет филътр блоки **Discrete Filter** тескари аргумент ($1/z$), идаги дискрет узатиш функциясини беради:

$$H(1/z) = \frac{num(1/z)}{den(1/z)} = \frac{num_0 z^0 + num_1 z^{-1} + num_2 z^{-2} + \dots + num_m z^{-m}}{den_0 z^0 + den_1 z^{-1} + den_2 z^{-2} + \dots + den_n z^{-n}}$$

ерда $m+1$ и $n+1$ — сурат ва махраж коэффицентларининг со n — сурат коэффицентларининг вектори ёки матрицаси; den раж коэффицентларининг вектори.

numerator — Сурат коэффициентларининг вектори ёки матрица;
denominator — Махраж коэффициентларининг вектори;
sample time — Вақт бўйича дискретлаш қадами.
Discrete Filter блокидан фойдаланишга мисол 12.4.8-расмда
 келтирилган. Мисолда дискретлаш қадами 0.5 с олинган.



12.4.8-расм. Discrete Filter блокидан фойдаланишга мисол

8. Динамик объект моделининг блоки Discrete State-Space

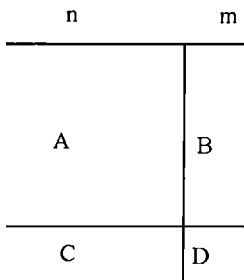
таърифаси:

юк куйидаги ҳолат тенгламалари билан аниқланувчи динамик объектнинг моделини ҳосил қилади:

$$x(n+1) = Ax(n) + Bu(n)$$

$$y(n) = Cx(n) + Du(n),$$

бу ерда x — ҳолат вектори; u — кириш таъсирларининг вектори; y — чиқариш сигналларининг вектори; A , B , C , D — матрицалар; n — дискретлаш қадамнинг тартиб рақами.



Матрицанинг ўлчамлари 12.4.9-р. кўрсатилган (n — ҳолат ўзгарувчилари сони, m — кириш сигналларининг сони, p — чиқиш сигналларининг сони).

Параметрлари:

A — Системанинг матричаси;

B — Кириш матричаси;

C — Чиқиш матричаси;

D — Ўтиш матричаси;

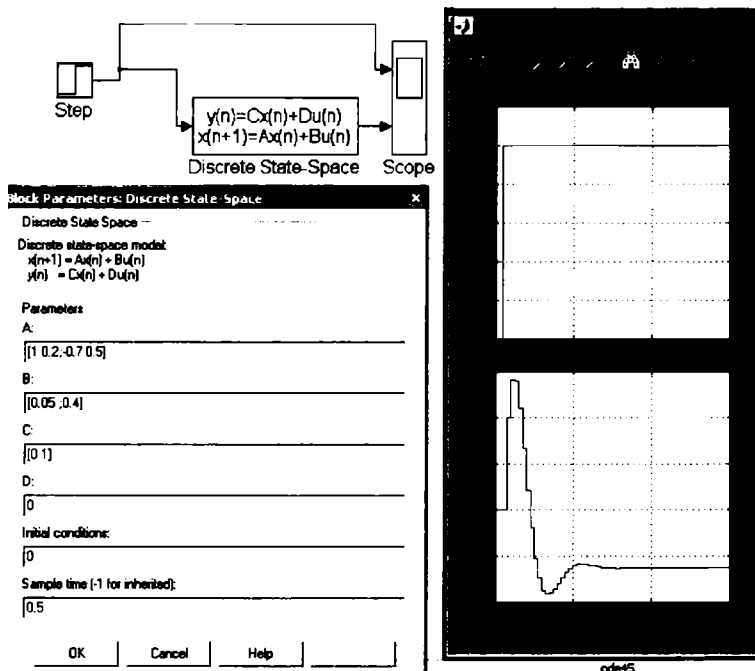
Initial condition — Бошланғич ша вектори;

Sample time — Вақт бўйича дискр

ми.

Discrete State-Space блоки ёрдамида динамик объектни мисол 12.4.10-расмда кўрсатилган. Блокнинг матрицадаги қийматларга эга:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0.2 \\ -0.7 & -0.5 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0.05 \\ 0.4 \end{bmatrix}, C = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix}, D = \begin{bmatrix} 0 \end{bmatrix}$$



12.4.10-расм. Discrete State-Space блокдан фойдаланишга мисол

чизикли блоклар

оки Saturation

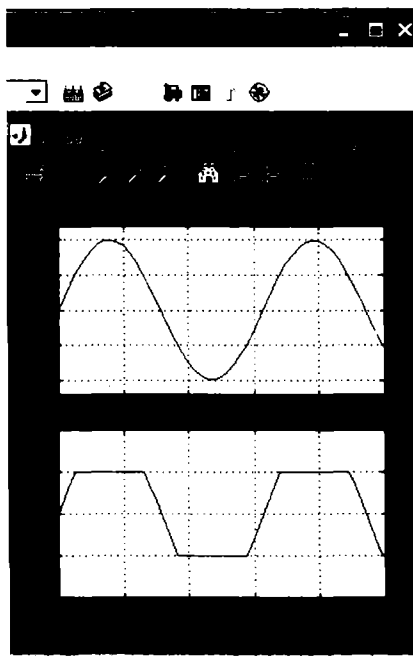
1.

ри чегараси;

ки чегараси;

(флажок) — Линиялаштиришд
бўлган кучайтиргич сифатид

сигнални чеклаш учун фойдала
лган.



дан фойдаланишга мисол

га бўлган блок **Dead Zone**

ночизикли боғланишни амалг

12.5.3. Релели блок Relay

Вазифаси:

Релели нозизикликни амалга оширади.

Параметрлари:

Switch on point — уланиш чегараси. Реле уланадиган қиймат.

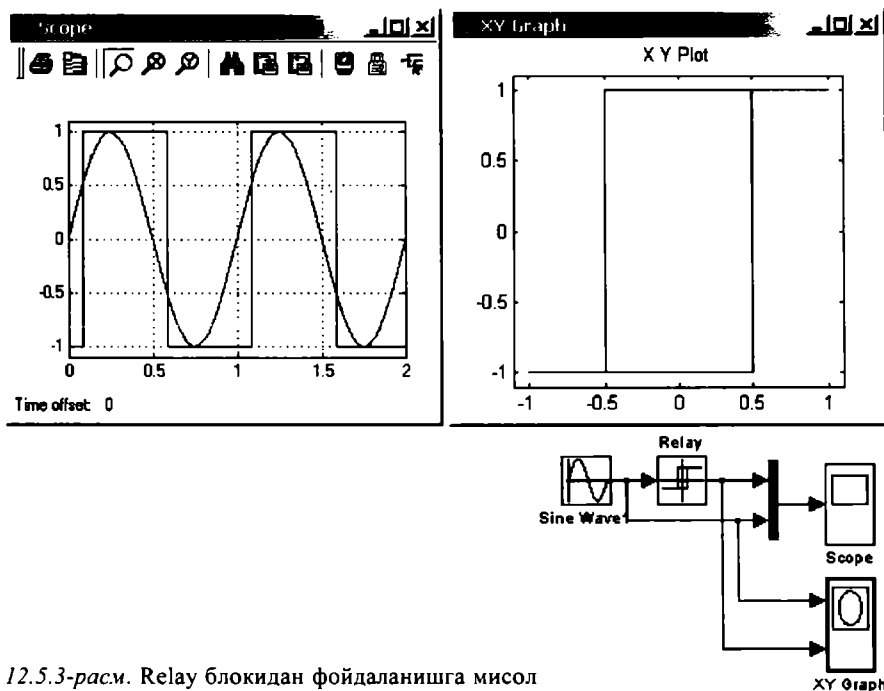
Switch off point — узилиш чегараси. Реле узиладиган қиймат.

Output when on — реле уланган ҳолатдаги чиқиш сигналининг қиймати.

Output when off — реле узилган ҳолатдаги чиқиш сигналининг қиймати.

Блокнинг чиқиш сигнали икки қийматдан бирини қабул қилиши мумкин. Улардан бири реле уланган ва иккинчиси реле узилган ҳолатга мос келади. Реле бир ҳолатдан иккинчисига сакраб ўтади. Уланиш ва узилиш чегаралари ҳар хил бўлганда блок гистерезисга эга бўлган релели характеристикани амалга оширади. Бунда реленинг уланиш чегараси узилиш чегарасидан катта бўлиши керак.

Relay блокидан фойдаланишга мисол 12.5.3-расмда келтирилган. Вақт диаграммаларидан кўриниб турганидек реле кириш сигнали 0.5га етганда уланади ва -0.5 гача пасайганда узилади.



12.5.3-расм. Relay блокидан фойдаланишга мисол

12.5.4. Сатҳ бўйича квантлаш блоки Quantizer

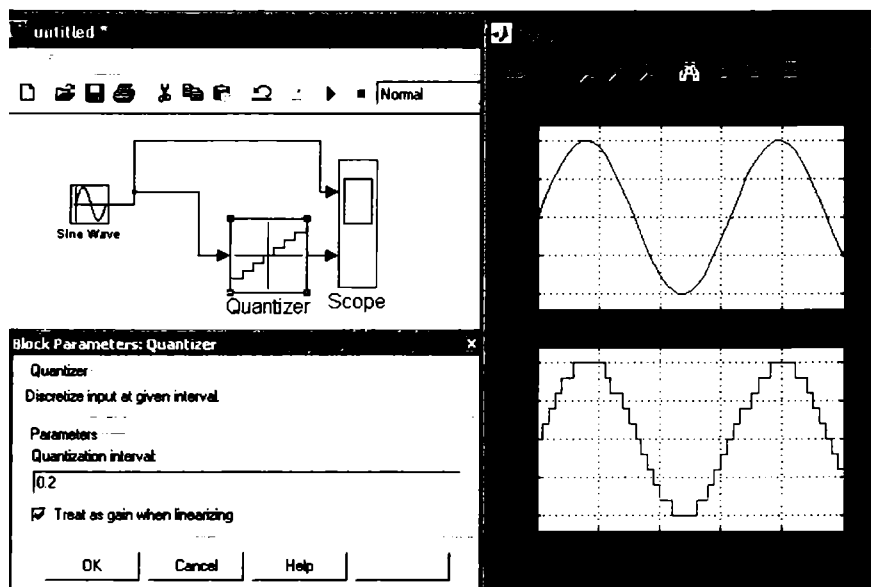
Вазифаси:

Блок кириш сигналини сатҳ бўйича бир хил кадам билан квантлашни таъминлайди.

Параметрлари:

Quantization interval — сатҳ бўйича квантлаш қадами.

Quantizer блокидан фойдаланишга мисол 12.5.4-расмда кўрсатилган. Мисолда квантлаш қадами 0.2 олинган.



12.5.4-расм. Quantizer блокидан фойдаланишга мисол

12.5.5. Люфт блоки Backlash

Вазифаси:

«Люфт» туридаги нозизикликни моделлайди.

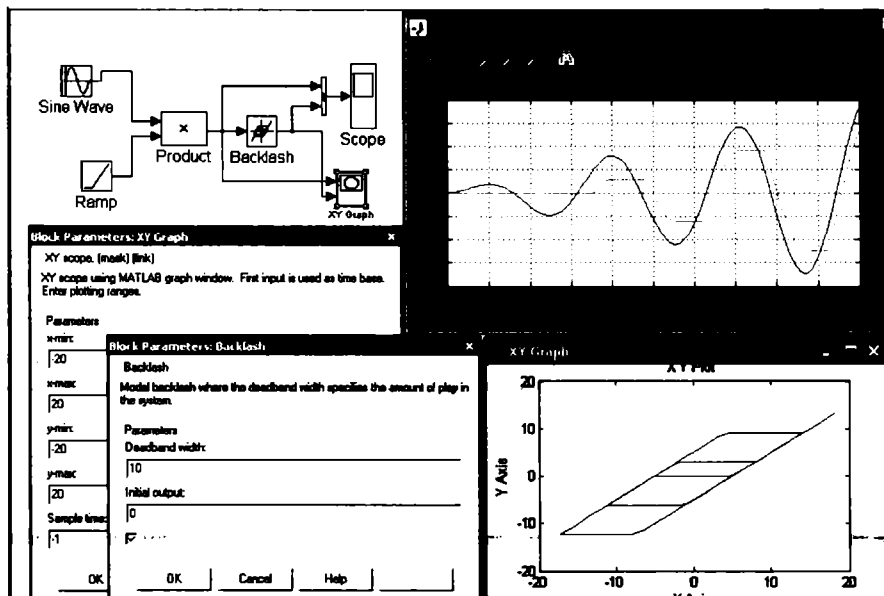
Параметрлари:

Deaband width — Люфтнинг кенглиги;

Initial output — Чиқиш сигналининг бошланғич қиймати.

Чиқишдаги сигнал киришдаги сигнал $(\text{Deaband width})/2$ қийматга тгунча **Initial output** қийматга, кейин эса $U - (\text{Deaband width})/2$ ийматга, кириш сигналининг йўналиши ўзгаргандан кейин кириш игнали $(\text{Deaband width})/2$ га ўзгаргунча ўзгаришсиз қолади ва кейин $U + (\text{Deaband width})/2$ қийматга эга бўлади.

Backlash блокidan фойдаланишга мисол 12.5.5-расмда келтирилган. Мисолда кириш сигнали сифатида амплитудаси чизикли ортис боровчи гармоник сигнал олинган.



12.5.5-расм. Backlash блокidan фойдаланишга мисол

12.5.6. Улаб узгич блоки Switch

Вазифаси:

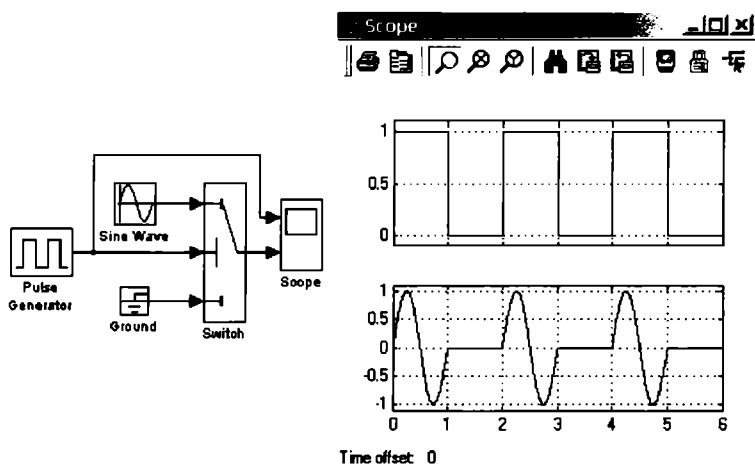
Бошқариш сигналига асосан кириш сигналларини улаб узади.

Параметрлари:

Threshold — Бошқарувчи сигналнинг чегараси.

Блок куйидагича ишлайди: агар блокнинг ўртадаги каришига келтирилаётган сигнал бошқарувчи сигналнинг чегарасидан (**Threshold** параметрининг қийматидан) кичик бўлса блокнинг чиқишига биринчи (юкоридаги) киришидаги сигнал, катта бўлса иккинчи (пастдаги) киришидаги сигнал ўтади.

Switch блокнинг ишлаши 12.5.6-расмда кўрсатилган. Бошқарувчи сигналнинг чегаравий қиймати 0.5 олинганлиги учун калитнинг бошқарувчи киришидаги сигнал 1 бўлганда чиқишга Sine Wave блокидаги гармоник сигнал ўтади. Бошқарувчи киришдаги сигнал 0 бўлса чиқишда **Ground** блокидаги нол сатхли сигнал ҳосил бўлади.



12.5.6-расм. Switch улаб узгични қўллашга мисол

12.5.7. Кўп киришли улаб узгич блоки Multiport Switch

Вазифаси:

Актив кириш портининг номерини аниқловчи бошқариш сигна-лига асосан кириш сигналларини улаб узади.

Параметрлари:

Number of inputs — Киришлар сони.

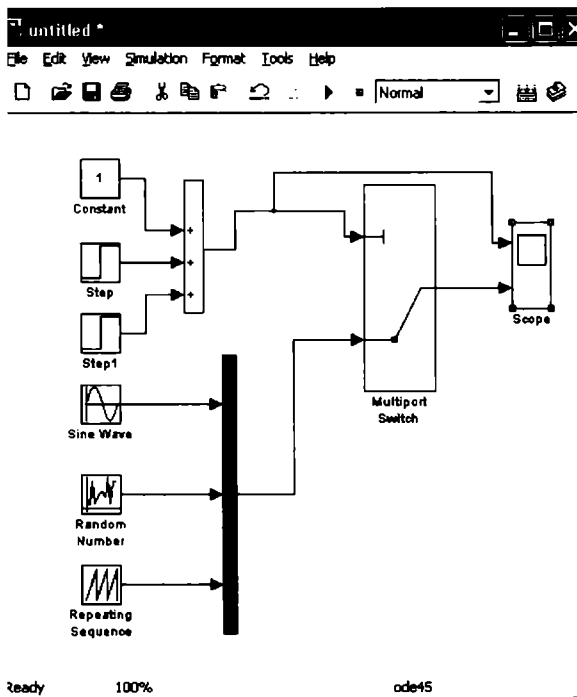
Кўп киришли улаб узгич блоки **Multiport Switch** номери бош-қарувчи сигналнинг жорий қийматига тенг бўлган киришдаги сигнал-ни чиқишга ўтказади. Агар бошқарувчи сигнал бутун турдаги сигнал бўлмаса **Multiport Switch** блоки сигналнинг каср қисмини ташлаб юборади ва **MATLAB**нинг командалар ойнасида огоҳлантирувчи хабар ҳосил бўлади.

Multiport Switch блокнинг ишлашига мисол 12.5.7-расмда кел-тирилган. Улаб узгичнинг бошқарувчи сигнали учта сатхга эга ва **Constant**, **Step**, **Step1** ва **Sum** блоклари ёрдамида шакллантирилади. Кириш сигналнинг сатҳига мос равишда **Multiport Switch** блокнинг чиқишига ҳар хил частотага эга бўлган гармоник сигналлар ўтади.

Multiport Switch блокадаги киришлар сонини 1га тенг қилиб олиш ҳам мумкин. Бу ҳолда блокнинг киришига вектор сигнал бериш керак. Блок номери бошқарувчи сигналнинг сатҳига мос келувчи сигнални чиқишга ўтказади.

Киришида вектор сигнал бўлганда **Multiport Switch** блокдан фойдаланишга мисол 12.5.8-расмда келтирилган.

расм. Multiport Switch улаб узгичнинг ишлатилишига



м. Киришида вектор сигнал бўлганда Multiport Switch
фойдаланишга мисол

12.5.10. Улаб узгич блоки Manual Switch

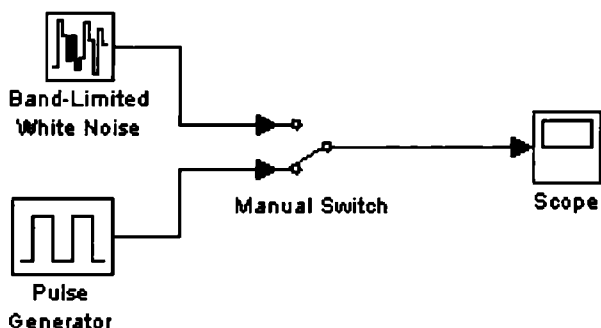
Вазифаси:

Кириш сигналларини фойдаланувчининг командасига асосан улаб узади.

Параметрлари:

Йўқ.

Улаб узиш учун блокнинг тасвири устида сичқончанинг чап тугмаси тўхтовсиз икки марта босилади. 12.5.9-расмда **Manual Switch** блокдан фойдаланишга мисол келтирилган.



12.5.9-расм. Manual Switch блокдан фойдаланишга мисол

12.6. Math — математик амаллар блоклари

12.6.1. Модулни ҳисоблаш блоки Блок Abs

Вазифаси:

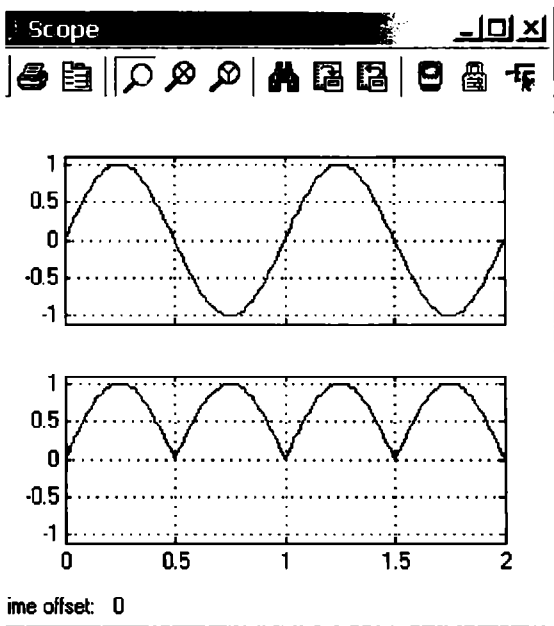
Сигналнинг абсолют қийматини ҳисоблайди.

Abs блокдан синусоидал сигнал жорий қийматининг модулини ҳисоблашга мисол 12.6.1-расмда келтирилган.

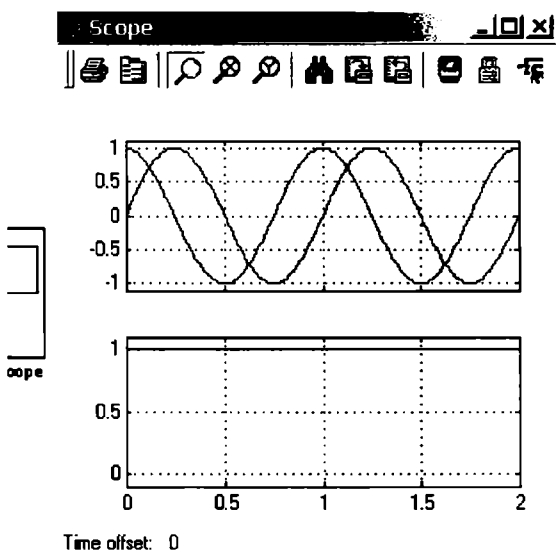
Abs блокдан комплекс турдаги сигналнинг модулини ҳисоблаш учун ҳам фойдаланиш мумкин (12.6.2-расм). Расмда

$$u = \cos(\omega \cdot t) + i \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

Комплекс сигналнинг модули ҳисобланган. Унинг қиймати кутилганидек, ҳар қандай вақт моменти учун бирга тенг.



синусодал сигнал жорий қийматининг модулини
хисоблашга мисол



матрикс турдаги сигналнинг модулини хисоблаш учун
фойдаланиш

12.6.2. Йиғиндини ҳисоблаш блоки Sum

Вазифаси:

Сигналлар жорий қийматларининг йиғиндисини ҳисоблайди.

Параметрлари:

Icon shape — блокнинг шакли. Қуйидаги рўйхатдан олинади:

round—айлана;

rectangular — тўртбурчак.

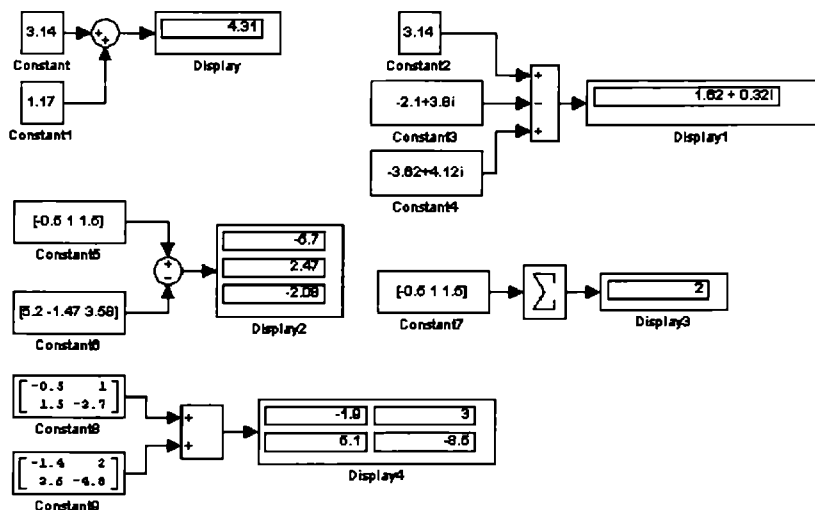
List of sign — белгилар рўйхати: + (плюс), — (минус) ва | (белгилар ажраткичи).

Sum блокидан скаляр, вектор ёки матрицавий сигналларнинг йиғиндисини ҳисоблаш учун фойдаланиш мумкин. Йиғиндисини ҳисобланаётган сигналларнинг турлари ўзаро мос келиши керак.

Агар киришлар сони бирдан кўп бўлса блок сигналларнинг векторлари ва матрицалари устида элементларо амалларни бажаради. Бунда матрицалар ёки векторлардаги элементлар сонлари тенг бўлиши керак.

Белгилар рўйхатида битта белги кўрсатилган бўлса блок вектор элементларининг йиғиндисини ҳисоблайди.

Sum блокидан фойдаланишга мисоллар 12.6.3-расмда келтирилган.



12.6.3-расм. Sum блокидан фойдаланишга мисоллар

12.6.3. Кўпайтириш блоки Product

Вазифаси:

Сигналлар жорий қийматларининг кўпайтмасини ҳисоблайди.

Параметрлари:

Number of inputs — Киришлар сони. Сон кўринишида ёки белгилар рўйхати кўринишида берилиши мумкин. Рўйхатда * (кўпайтириш) ва / (бўлиш) белгиларидан фойдаланилади.

Multiplication — Амални бажариш усули. Қуйидаги кийматларни қабул қилиши мумкин:

Element-wise—Элементлар бўйича.

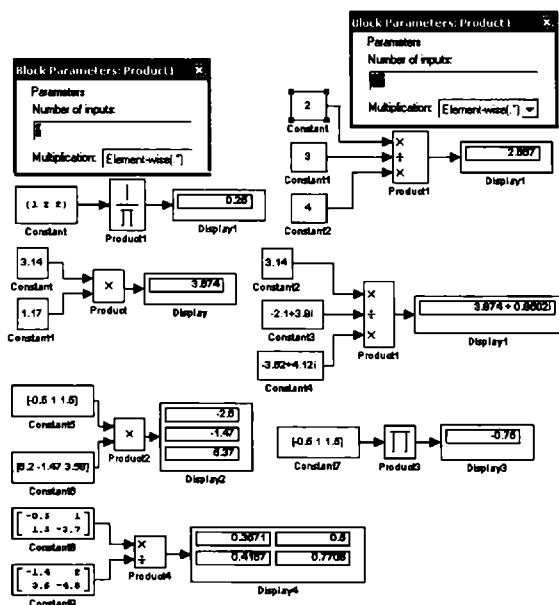
Matrix — Матрицавий.

Saturate on integer overflow (байрокча) — Бутуннинг тўлиб кетишини йўқотади. Байрокча ўрнатилганда бутун турдаги сигналларни чеклаш коррект тарзда бажарилади.

Агар **Number of inputs** параметри рўйхат кўринишида берилган ва рўйхатда кўпайтириш белгисидан ташқари бўлиш белгиси ҳам бўлса киришда мос амалларнинг символлари ҳосил бўлади.

Блок скаляр, вектор ёки матрицавий сигналларни кўпайтириш ва бўлиш учун ишлатилади. Кириш сигналларининг турлари мос келиши керак (кириш сигналлари бир хил турда бўлиши керак). Киришлар сони сифатида 1 рақами кўрсатилган блокни вектор элементларининг кўпайтмасини аниқлаш учун ишлатиш мумкин.

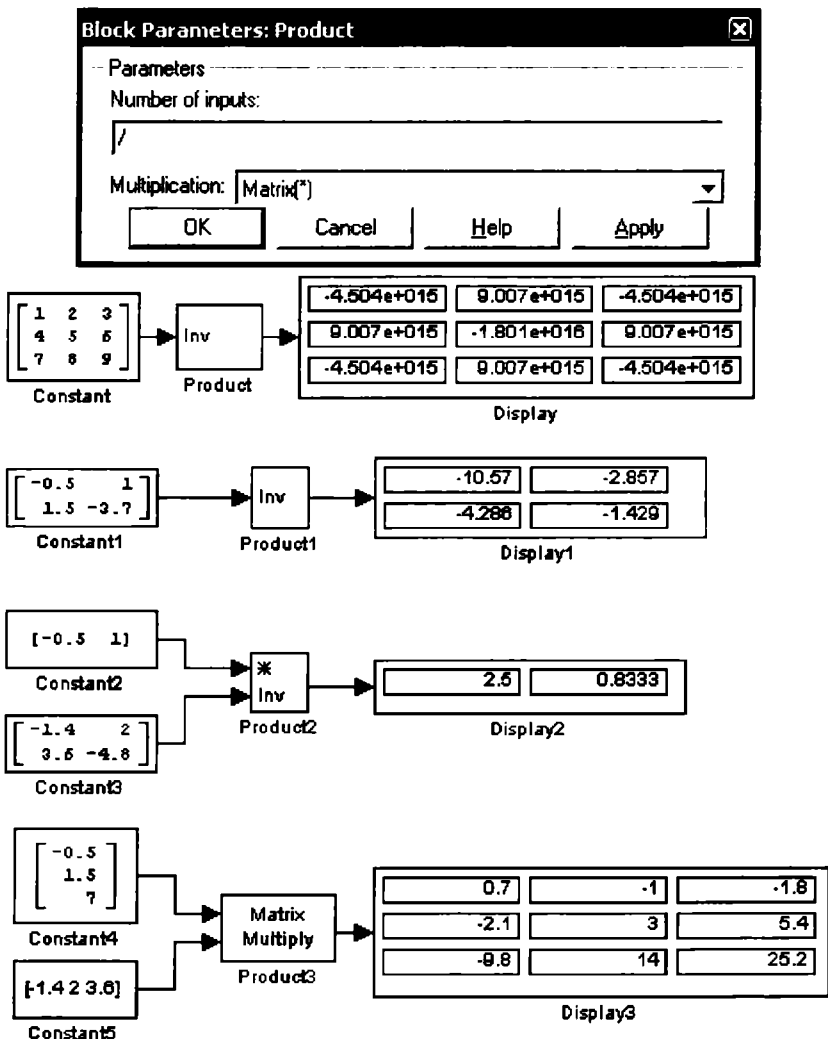
Product блокидан скаляр ва элементлар бўйича амалларни бажаришда фойдаланишга мисоллар 12.6.4-расмда келтирилган.



12.6.4-расм. Product блокидан скаляр ва элементлар бўйича амалларни бажаришда фойдаланишга мисоллар

Матрицавий амалларни бажаришда уларни бажариш қоидаларига амал қилиш керак. Масалан, иккита матрица бир-бирига кўпайтирилаётганда биринчи матрицадаги сатрлар сони иккинчи матрицадаги устунлар сонига тенг бўлиши талаб қилинади.

Матрицавий амалларни бажаришда **Product** блокдан фойдаланишга мисоллар 12.6.5-расмда келтирилган. Мисолларда тесқари матрицани шакллантириш, матрицаларни бўлиш ва кўпайтириш кўрсатилган.



12.6.5-расм. Матрицавий амалларни бажаришда Product блокдан фойдаланишга мисоллар

12.6.4. Сигналнинг ишорасини аниқлаш блоки Sign

Вазифаси:

Кириш сигналининг ишорасини аниқлайди.

Параметрлари:

Йўқ.

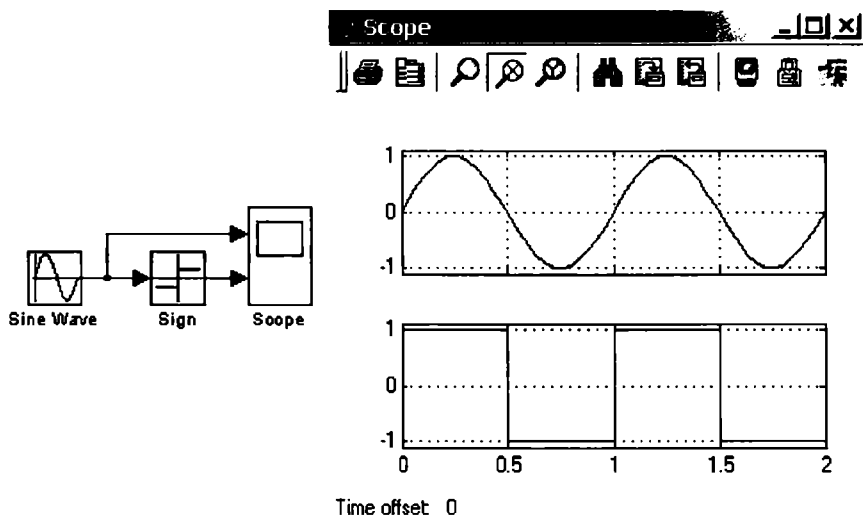
Блок қуйидаги алгоритмга асосан ишлайди:

Агар кириш сигнали мусбат бўлса, чиқиш сигнали 1 бўлади;

Агар кириш сигнали манфий бўлса, чиқиш сигнали -1 бўлади;

Агар кириш сигнали нол бўлса, чиқиш сигнали ҳам нол бўлади

Sign блокиннинг ишлашига мисол 12.6.6-расмда келтирилган.



12.6.6-расм. Sign блокиннинг ишлашига мисол

12.6.5. Кучайтиргичлар Gain ва Matrix Gain

Вазифаси:

Кириш сигналини доимий коэффициентга кўпайтиради.

Параметрлари:

Gain — Кучайтириш коэффициенти.

Multiplication — амалларни бажариш усули. Қуйидаги рўйхатда кийматларни қабул қилиши мумкин:

- **Element-wise $K*u$** – элементлараро;
- **Matrix $K*u$** — матрицавий. Кучайтириш коэффициенти ча томонли операнд бўлади;

- **Matrix $u \cdot K$** — матрицавий. Кучайтириш коэффициентни ўнг томонли операнд бўлади.

Gain ва **Matrix Gain** кучайтириш блоклари ягона блок бўлиб, **Multiplication** параметрининг қиймати билан фарқ қилади.

Gain блокининг параметри мусбат ёки манфий ҳамда, бирдан катта ёки кичик ҳам бўлиши мумкин. Кучайтириш коэффициентини скаляр, матрица, вектор ёки ҳисобланадиган ифода кўринишида бериш мумкин.

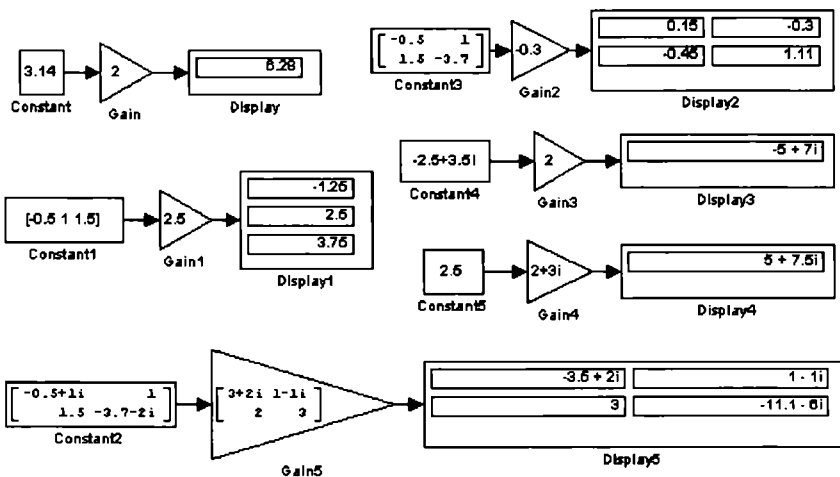
Multiplication параметри **Element-wise $K \cdot u$** кўринишида бўлса блок скаляр сигнални ёки вектор сигналнинг ҳар бир элементини берилган коэффициентга кўпайтиради. **Matrix $K \cdot u$** ва **Matrix $u \cdot K$** қийматларда эса сигнални матрица орқали берилган коэффициентга матрицавий кўпайтириш амалини бажаради. Сукут бўйича кучайтириш коэффициентини **double** турдаги ҳақиқий сон бўлади.

Элементлараро кучайтириш амали учун кириш сигнали ҳар қандай турдаги (мантикийдан ташқари скаляр, вектор ёки матрица кўринишида бўлиши мумкин. Векторнинг элементлари бир хил турдаги сигналларга эга бўлиши керак. **Gain** блокининг параметри мантикийдан ташқари ҳар қандай турдаги скаляр, вектор ёки матрица бўлиши мумкин.

Gain блоки чиқиш сигнални куйидаги қоидаларга асосан ҳисоблайди:

- Агар кириш сигнали ҳақиқий турда ва кучайтириш коэффициентини комплекс турда бўлса, чиқиш сигнали комплекс бўлади;
- Агар кириш сигналнинг тури кучайтириш коэффициентининг туридан фарқ қилса **Simulink** кучайтириш коэффициентининг турини кириш сигналнинг турига келтириш учун ҳаракат қилади. Бунинг имконияти бўлмаса ҳисоблашлар тўхтатилади ва хатолик тўғрисида хабар берилади. Масалан, бундай ҳолат кириш сигнали ишорасиз бутун (**uint8**) ва **Gain** блокининг параметри манфий сон кўринишида берилганда юзага келиши мумкин.

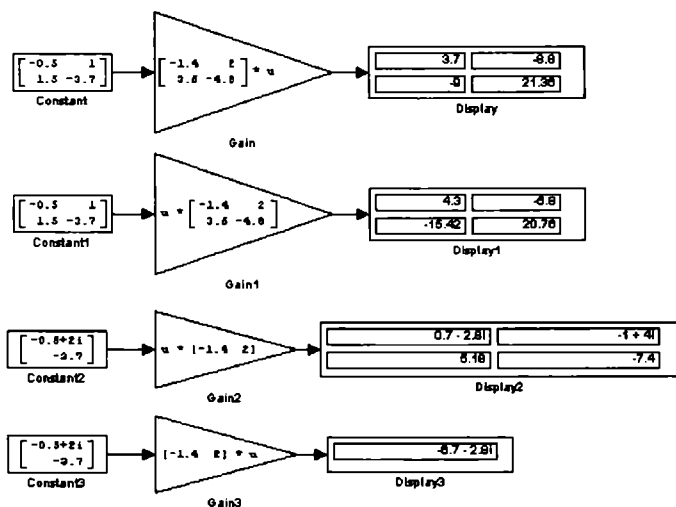
Скаляр ва элементлараро амалларни бажариш учун **Gain** блокдан фойдаланишга мисоллар 12.6.7-расмда келтирилган.



12.6.7-расм. Скаляр ва элементларро амалларни бажариш учун Gain блокидан фойдаланишга мисоллар

Матрицавий кучайтириш (кириш сигнални берилган коэффициентга матрицавий кўпайтириш) амалини бажариш учун кириш сигнали ва кучайтириш коэффициенти **single** ёки **double** турдаги комплекс ёки ҳақиқий скаляр, вектор ёки матрицавий қийматлар бўлиши керак.

Matrix Gain блоки ёрдамида матрицавий амалларни бажаришга мисоллар 12.6.8-расмда келтирилган.



12.6.8-расм. Matrix Gain блоки ёрдамида матрицавий амалларни бажариш

12.6.6. Ползунокли регулятор Slider Gain

Вазифаси:

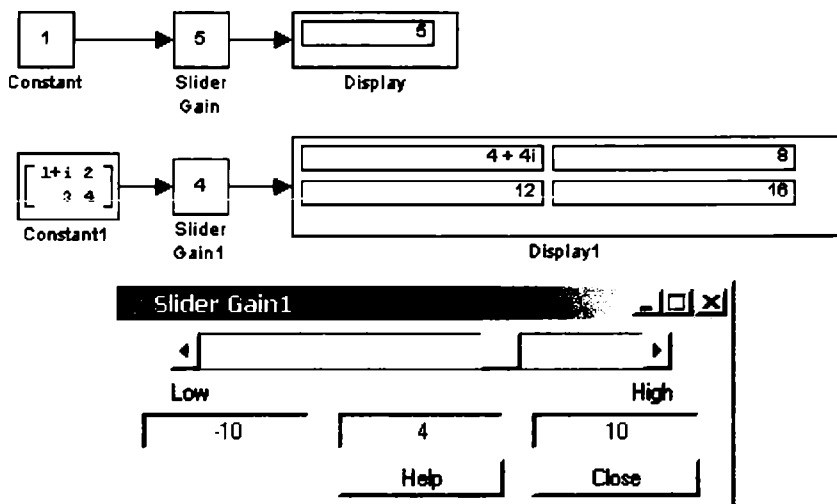
Ҳисоблаш жараёнида кучайтириш коэффициентини ўзгартириш имкониятини беради.

Параметрлари:

- **Low** — Кучайтириш коэффициентининг пастки чегараси;
- **High** — Кучайтириш коэффициентининг юқори чегараси.

Slider Gain блокининг кучайтириш коэффициентини **Low** ва **High** параметрларида берилган диапазонда ўзгартириш учун ростлагичнинг ползунокини силжитиш зарур. Ростлагичнинг ўнг ёки чап стрелкасининг устида сичкончанинг чап тугмаси босилса кучайтириш коэффициенти **1%** га ўзгаради, шкаланинг устида босилса **10%** га ўзгаради. Блок вектор ва матрицавий сигналларни элементлараро кучайтириши мумкин.

Slider Gain блокдан фойдаланишга мисоллар 12.6.9-расмда келтирилган.



12.6.9-расм. Slider Gain блокдан фойдаланишга мисоллар

12.6.7. Скаляр кўпайтириш блоки Dot Product

Вазифаси:

Иккита векторни скаляр кўпайтиради.

Параметрлари:

Йўқ.

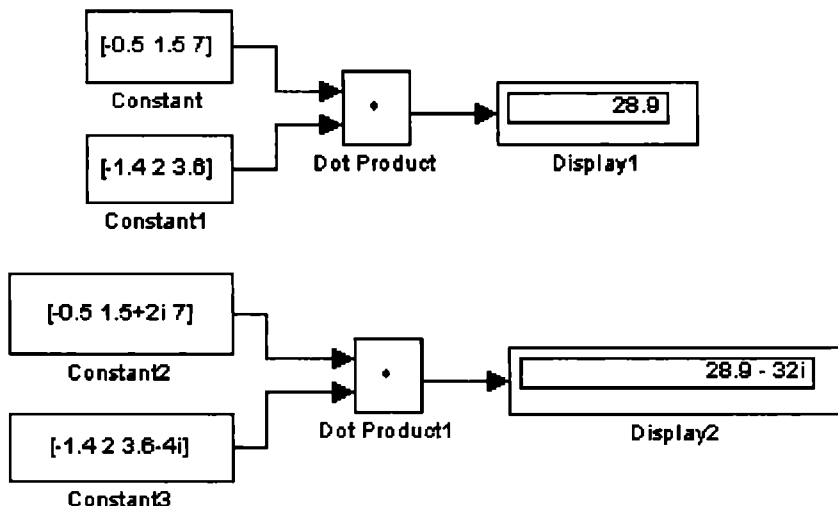
Блок ҳисоблашларни қуйидаги ифодага асосан бажаради:

$$y = \text{sum}(\text{conj}(u1) .* u2),$$

бу ерда $u1$ ва $u2$ — кириш векторлари, conj — комплекс-бириктирилган сонни ҳисоблаш амали, sum — йиғиндини ҳисоблаш амали.

Агар иккала кириш векторлари ҳақиқий бўлса, чиқиш сигнали ҳам ҳақиқий бўлади. Кириш векторларидан бирортасининг комплекс бўлиши, чиқиш сигналнинг ҳам комплекс бўлишига олиб келади.

Dot Product блокнинг ишлатилишига мисоллар 12.6.10-расмда келтирилган.



12.6.10-расм. Dot Product блокнинг ишлатилишига мисоллар

12.6.8. Математик функцияларни ҳисоблаш блоки Math Function

Вазифаси:

Математик функцияларни ҳисоблайди.

Параметрлари:

Function — ҳисобланадиган функциянинг кўриниши (қуйидаги рўйхатдан олинади):

- **exp** — Экспоненциал функция;
- **log** — Натурал логарифмнинг функцияси;
- **10^u** — Ўннинг даражаси;
- **log10** — Логарифмнинг функцияси;
- **magnitude²** — Кириш сигнали модулининг квадрати;

- **square** — Кириш сигнаlining квадрати;
- **sqrt** — Квадрат илдиз;
- **pow** — Даражага кўтариш;
- **conj** — Комплекс-бириктирилган сонни ҳисоблаш;
- **reciprocal** — Бирни кириш сигналига бўлиш натижасини беради;
- **hypot** — Кириш сигналлари квадратларининг йиғиндисидан квадрат илдиз;
- **rem** — Биринчи кириш сигнални иккинчисига бўлишдан қоладиган қолдиқни ҳисоблайди;
- **mod** — Биринчи кириш сигнални иккинчисига бўлишдан қоладиган қолдиқни ишорани ҳисобга олган ҳолда ҳисоблайди;
- **transpose** — Матрицани транспонирлаш;
- **hermitian** — Эрмит матрицасини ҳисоблаш.

Output signal type — Чиқиш сигнаlining тури (рўйхатдан олинади):

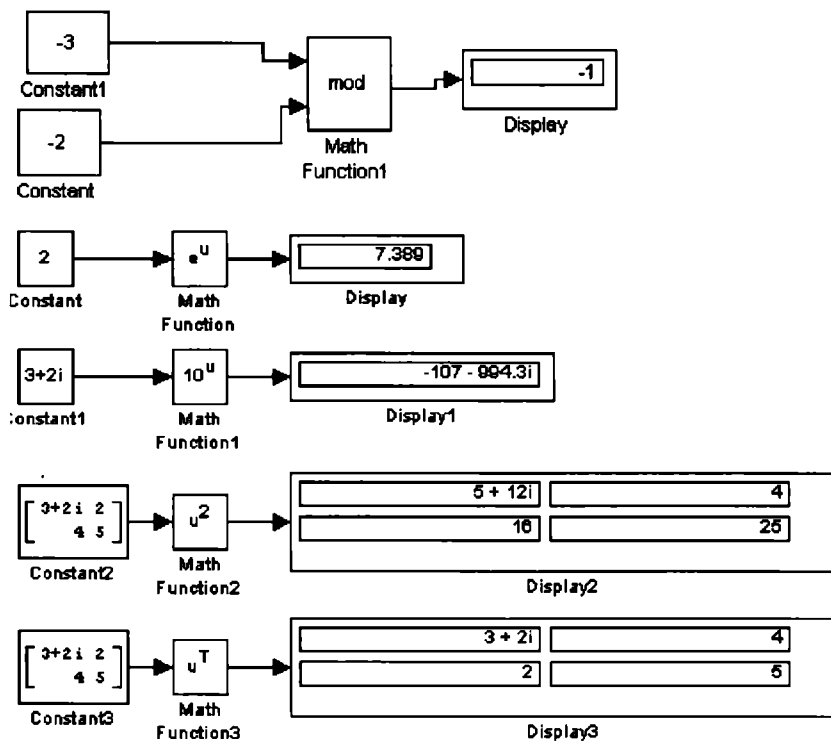
- **auto** — Автоматик тарзда аниқланади;
- **real** — Ҳақиқий сигнал;
- **complex** — Комплексни сигнал.

Кириш сигнали ва **Output signal type** параметрига боғлиқ ҳолда чиқиш сигнаlining турлари 12.6.1-жадвалда келтирилган.

12.6.1-жадвал

Функция	Кириш сигнали	Чиқиш сигнали		
		Auto	Real	Complex
Exp, log, 10 ^u , log10, square, sqrt, pow, reciprocal, conjugate, transpose, hermitian	real complex	real complex	real error	complex complex
magnitude squared	real complex	real real	real real	complex complex
hypot, rem, mod	real complex	real complex	real error	complex error

Math Function блокidan фойдаланишга мисоллар 12.6.11-расмда келтирилган.



12.6.11-расм. Math Function блокidan фойдаланишга мисоллар

12.6.9. Тригонометрик функцияларни ҳисоблаш блоки Trigonometric Function

Вазифаси:

Тригонометрик функцияларни ҳисоблаш.

Параметрлари:

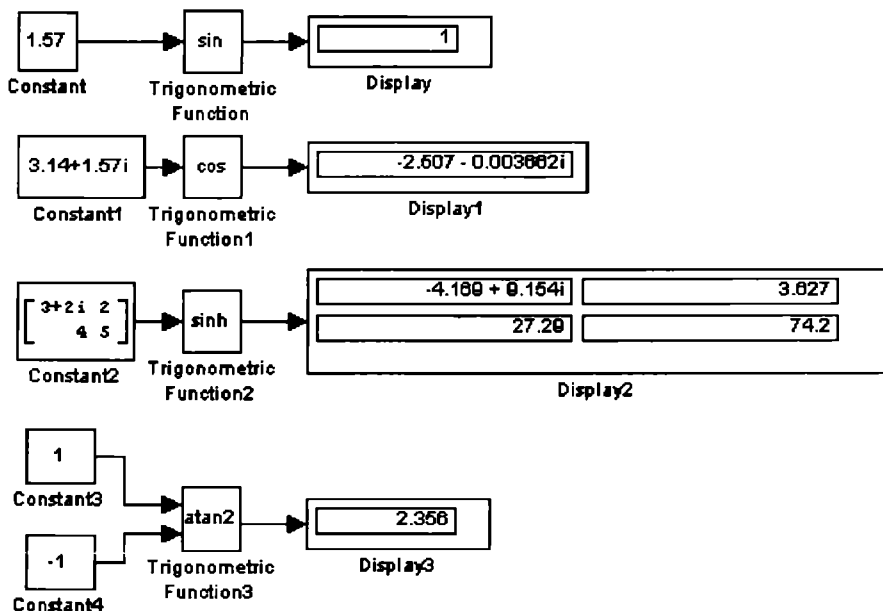
Function — Ҳисобланадиган функциянинг тури (рўйхатдан танланади): **sin**, **cos**, **tan**, **asin**, **acos**, **atan**, **atan2**, **sinh**, **cosh** ёки **tanh**.

Output signal type — Чиқиш сигналининг тури (рўйхатдан танланади):

- auto** — Турни автоматик тарзда аниқлаш;
- **real** — Ҳақиқий сигнал;
- **complex** — Комплекс сигнал.

Кириш сигнали вектор ёки матрица бўлса блок берилган функцияни элементлараро ҳисоблайди.

Trigonometric Function блокидан фойдаланишга мисоллар 12.6.12-расмда келтирилган.



12.6.12-расм. Trigonometric Function блокидан фойдаланишга мисоллар

12.6.10. Комплекс соннинг ҳақиқий ва (ёки) мавҳум қисмини ҳисоблаш блоки Complex to Real-Imag

Вазифаси:

Комплекс соннинг ҳақиқий ва (ёки) мавҳум қисмини ҳисоблайди.

Параметрлари:

Output — Чиқиш сигнали (рўйхатдан танланади):

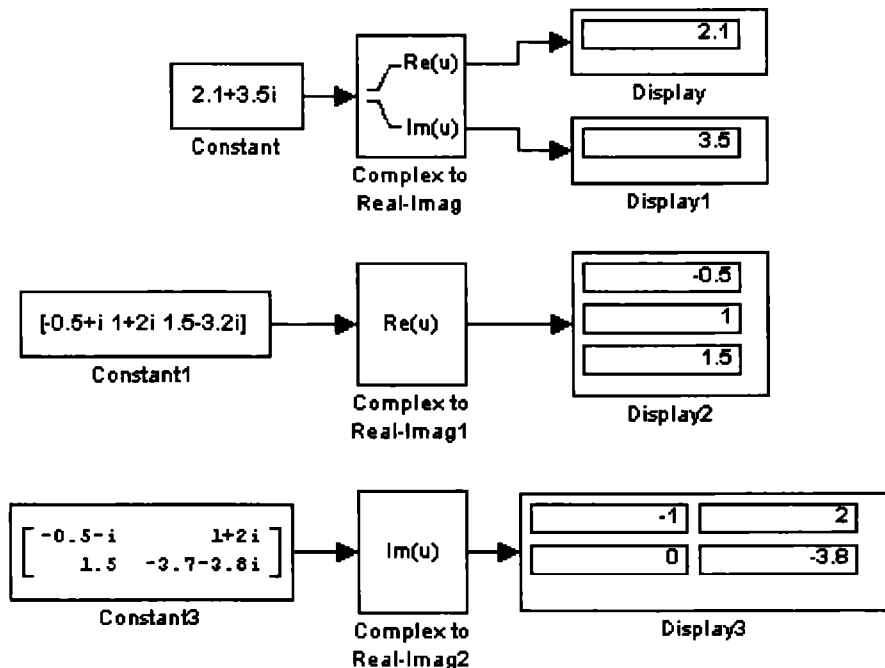
Real — Ҳақиқий қисми;

Image — Мавҳум қисми;

RealAndImage — Ҳақиқий ва мавҳум қисми.

Блокнинг кириш сигнали скаляр, вектор ёки матрицавий сигнал бўлиши мумкин.

Complex to Real-Imag блокдан фойдаланишга мисоллар 12.6.13-расмда келтирилган.



12.6.13-расм. Complex to Real-Imag блокдан фойдаланишга мисоллар

12.6.11. Комплекс соннинг модули ва (ёки) аргументини ҳисоблаш блоки Complex to Magnitude-Angle

Параметрлари:

Output — Чиқиш сигнали (рўйхатдан олинади):

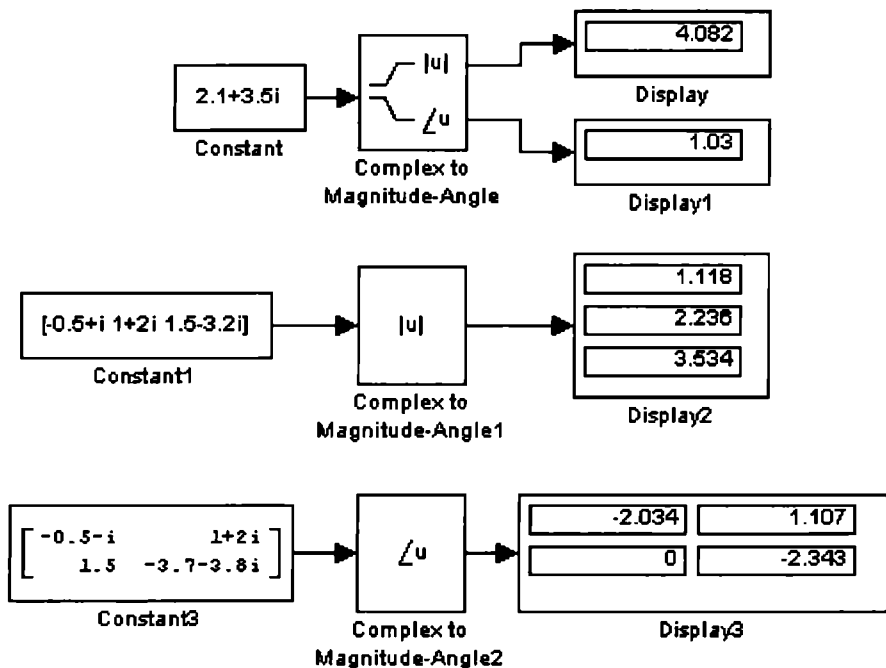
Magnitude — Модул.

Angle — Аргумент.

MagnitudeAndAngle — Модул ва аргумент.

Блокнинг кириш сигнали скаляр, вектор ёки матрицавий сигнал бўлиши мумкин.

Complex to Magnitude-Angle блокдан фойдаланишга мисоллар 12.6.14-расмда келтирилган.



12.6.14-расм. Complex to Magnitude-Angle блокidan фойдаланишга мисоллар

12.6.12. Ҳақиқий ва мавҳум қисмига асосан комплекс сонни ҳисоблаш блоки Real-Imag to Complex

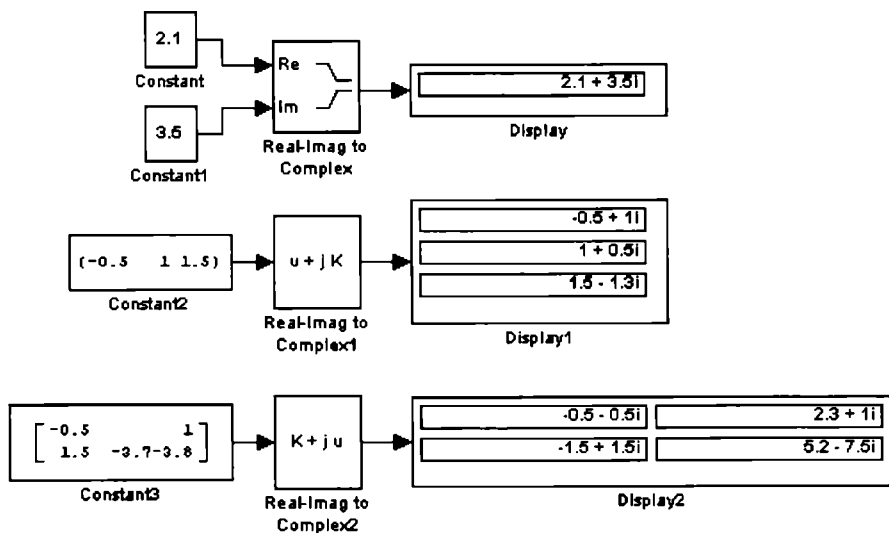
Параметрлари:

Input — Кириш сигнали (қуйидаги рўйхатдан олинади):

- **Real** — Ҳақиқий қисми;
- **Image** — Мавҳум қисми;
- **RealAndImage** — Ҳақиқий ва мавҳум қисми.
- **Image part** — Мавҳум қисми (**Input** параметри **Real** деб эълон қилинган бўлса ўринли);
- **Real part** — Ҳақиқий қисми (**Input** параметри **Image** деб эълон қилинган бўлса ўринли).

Блокнинг кириш сигнали скаляр, вектор ёки матрицавий сигнал бўлиши мумкин. Агар кириш сигнали вектор ёки матрица бўлса **Image part** ва **Real part** параметрлари ҳам вектор ёки матрица кўринишида берилиши керак.

Real-Imag to Complex блокidan фойдаланишга мисоллар 12.6.15-расмда келтирилган.



12.6.15-расм. Real-Imag to Complex блокidan фойдаланишга мисоллар

12.6.13. Комплекс сонни модули ва аргументига асосан ҳисоблаш блоки Magnitude-Angle to Complex

Параметрлари:

Input — Кириш сигнали (рўйхатдан танланади):

Magnitude — Модул;

Angle — Аргумент;

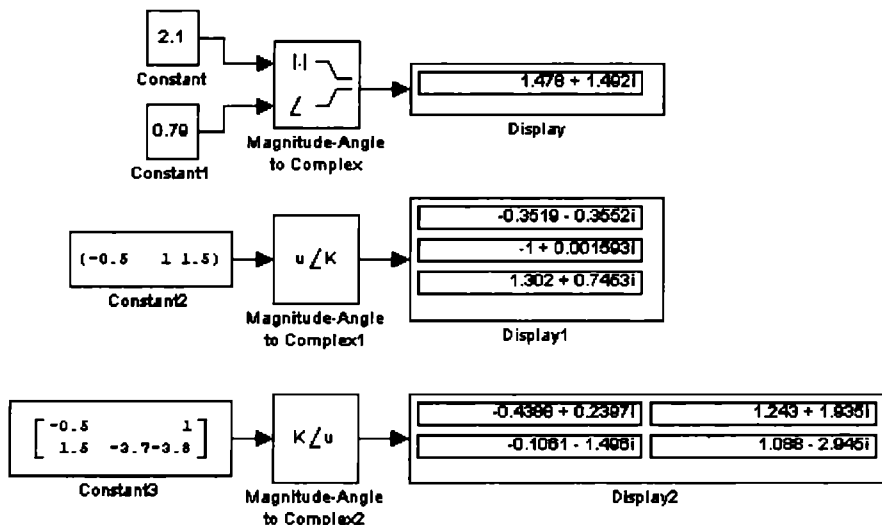
MagnitudeAndAngle — Модул ва аргумент.

Angle — Аргумент. **Input** параметри **Magnitude** сифатида эълон қилинган бўлса ўринли.

Magnitude — Модул. **Input** параметри **Angle** сифатида эълон қилинган бўлса ўринли.

Блокнинг кириш сигнали скаляр, вектор ёки матрицавий сигнал бўлиши мумкин. Кириш сигнали вектор ёки матрица бўлса **Angle** ва **Magnitude** параметрлари ҳам вектор ёки матрица сифатида берилиши керак.

Magnitude-Angle to Complex блокidan фойдаланишга мисоллар 12.6.16-расмда келтирилган.



12.6.16. Magnitude-Angle to Complex блокidan фойдаланишга мисоллар

12.6.14. Минимал ёки максимал қийматларни аниқлаш блоки MinMax

Вазифаси:

Киришига берилган сигналлар ичидан максимал ёки минимал қийматга эга бўлганини аниқлайди.

Параметрлари:

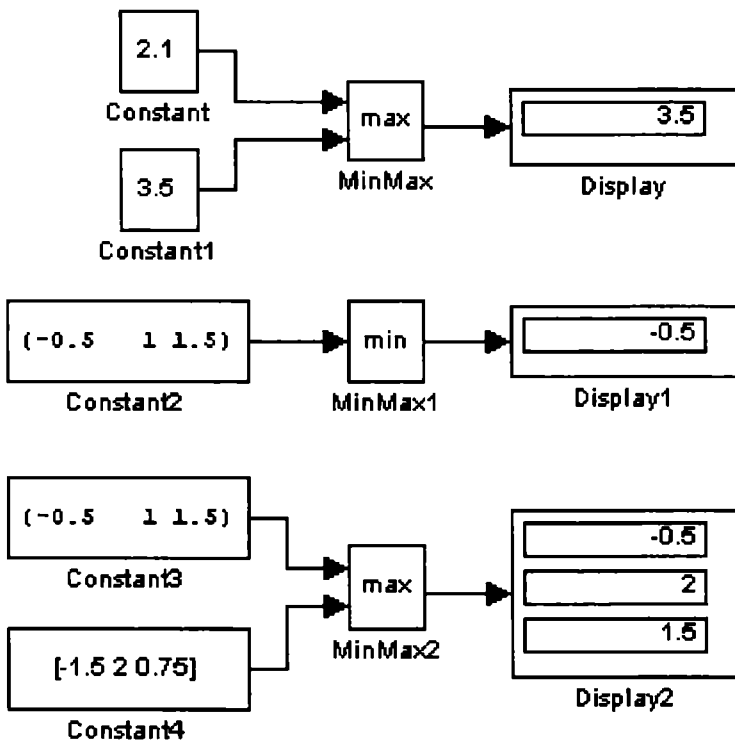
Function — Чикиш параметри. Рўйхатдан танланади:

- **min** — Минимал қиймат;
- **max** — Максимал қиймат.

Number of input ports — Кириш портларининг сони.

Кириш сигналлари скаляр ёки вектор бўлиши мумкин. Блок киришига берилган скаляр сигналлар ичидан максимал ёки минимал қийматга эга бўлганларини аниқлайди. Агар кириш сигналлари векторлар бўлса блок минимал ёки максимал қийматларни элементларо излайди. Бу ҳолда векторларнинг ўлчамлари мос бўлиши керак. Агар кириш портларининг сони 1 га тенг бўлса кириш вектори ичидан минимал ёки максимал қийматга эга бўлган элементни излайди.

MinMax блокidan фойдаланишга мисоллар 12.6.17-расмда келтирилган.



12.6.17-расм. MinMax блокidan фойдаланишга мисоллар

12.6.15. Сон қийматларни яхлитлаш блоки Rounding Function

Параметрлари:

Function — Яхлитлаш усули (рўйхатдан олинди):

floor — Кичик энг яқин бутун сонгача яхлитлаш;

ceil — Катта энг яқин бутун сонгача яхлитлаш;

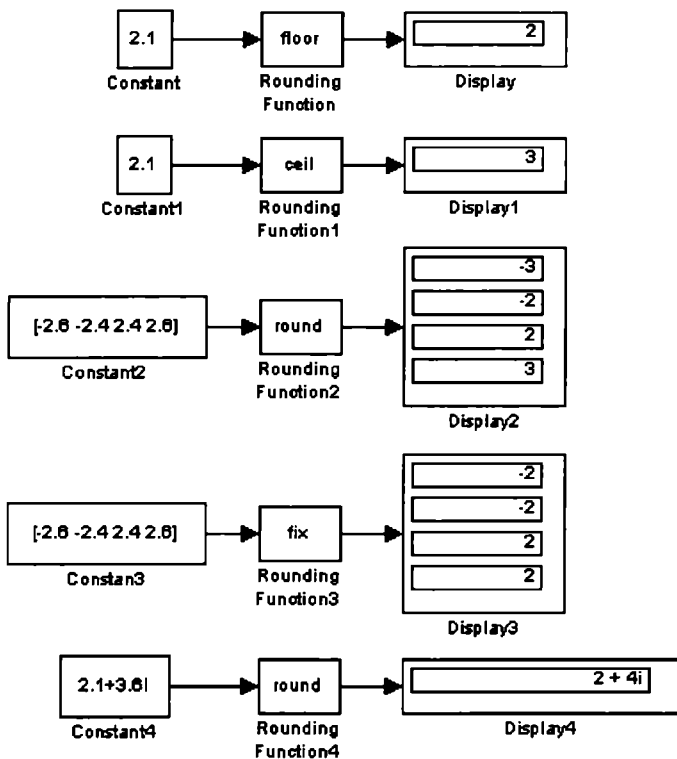
round — Энг яқин бутун сонгача яхлитлаш.

fix — Каср қисмини ташлаб юбориш йўли билан яхлитлаш.

Блокнинг кириш сигналлари ҳақиқий комплекс турдаги скаляр, вектор ёки матрицавий сигналлар бўлиши мумкин. Вектор ёки матрицавий кириш сигналида блок элементлараро амалларни бажаради.

Блокнинг чиқиш сигнали **double** ёки **single** турда бўлади.

Rounding Function блокidan фойдаланишга мисоллар 12.6.18-расмда кўрсатилган.



12.6.18-расм. Rounding Function блокidan фойдаланишга мисоллар

12.6.16. Нисбат амалларини ҳисоблаш блоки Relational Operator

Вазифаси:

Блок кириш сигналларининг жорий қийматларини таққослайди.

Параметрлари:

Relational Operator — Нисбат амалининг тури (рўйхатдан танланади):

- = — Айнан тенг;
- ~ — Тенг эмас;
- < — Кичик;
- < = — Кичик ёки тенг;
- > = — Катта ёки тенг;
- > — Катта.

Нисбат амалларида биринчи операнд бўлиб блокнинг биринчи (юкоридаги) киришига ва иккинчи операнд бўлиб блокнинг иккинчи (пастдаги) киришига берилган сигнал ҳисобланади. Блокнинг чиқиш

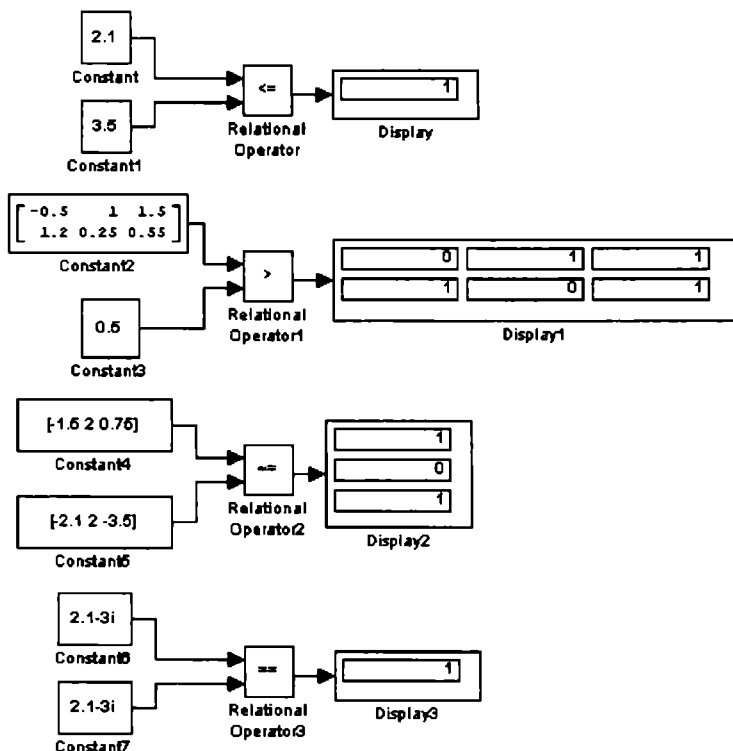
сигнали ҳисоблаш натижаси «ҲАҚИҚАТ» бўлса 1 ёки «ЁЛФОН» бўлса 0 бўлади.

Блокнинг кириш сигналлари скаляр, вектор ёки матрицавий сигналлар бўлиши мумкин. Агар иккала кириш сигнали ҳам вектор ёки матрицавий бўлса блок элементлараро таққослаш амалини бажаради, бу ҳолда кириш сигналларининг ўлчамлари ўзаро мос бўлиши керак. Агар кириш сигналларидан бири вектор ёки матрицавий, иккинчиси эса скаляр бўлса блок скаляр сигнални массив элементларининг ҳар бири билан таққослаш амалини бажаради. Ушбу ҳолда, чиқиш сигналнинг ўлчами киришларнинг бирига келтирилган вектор ёки матрицавий сигналнинг ўлчамига тенг бўлади.

Комплекс кириш сигналлари учун $=$ (айнан тенг) ва \sim (тенг эмас) амалларидан фойдаланиш мумкин.

Блокнинг кириш сигналлари мантикий турда (**boolean**) бўлиши ҳам мумкин.

Relational Operator блокidan фойдаланишга мисоллар 12.6.19-расмда келтирилган.



12.6.19-расм. Relational Operator блокidan фойдаланишга мисоллар

12.6.17. Мантиқий амаллар блоки Logical Operation

Вазифаси:

Мантиқий амаллардан бирини амалга оширади.

Параметрлари:

Operator — Мантиқий амалнинг тури (рўйхатдан танланади):

AND — Мантиқий кўпайтириш (**ВА** амали);

OR — Мантиқий кўшиш (**ЁКИ** амали);

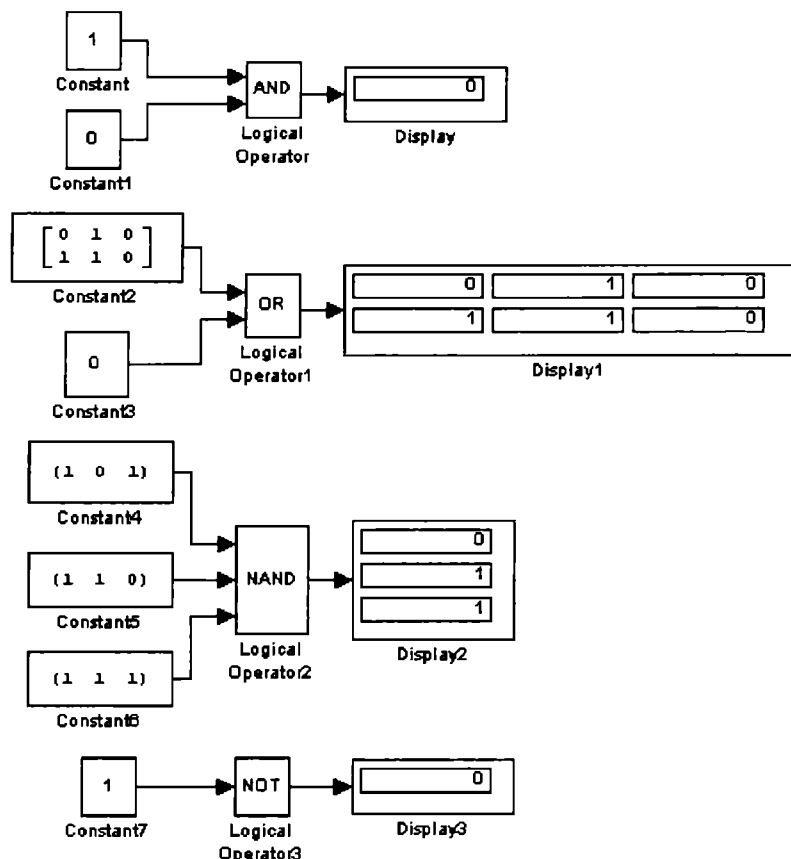
NAND — **ВА-ЭМАС** амали;

NOR — **ЁКИ-ЭМАС** амали;

XOR — 2 модул бўйича кўшиш амали (**ЁКИ** ни четлаштириш амали);

NOT — Мантиқий инкор (**ЭМАС** амали).

Number of input ports — Кириш портларининг сони.



12.6.20-расм. Logical Operation блокidan фойдаланишга мисоллар

Блокнинг чиқиш сигнали мантиқий амални ҳисоблаш натижаси «ҲАҚИКАТ» бўлса **1** ёки «ЁЛҒОН» бўлса **0** бўлади.

Блокнинг кириш сигналлари скаляр, вектор ёки матрицавий сигналлар бўлиши мумкин. Агар кириш сигналлари вектор ёки матрицавий бўлса блок элементлараро таққослаш амалини бажаради, бу ҳолда кириш сигналларининг ўлчамлари ўзаро мос бўлиши керак. Агар кириш сигналларининг бир қисми вектор ёки матрицавий, иккинчиси қисми эса скаляр бўлса блок скаляр сигналлар ва вектор ёки матрицанинг ҳар бир элементи учун мантиқий амалларни бажаради. Ушбу ҳолда чиқиш сигналнинг ўлчами киришларга келтирилган вектор ёки матрицавий сигналнинг ўлчамига тенг бўлади.

Мантиқий инкор амалини бажаришда блок фақат битта кириш портига эга бўлади.

Кириш сигналлари ҳақиқий ҳам, мантиқий ҳам (**boolean**) бўлиши мумкин.

Logical Operation блокдан фойдаланишга мисоллар 12.6.20-расмда берилган.

12.6.18. Иккилик кўринишдаги бутун сонлар устида мантиқий амаллар блоки **Bitwise Logical Operator**

Параметрлари:

Bitwise operator — Мантиқий амалнинг тури (рўйхатдан танланади):

AND — Мантиқий кўпайтириш (**ВА** амали);

OR — Мантиқий қўшиш (**ЁКИ** амали);

XOR — 2 модул бўйича қўшиш амали (**ЁКИ** ни четлаштириш амали);

NOT — Мантиқий инкор (**ЭМАС** амали) ;

SHIFT_LEFT — Разрядлар бўйича чапга силжитиш;

SHIFT_RIGHT — Разрядлар бўйича ўнгга силжитиш.

Second operand — Иккинчи операнд. Ўн олтилик сон билан символ кўринишда берилади.

Bitwise Logical Operator блоки иккита операндга эга бўлади. Уларнинг биринчиси блокнинг киришига бериладиган сигнал ва иккинчиси блокнинг **Second operand** параметри ҳисобланади.

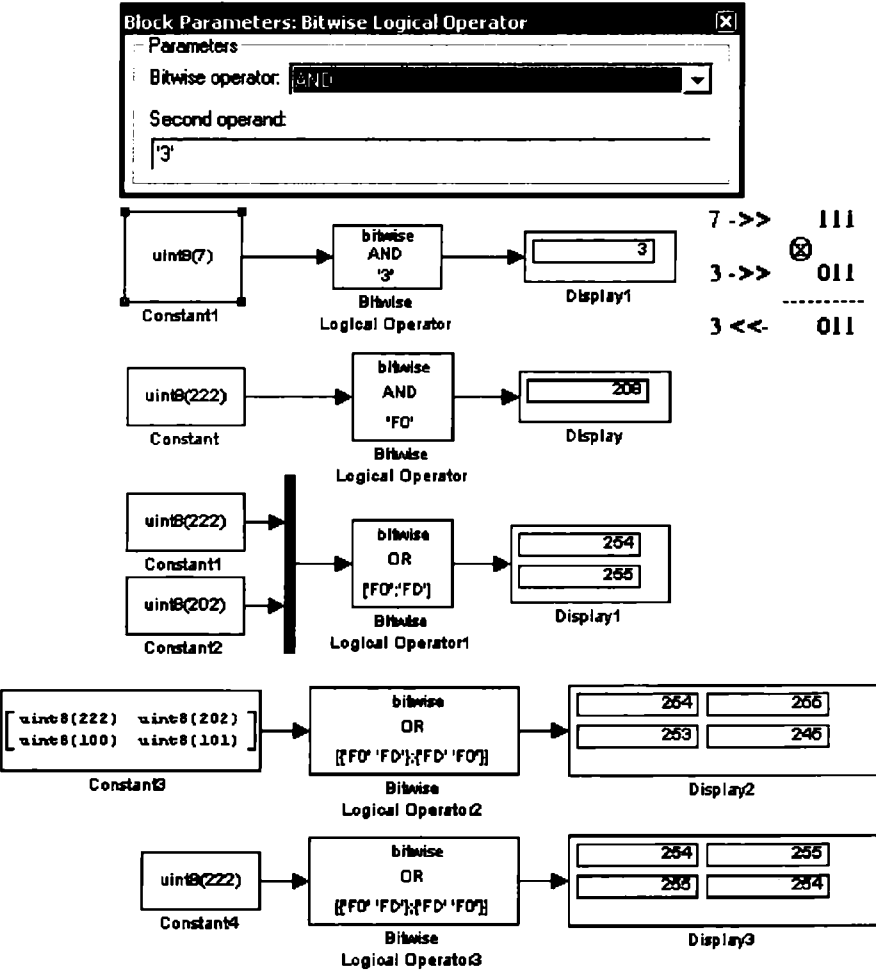
Блокнинг кириш сигналлари **uint8**, **uint16** ёки **uint32** турлардаги ишорасиз ўзгарувчилар бўлиши керак.

Кириш сигнали скаляр, вектор ёки матрицавий бўлиши мумкин. Агар кириш сигнали вектор ёки матрица бўлса иккинчи операнд ҳам

вектор ёки матрицавий бўлиши керак. Бу ҳолда, блок элементлараро мантикий амалларни бажаради. Агар операндлардан бири вектор ёки матрица, иккинчиси скаляр бўлса, блок скаляр операнд ва вектор ёки матрицавий операнднинг ҳар бир элементи учун мантикий амални бажаради. Бу ҳолда чиқиш сигналининг ўлчами вектор ёки матрицавий операнднинг ўлчами билан белгиланади.

Мантикий инкор амалини бажаришда блок фақат битта операндга (кириш сигналига) эга бўлади.

Birwise Logical Operator блокidan фойдаланишга мисоллар 12.6.21-расмда келтирилган.



12.6.21-расм. Birwise Logical Operator блокidan фойдаланишга мисоллар

12.6.19. Комбинатор мантик блоки Combinatorial Logic

Вазифаси:

Кириш сигналларини ҳақиқийлик жадвалига асосан ўзгартиради.

Параметрлари:

Truth table — ҳақиқийлик жадвали.

Combinatorial Logic блоки кириш сигналини ҳақиқийлик жадвалига асосан аниқланувчи қодалар бўйича ўзгартиради. Ҳақиқийлик жадвали блокнинг мумкин бўлган чиқиш сигнали қийматларининг рўйхатини акс эттиради. Ҳақиқийлик жадвалидаги сатрлар сони куйидаги ифодадан аниқланади:

$$\text{number of rows} = 2^{\wedge} (\text{number of inputs}),$$

бу ерда number of inputs — кириш сигналларининг сони, number of rows — ҳақиқийлик жадвалидаги сатрлар сони.

Ҳақиқийлик жадвалини тузишда кириш сигналлари берилган деб ҳисобланади. Улар блокнинг чиқиш сигналлари ёзиладиган блок сатрларининг индексини (номерини) билдиради. Ҳар бир сатрнинг индекси куйидаги ифодадан аниқланади:

$$\text{row index} = 1 + u(m) \cdot 2^0 + u(m-1) \cdot 2^1 + \dots + u(1) \cdot 2^{m-1},$$

бу ерда row index — сатрнинг индекси, m — кириш сигналларининг сони (кириш векторидаги элементлар сони), $u(1)$ — биринчи кириш сигнали (кириш векторининг биринчи элементи), $u(m)$ — сўнгги кириш сигнали (кириш векторининг сўнгги элементи).

Масалан, икки операндли **BA (AND)** мантиқий амали учун сатрнинг индексини аниқловчи ифода куйидагича бўлади:

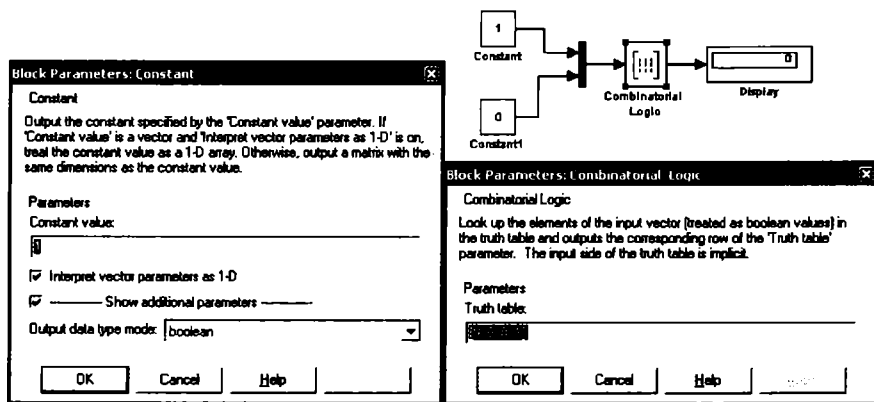
$$\text{row index} = 1 + u(2)^0 + u(1) \cdot 2^1.$$

Куйидаги жадвалда икки операндли **BA (AND)** мантиқий амали учун ҳақиқийлик жадвалини тузишга мисол келтирилган:

12.6.2-жадвал

2-кириш	1-кириш	Сатр индекси учун ифода	Сатр индекси- нинг қиймати	Ҳақиқийлик жадвали (чиқиш)
0	0	$1 + 0 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^1$	1	0
1	0	$1 + 1 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^1$	2	0
0	1	$1 + 0 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^1$	3	0
1	1	$1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^1$	4	1

Combinatorial Logic блоки ёрдамида мантикий ВА амалини бажаришга мисол 12.6.22-расмда келтирилган. Блокнинг **Truth table** параметри $[0;0;0;1]$ ифода билан берилган.



12.6.22-расм. Combinatorial Logic блоки ёрдамида мантикий ВА амалини бажаришга мисол

12.6.20. Алгебраик контур блоки Algebraic Constraint

Вазифаси:

Алгебраик тенглама илдизларини аниқлайди.

Параметрлари:

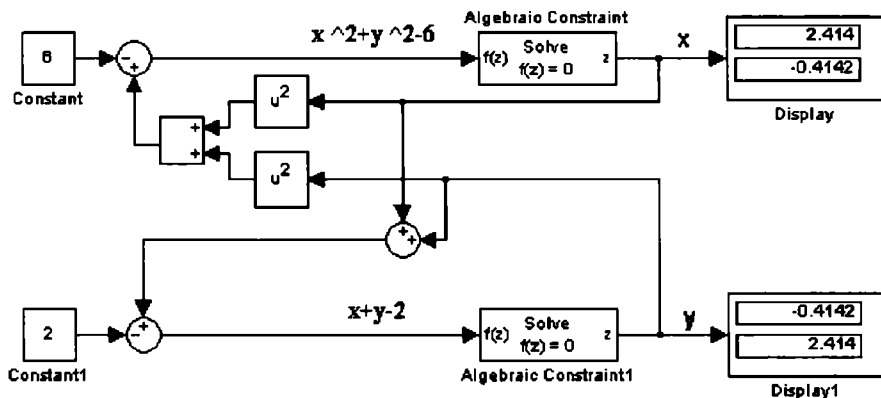
Initial guess — Чиқиш сигналининг бошлангич қиймати.

Блок кириш сигналининг қиймати нолга тенг бўладиган чиқиш сигналини аниқлайди.

Қуйидаги кўринишдаги ночизикли тенгламалар системасини ечишга мисол 12.6.23-расмда кўрсатилган:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 = 6 \\ x + y = 2 \end{cases}$$

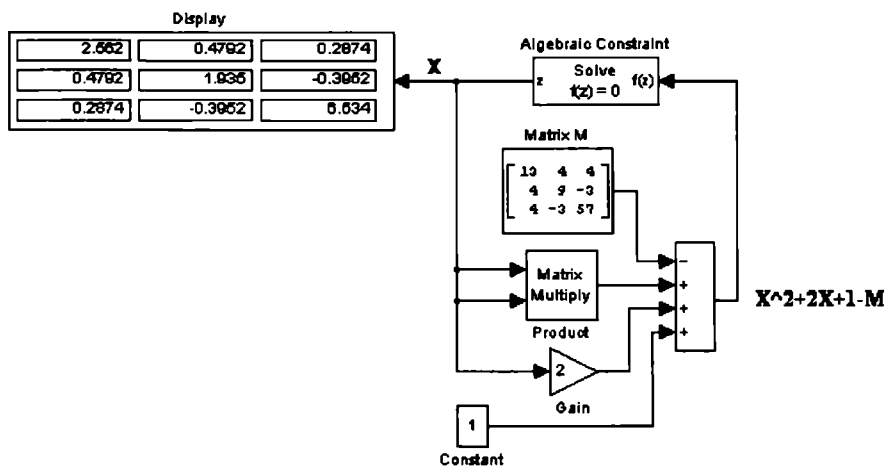
Ушбу тенгламалар системаси иккита ечимга эга бўлганлиги сабабли **Algebraic Constraint** блоklarининг бошлангич қийматлари вектор кўринишида берилган. Биринчи (юкоридаги) блок учун бошлангич қиймат $[1 \ -1]$ вектор билан, иккинчи (пастдаги) блок учун эса $[-1 \ 1]$ вектор билан берилган.



12.6.23-расм. Algebraic Constraint блокidan фойдаланишга мисол

Algebraic Constraint блокidan ночизикли матрицавий тенгламаларни ечиш учун ҳам фойдаланиш мумкин. 12.6.24-расмда кўрсатилган мисолда қуйидаги ночизикли матрицавий тенглама ечилган:

$$X^2 + 2 \cdot X + 1 = \begin{vmatrix} 13 & 4 & 4 \\ 4 & 9 & -3 \\ 4 & -3 & 57 \end{vmatrix}$$



12.6.23-расм. Algebraic Constraint блокidan ночизикли матрицавий тенгламаларни ечиш учун фойдаланишга мисол

12.7. Signal&Systems — сигналларни ўзгартириш блоклари ва ёрдамчи блоклар

12.7.1. Мультиплексор Mux

Вазифаси:

Кириш сигналларидан вектор ҳосил қилади.

Параметрлари:

Number of Inputs — Киришлар сони.

Display option — Акс эттириш усули. Қуйидаги рўйхатдан танланади:

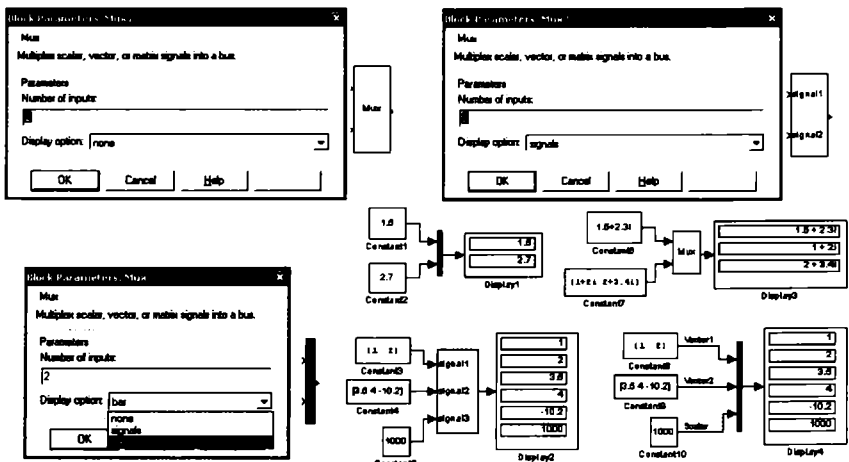
bar — Қора рангдаги вертикал тўртбурчак;

signals — Кириш сигналларининг меткаларини акс эттирувчи оқ фонли тўртбурчак;

none — Оқ фонли тўртбурчак.

Блокнинг кириш сигналлари скаляр ва (ёки) вектор бўлиши мумкин.

Агар кириш сигналлари орасида векторлар бўлса киришлар сонини ҳам вектор кўринишда (ҳар бир вектор элементларининг сонини кўрсатган ҳолда) бериш мумкин. Масалан, [2 3 1] ифода учта кириш сигналини аниқлайди, биринчи сигнал — икки элементдан иборат вектор, иккинчи сигнал — иккита элементдан иборат вектор ва сўнги сигнал — скаляр. Агар кириш векторининг ўлчами **Number of Inputs** параметрида берилган ўлчам билан мос келмаса, ҳисоблашлар бошланишида **Simulink** хатолик тўғрисида ахборот беради. Кириш векторининг ўлчамини -1 (минус бир) кўринишида берилса, кириш вектори ҳар қандай ўлчамга эга бўлиши мумкин.



12.7.1-расм. Mux блокidan фойдаланишга мисоллар

Number of Inputs параметрини сигналлар меткаларининг рўйхати кўринишида (масалан: **Vector1**, **Vector2**, **Scalar**) берилса сигналларнинг меткалари мос боғловчи линияларнинг ёнида акс эттирилади.

Блокнинг киришига бериладиган сигналларнинг тури бир хил бўлиши керак (ҳақиқий ёки комплекс).

Mux блокдан фойдаланишга мисоллар 12.7.1-расмда кўрсатилган.

12.7.2. Демультиплексор Demux

Вазифаси:

Киришдаги вектор сигнални алоҳида ташкил этувчиларга ажратиб беради.

Параметрлари:

Number of Outputs — Киришлар сони.

Bus Selection Mode (байроқча) — Вектор сигналларни ажратиш режими.

Кириш сигнали вектор бўлади. Чикиш сигнали эса, сони ва ўлчами **Number of Outputs** параметри ва кириш сигналининг ўлчами билан аниқланувчи скаляр ёки вектор бўлиши мумкин.

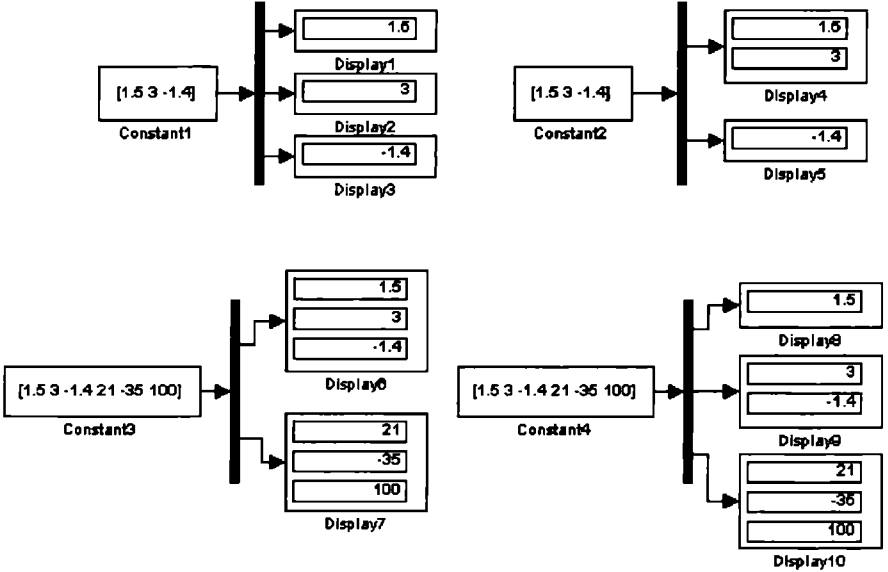
Агар чиқишлар сони **P** (**Number of Outputs** параметрининг қиймати) кириш сигналининг ўлчамига (**N**) тенг бўлса блок кириш векторини алоҳида элементларга ажратади.

Агар чиқишлар сони **P** кириш сигналининг ўлчами **N** дан кичик бўлса биринчи **P-1** чиқиш сигналларининг ўлчами энг яқин катта сонгача яхлитланган **N/P** нисбатга тенг бўлади, энг сўнгги чиқиш сигналининг ўлчами эса кириш сигналининг ўлчами ва аввалги **P-1** чиқишлар ўлчамлари йиғинди ва чиқиш сигналининг ўлчами орасидаги фарқга тенг бўлади. Масалан, кириш сигналининг ўлчами 8 ва чиқишлар сони 3 бўлса, иккита биринчи векторнинг ўлчами $\text{ceil}(8/3) = 3$ ва энг сўнгги чиқиш векторининг ўлчами **8** — $(3+3) = 2$ бўлади.

Number of Outputs параметри ҳар бир чиқиш сигналининг ўлчамини аниқловчи вектор ёрдамида ҳам берилиши мумкин. Масалан, **[2 3 1]** ифода учта чиқиш сигналинини аниқлайди, биринчи сигнал — икки элементли вектор, иккинчи сигнал — уч элементли вектор ва сўнгги сигнал — скаляр. Ўлчамни **-1** (минус бир) кўринишида ҳам бериш мумкин. Бу ҳолда мос чиқиш сигналининг ўлчами кириш векторининг ўлчами ва чиқиш сигналларининг берилган ўлчамлари

йиғиндиси орасидаги фарқ сифатида аниқланади. Масалан, агар кириш векторининг ўлчами 6 ва **Number of Outputs** параметри [1 -1 3] ифода билан берилган бўлса иккинчи чиқиш сигнали 6 — (3+1) = 2 ўлчамга эга бўлади.

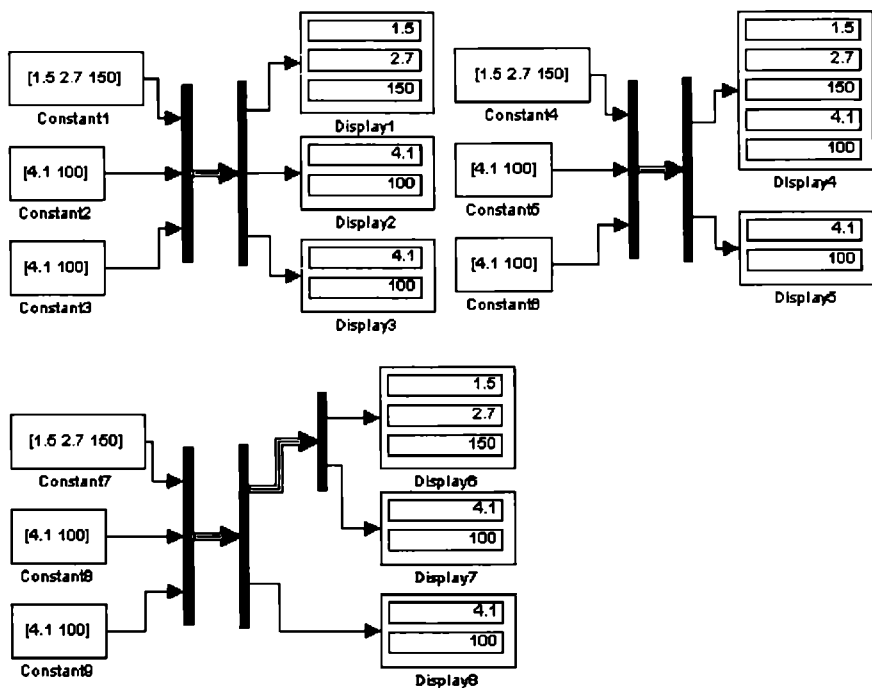
Demux блокidan фойдаланишга мисоллар 12.7.2-расмда кўрсатилган.



12.7.2-расм. Demux блокidan фойдаланишга мисоллар

Bus Selection Mode режимда **Demux** блоки векторнинг алоҳида элементлари билан эмас, балки тўлиқ вектор сигнал билан ишлайди. Ушбу режимда кириш сигнали **Mux** блоки ёки бошқа **Demux** блоки ёрдамида шакллантирилиши керак. **Number of Outputs** параметри эса кириш сигналларининг сонини аниқловчи скаляр ёки ҳар бир элементи ушбу чиқиш сигналидаги вектор сигналлар сонини аниқловчи вектор кўринишида бериллади. Масалан, учта вектордан иборат кириш сигналида [2 1] вектор билан берилган **Number of Outputs** параметри иккита вектор сигнални аниқлайди, улардан биринчиси иккита вектор сигнални ўз ичига олади, иккинчиси эса битта.

Demux блокidan **Bus Selection Mode** режимда фойдаланишга мисоллар 12.7.3-расмда келтирилган.



12.7.3-расм. Demux блокидан Bus Selection Mode режимида фойдаланишга мисоллар

12.7.3. Шинали шакллантиргич блоки Bus Creator

Вазифаси:

Ҳар хил турдаги сигналлардан шинани шакллантиради.

Параметрлари:

Signal naming options — Сигнални номлаш усули. Қуйидаги рўйхатдан танланади:

Inherit bus signal names from input ports — Кириш сигналлари номларини мерос қилиш;

Require input signal names to match signals below — Сигналларнинг номларини киритиш талаб қилинади.

Number of inputs ports — Кириш портларининг сони.

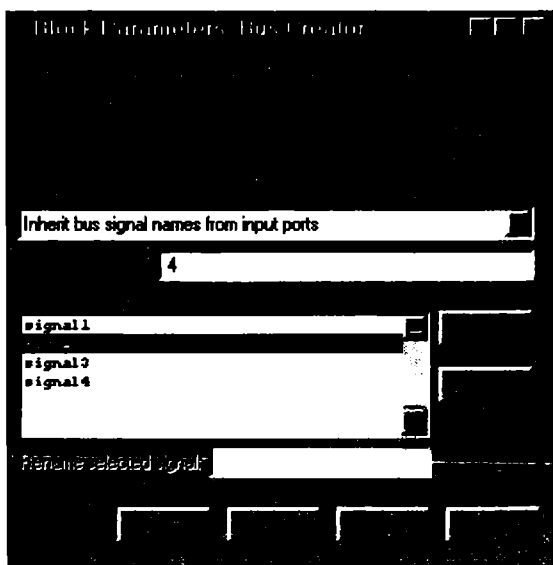
Signals in bus — Шинага бирлаштирилган сигналларнинг рўйхати.

Rename selected signal — Танланган сигналнинг янги номи.

Параметр **Require input signal names to match signals below** опцияси танланган бўлса ўринли.

налларни (вектор, матрицавий, комплекс и бутун сонлар) ягона шинага бирлаштиради. Бу блокнинг боғловчи линиялар сонини камаййтириш учун Пинадаги сигналларни алоҳида ташкил қилиш учун **Bus Selector** блокидан фойдаланилади. Бу блокнинг асосий сигнал манбаси бўлган блокни аниқлаш учун бу блокнинг учун **Signals in bus** рўйхатидаги сигналларнинг ва сичқонча ёрдамида **Find** кнопкасини босиб сигналнинг манбаси бўлган блокнинг ранг

дамида шинани шакллантиришга мисол ва рақам 12.7.4-расмда кўрсатилган. Расмдан **signal instant3** блоки эканлигини кўриш мумкин.



Bus Creator блокидан фойдаланишга мисол

Бир селектор блоки **Bus Selector**

Блокнинг сигналларни ажратади.

Бу блокнинг Пинада мавжуд сигналлар (кириш сигналлар) ва чикиш сигналлар (чиқиш сигналлари);

Muxed output (байроқча) — Чиқиш сигналларини шинага бирлаштириш.

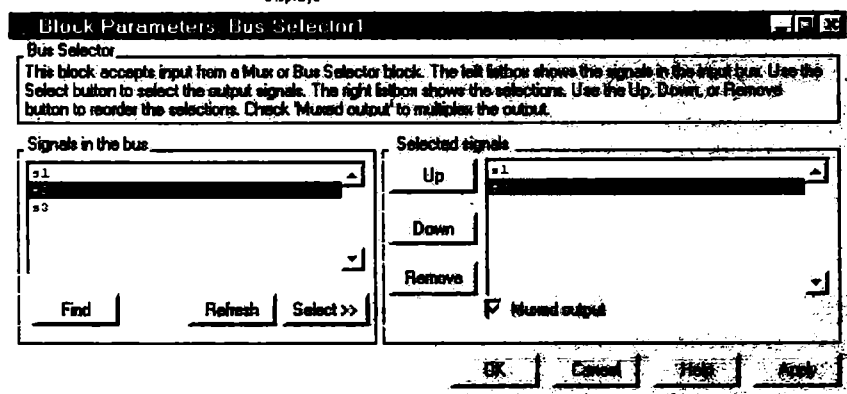
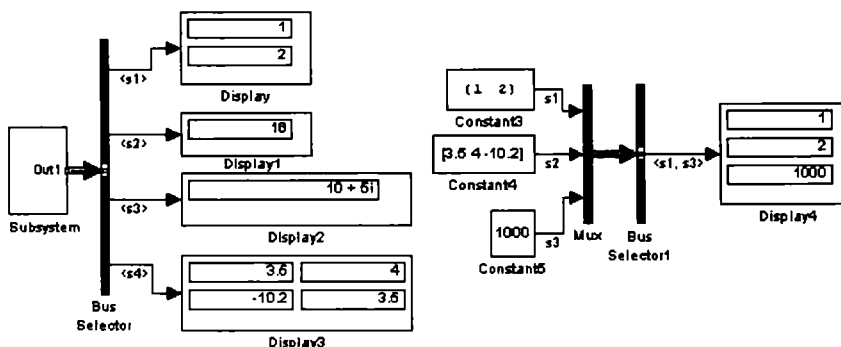
Шина **Mux** ёки **Bus Creator** блоки ёрдамида шакллантирилиши мумкин.

Шинадан сигнални ажратиб олиш учун блокнинг параметрлар ойнаси очилади, **Signals in the bus** ойнасида сигнал ажратилади ва **Select** кнопкаси ёрдамида сигналнинг номининг нухаси **Selected signals** ойнасига ўтказилади. Сигнални **Selected signals** рўйхатидан олиб ташлаш учун, блок параметрлари ойнасининг ўнг томонидаги рўйхатда унинг номи ажратилади ва **Remove** кнопкаси босилади.

Up и **Down** кнопкалари ёрдамида шанадаги сигналларнинг жойлашиш тартибини, **Selected signals** ойнасида уларни юқорига ёки пастга силжитиш йўли билан, ўзгартириш мумкин.

Muxed output параметрининг ўрнатилиши сигналларни шинага бирлаштириш имкониятини беради.

Bus Selector блокidan фойдаланишга мисол ва унинг параметрлар ойнаси 12.7.5-расмда келтирилган.



12.7.5-расм. Bus Selector блокidan фойдаланишга мисол

12.7.5. Селектор блоки Selector

Вазифаси:

Вектор ёки матрицадан керакли элементларни танлайди.

Параметрлари:

Input Type — Кириш сигналининг тури. Қуйидаги рўйхатдан танланади:

vector — вектор;

matrix — матрица.

Блокнинг параметрлар рўйхати кириш сигналининг турига боғлиқ ҳолда ўзгаради.

Source of element indices — Вектор элементлари индексларининг манбаси. Қуйидаги рўйхатдан танланади:

Internal — Ички. Танланаётган вектор элементларининг индекслари **Elements** параметри орқали берилади;

external — Ташқи. Вектор элементларининг индекслари ташқи кириш сигнали ёрдамида берилади.

Elements — блокнинг чиқишига узатилувчи кириш вектори элементлари индексларининг рўйхати. Вектор кўринишида берилади. Параметрнинг қийматини -1 (минус бир) олиш векторнинг ҳамма элементлари танланганлигини билдиради.

Input port width — Кириш векторининг ўлчами.

Source of row indices — Матрица сатр элементлари индексларининг манбаси.

Rows — Матрица сатрлари индексларининг манбаси.

Source of column indices — Матрица устун элементлари индексларининг манбаси.

Columns — Матрица устунлари индексларининг манбаси.

Блокнинг ташқи кўриниши ўрнатилган параметрларига боғлиқ ҳолда ўзгаради. Элементлар индексларининг ташқи манбалари танланганда блокнинг тасвирида қуйидаги символлар билан белгиланган кўшимча киришлар ҳосил бўлади:

E — Танланган вектор элементлари индексларини берувчи кириш сигнали.

R — Матрица сатрлари индексларини берувчи кириш сигнали.

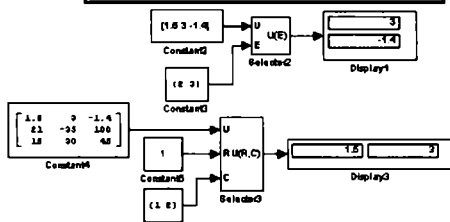
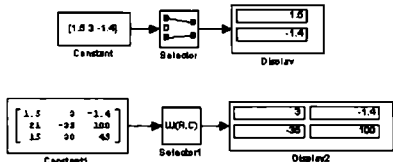
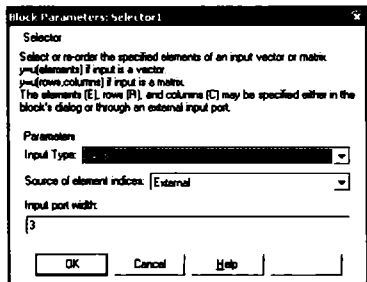
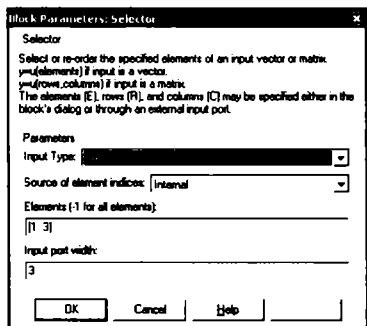
C — Матрица устунлари индексларини берувчи кириш сигнали.

Блок фақат қуйидаги сигналларни танлайди ёки чиқишга узатади:

блок параметрларида аниқланган;

ташқи кириш сигнали билан берилган.

Selector блокдан фойдаланишга мисоллар 12.7.6-расмда келтирилган. Расмда блокнинг ҳар хил созланиш вариантлари кўрсатилган.



12.7.6-расм. Selector блокidan фойдаланишга мисоллар

12.7.6. Массив элементларига янги қийматларни тақдим этиш блоки Assignment

Вазифаси:

Вектор ёки матрица элементларини алмаштиради.

Параметрлари:

Input Type — Кириш сигналнинг тури. Қуйидаги рўйхатдан олинади:

vector — Вектор;

matrix — Матрица.

Блокнинг параметрлар рўйхати кириш сигналнинг турига мос равишда ўзгаради.

Source of element indices — Вектор элементлари индексларининг манбаси. Қуйидаги рўйхатдан танланади:

internal — Ички. Танланаётган вектор элементларининг индекси **Elements** параметрида берилади.

external — Ташқи. Вектор элементларининг индекслари ташқи кириш сигнали ёрдамида берилади.

Elements — Блокнинг чиқишига ўтказиладиган чиқиш вектори элементлари индексларининг рўйхати. Вектор кўринишида берилади. Параметрнинг **-1** (минус бир) қиймати вектор элементларининг ҳаммаси танланганлигини билдиради.

Source of row indices — Матрица элементлари сатрлари индексларининг манбаси.

Rows — Матрица сатрлари индексларининг рўйхати.

Source of column indices — Матрица элементлари устунлари индексларининг манбаси.

Columns — Матрица устунлари индексларининг рўйхати.

Блок индекслар рўйхатига асосан биринчи кириш массиви айрим элементларини иккинчи кириш массиви элементларига алмаштиради. Индекслар рўйхати блок параметри сифатида берилиши ёки ташқи бошқарувчи сигналдан ўқилиши мумкин.

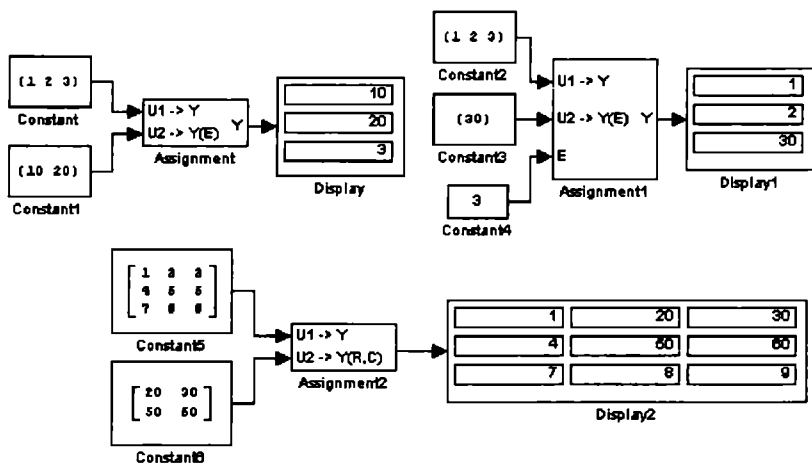
Блокнинг ташқи кўриниши ўрнатилган параметрларига боғлиқ ҳолда ўзгаради. Элементлар индексларининг ташқи манбалари танланганда блокнинг тасвирида қуйидаги символлар билан белгиланган кўшимча киришлар ҳосил бўлади:

E — Танланган вектор элементлари индексларини берувчи кириш сигнали.

R — Матрица сатрлари индексларини берувчи кириш сигнали.

C — Матрица устунлари индексларини берувчи кириш сигнали.

Assignment блокidan фойдаланишга мисоллар 12.7.7-расмда келтирилган.



12.7.7-расм. Assignment блокidan фойдаланишга мисоллар

12.7.7. Сигналларни бирлаштириш блоки Merge

Вазифаси:

Блок кириш сигналларини ягона вектор сигналга бирлаштиради.

Параметрлари:

Number of inputs — Киришлар сони.

Initial output — Чиқиш сигналнинг бошланғич қиймати. Агар ушбу параметр берилмаса, блокнинг чиқишига қиймати энг кейин ҳисобланган сигнал ўтади.

Allow unequal port widths (байроқча) — Чиқиш портлари ўлчамларининг бир хил бўлмаслигига рухсат беради.

Input port offsets — Кириш сигнални силжитиш. Вектор кўринишида берилади ва ҳар бир қиймати мос сигналнинг чиқиш векторида жойлашишини аниқлайди.

Блок энг кейин ҳисобланган сигналнинг қийматини чиқишга ўтказди.

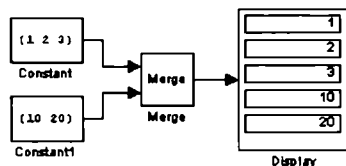
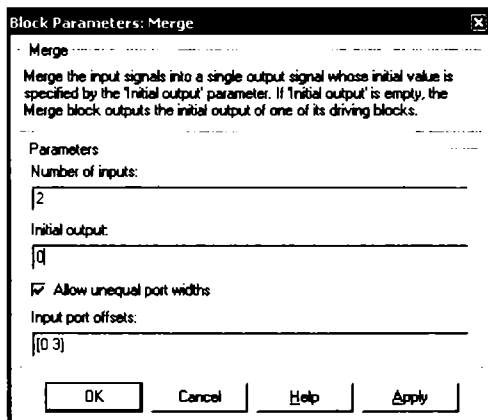
Input port offsets параметри ёрдамида натижавий векторда кириш сигналларининг жойлашишини бошқариш мумкин.

Чиқиш сигналнинг ўлчами куйидаги ифодага асосан аниқланади:

$$\max(w_1 + o_1, w_2 + o_2, \dots, w_n + o_n),$$

бу ерда w_k — k -чи кириш сигналнинг ўлчами, o_k — k -чи кириш сигналнинг силжиши.

Иккита сигнални бирлаштириш учун **Merge** блокидан фойдаланишга мисол 12.7.8-расмда келтирилган. Мисолда **Input port offsets** параметри [0 3] вектор билан берилган.



12.7.8-расм. Кириш сигналларини бирлаштириш учун Merge блокидан фойдаланишга мисол

12.7.8. Сигналларни матрицага бирлаштириш блоки Matrix Concatenation

Вазифаси:

Блок киришдаги вектор ёки матрицаларни бирлаштиради (конкатенация).

Параметрлари:

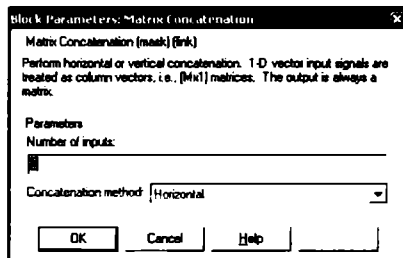
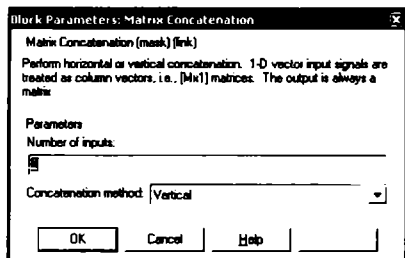
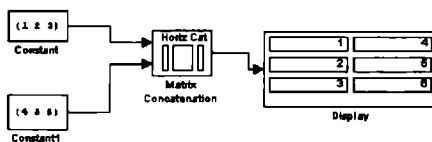
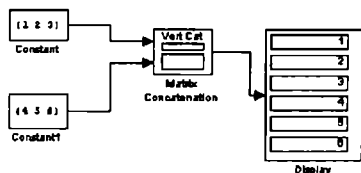
Number of inputs — Киришлар сони.

Concatenation method — Бирлаштириш усули. Қуйидаги жадвалдан танланади:

Horizontal — Горизонтал. Массивлар ўнг томонига янги массивларни қўшиш йўли билан бирлаштирилади.

Vertical — Вертикал. Массивлар остига янги массивларни қўшиш йўли билан бирлаштирилади.

Matrix Concatenation блокидан фойдаланишга мисоллар 12.7.10-расмда келтирилган.



12.7.10-расм. Matrix Concatenation блокидан фойдаланишга мисоллар

12.7.9. Сигналларни узатиш блоки Goto

Вазифаси:

Блок сигнални **From** блоккага ўтказилади.

Параметрлари:

Tag — Сигнал идентификатори.

Tag visibility — Кўриниш белгиси. Қуйидаги рўйхатдан олинади:

- **local** — Локал ост тизим ичида узатилади.
- **scoped** — Локал ост тизим ва қуйи сатҳли ост тизимлар ичида узатилади.

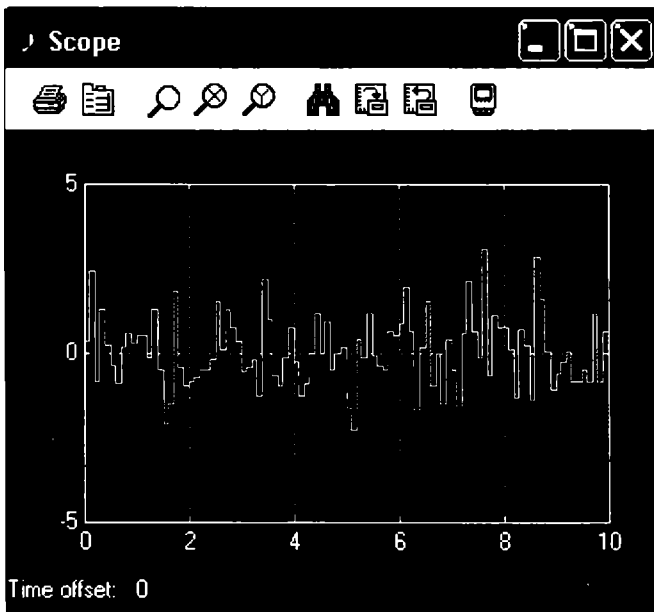
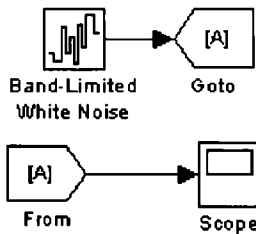
jal — Сигнал модел ичида узатилади.
блоки билан биргаликда **From** блокидан фойдала
урдаги сигнални алока линияларисиз узатиш имко

нган параметрга мос равишда **Tag visibility** блокини
и ўзгаради:

қўриниш белгиси **local** кийматиغا эга бўлса сигнал и
здрат кавс ичига олинади. Масалан, **[A]**, бу ерда **A**
катори.

қўриниш белгиси **scoped** кийматиغا эга бўлса сигн
ри фигурали кавс ичига олинади, масалан, **[A]**.

қўриниш белгиси **global** кийматиغا эга бўлса сигнал
и пиктограммада қўшимча символларсиз акс эттири
блокидан фойдаланишга мисол 12.7.11-расмда келти



12.7.11-расм. Goto блокидан фойдаланишга мисол

12.7.10. Сигнални қабул қилиш блоки From

Вазифаси:

Блок сигнални **Goto** блокидан қабул қилади.

Параметрлари:

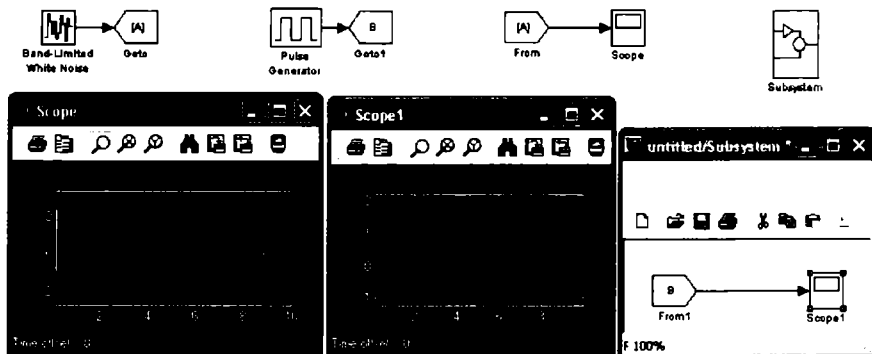
Goto tag — Қабул қилинаётган сигналнинг идентификатори. Сигнални узатаётган **Goto** блокида кўрсатилган идентификаторга мос келиши керак.

From блоки билан биргаликда **Goto** блокидан фойдаланиш ҳар қандай турдаги сигнални алоқа линияларисиз узатиш имкониятини беради.

Блокнинг пиктограммасида кўриниш белгиси **Goto** блокадагига ўхшаш тарзда акс эттирилади.

Модел биргина **Goto** блокидан сигнал қабул қилувчи чекланмаган сондаги **From** блоклари бўлиши мумкин.

From блокларидан фойдаланишга мисоллар 12.7.12-расмда келтирилган. Иккита **Goto** блокидан фойдаланилганлиги сабабли иккинчи сигналнинг идентификатори сифатида **B** олинган. Иккинчи сигнал ост тизимга юборилаётганлиги учун унинг кўриниш белгиси **global** қийматига эга бўлиши керак (сигнал идентификатори пиктограммада кўшимча символларсиз акс эттирилган).



12.7.12-расм. From блокнинг қўлланилиши

12.7.11. Сигналнинг кўриниш белгиси блоки Goto Tag Visibility

Вазифаси:

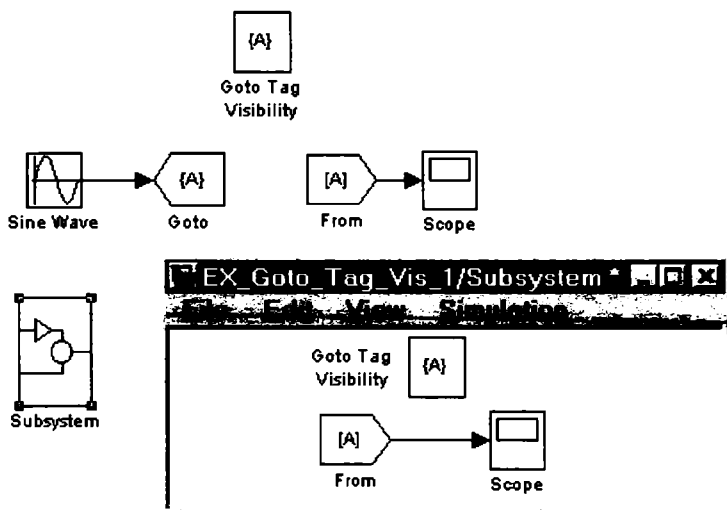
Goto блоки ёрдамида узатилаётган сигналнинг кўриниш белгисини акс эттиради.

Параметрлари:

Goto tag — Goto блоки ёрдамида узатилаётган сигналнинг идентификатори.

Блокни узатилаётган сигналларнинг кўриниш соҳаси **scoped** кийматига эга бўлган модел ёки ост тизимларга қўшиш керак. Блок сигнални узатишда қатнашмайди, фақат узатилаётган сигналнинг номи акс эттиради.

Goto Tag Visibility блокдан фойдаланишга мисол 12.7.13-расмда келтирилган.



12.7.13-расм. Goto Tag Visibility блокдан фойдаланишга мисол.

12.7.12. Умумий хотира соҳасини ҳосил қилувчи блок Data Store Memory

Вазифаси:

Блок маълумотларни сақлаш учун номланган хотира соҳасини ҳосил қилади.

Параметрлари:

1. **Data store name** — Хотира соҳасининг номи;
2. **Initial value** — Бошланғич киймат;
3. **Interpret vector parameters as 1-D** (байроқча) — Маълумотлар векторининг параметрларини бир ўлчамли вектор сифатида талқин қилади.

Блок **Data Store Write** (маълумотларни ёзиш) ва **Data Store Read** (маълумотларни ўқиш) блоклари билан биргаликда ишлатилади.

Initial value параметри сигналнинг бошланғич қиймати билан биргаликда унинг ўлчамини ҳам беради. Масалан, сигналнинг бошланғич қиймати $[0 \ 1; \ 2 \ 3]$ матрица билан берилган бўлса, сақланаётган сигнал 2×2 ўлчамли матрица бўлиши керак.

Агар **Data Store Memory** блоки юқори сатҳга эга бўлган моделда бўлса, унда жойлашган хотира соҳасидан моделнинг ўзида ва иерархия бўйича қуйи сатҳли ҳамма ост тизимларда фойдаланиш мумкин.

Блок **double** турдаги ҳақиқий сигналлар билан ишлайди.

Data Store Memory блокининг **Data Store Write** ва **Data Store Read** блоклари билан биргаликда ишлашига мисол 12.7.14-расмда келтирилган.

12.7.13. Маълумотларни хотиранинг умумий соҳасига ёзиш блоки **Data Store Write**

Вазифаси:

Блок маълумотларни хотиранинг номланган соҳасига ёзади.

Параметрлари:

Data store name — Хотира соҳасининг номи;

Sample time — Модел вақтининг қадами.

Ёзиш амали ҳисоблашнинг олдинги қадамида ҳосил қилинган сигналнинг қиймати учун бажарилади.

Моделда битта хотира соҳасига ёзувчи бир неча **Data Store Write** блоклари бўлиши мумкин. Лекин, уларга маълумотларни бир вақтнинг ўзида ёзиш қутилмаган натижаларга олиб келиши мумкин.

Data Store Write блокининг **Data Store Memory** ва **Data Store Read** блоклари билан биргаликда ишлашига мисол 12.7.14-расмда келтирилган.

12.7.14. Маълумотларни хотиранинг умумий соҳасидан ўқиш блоки **Data Store Read**

Вазифаси:

Блок маълумотларни хотиранинг номланган соҳасидан ўқийди.

Параметрлари:

Data store name — Хотира соҳасининг номи.

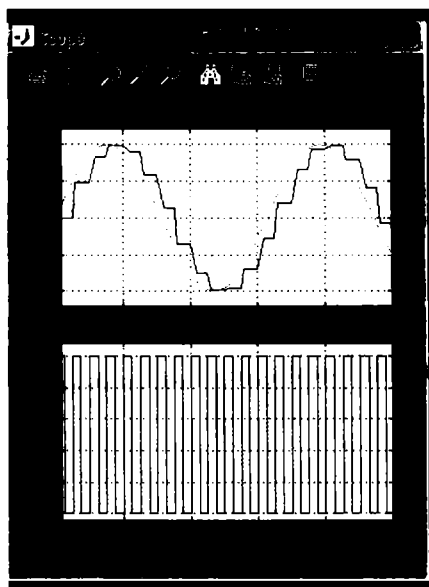
Sample time — Модел вақтининг қадами.

Ўқиш амали ҳисоблашнинг ҳар бир қадамида бажарилади.

Моделда биргина хотира соҳасидан маълумотларни ўқувчи бер неча блок бўлиши мумкин.

Data Store Read блокининг **Data Store Write** ва **Data Store Memory** блоклари билан биргаликда ишлашига мисол 12.7.14-расмда

вчи сигналнинг олдинги фронтган ост тизимдан фойдаланилган мий соҳасига қийматларни ёзиш ўналишида ўзгариш моментлариданларда хотира соҳасидаги маълумотларни.



Write ва Data Store Memory блокларини ишлатишга мисол

Ўзгариш блок Data Type Conversion

ни ўзгарилади.

маълумотларининг тури. Қуйидаги турлар мумкин (рўйхатдан олинди): **auto**, **uint2**, **uint8**, **uint16**, **uint32** ва **boolean**.

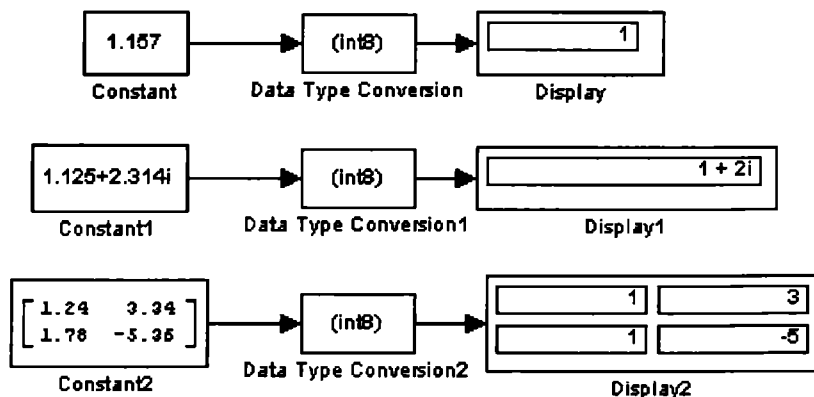
Ўзгариш (байроқча) — Бутун бўлиб кетган байроқча ўрнатилганда бутун турдаги байроқча тарзда бажарилади.

Data type параметрининг **auto** қийматидан фойдаланилганда ушбу блок чиқишидаги сигналнинг формати ундан сигнал олувчи блокнинг киришига берилиши зарур бўлган сигнал форматига мослаб ўзгартирилади.

Кириш сигнали ҳақиқий ёки комплекс бўлиши мумкин. Кириш сигнали комплекс бўлганда чиқиш сигнали ҳам комплекс бўлади.

Блок скаляр, вектор ва матрицавий сигналлар билан ишлайди.

Data Type Conversion блокидан фойдаланишга мисоллар 12.7.15-расмда келтирилган.



12.7.15-расм. Data Type Conversion блокидан фойдаланишга мисоллар

12.7.16. Сигналнинг ўлчамини ўзгартириш блоки Reshape

Вазифаси:

Блок вектор ёки матрицавий сигналнинг ўлчамини ўзгартиради.

Параметрлари:

1. **Output dimensionality** — Чиқиш сигнали ўлчамининг кўриниши.

Қуйидаги жадвалдан олинади:

1-D array — Бир ўлчамли массив (вектор);

Column vector — Вектор-устун;

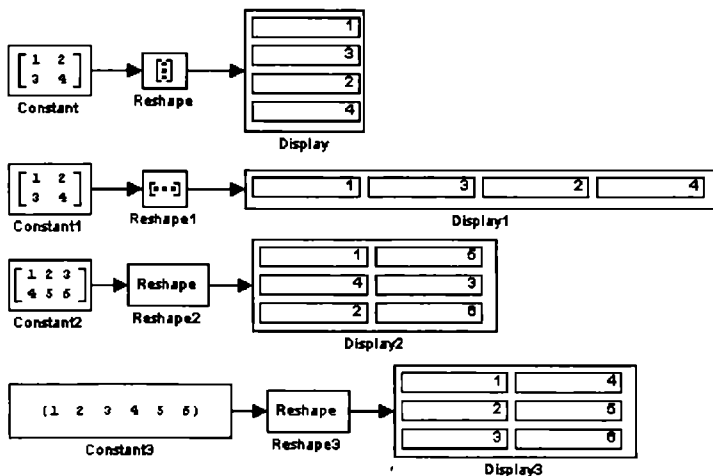
Row vector — Вектор-сатр;

Customize — Берилган ўлчамдаги матрица ёки вектор.

2. **Output dimensions** — Чиқиш сигнали ўлчамининг қиймати.

Ўлчамнинг кўриниши **Customize** сифатида ўрнатилган бўлса ўринли.

Reshape блокидан фойдаланишга мисоллар 12.7.16-расмда келтирилган.



12.7.16-расмлар. Reshape блокidan фойдаланишга мисоллар

12.7.17. Сигналнинг ўлчамини аниқлаш блоки Width

Вазифаси:

Кириш сигналнинг ўлчамини ҳисоблайди.

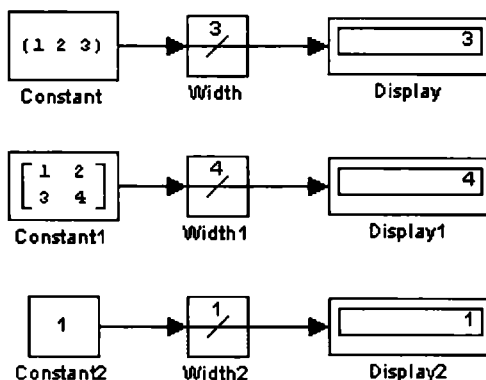
Параметрлари:

Йўқ.

Блокнинг кириш сигнали ҳар қандай турдаги ҳақиқий ёки комплекс сигнал бўлиши мумкин.

Блокнинг чиқиш сигнали **double** турда бўлади.

Width блокidan фойдаланишга мисоллар 12.7.17-расмда келтирилган.



12.7.17-расм. Width блокidan фойдаланишга мисоллар

12.7.18. Сигналнинг берилган бўсағавий қийматни кесиб ўтиш моментини аниқлаш блоки Hit Crossing

Вазифаси:

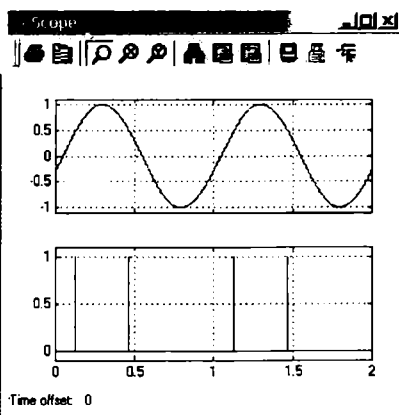
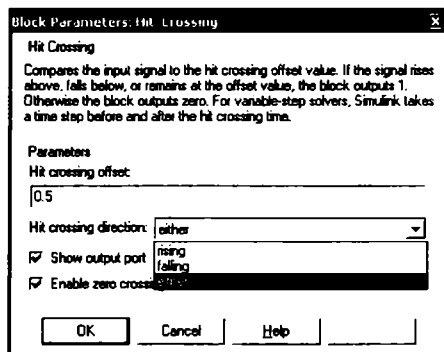
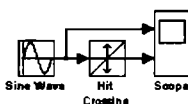
Сигналнинг берилган бўсағавий қийматни кесиб ўтиш моментини аниқлайди.

Параметрлари:

1. **Hit crossing offset** — бўсаға.
 - **Hit crossing direction** — Кесиб ўтиш йўналиши. Қуйидаги рўйхатдан олинади:
 - **rising** — ортиш;
 - **falling** — камайиш;
 - **either** — иккала йўналишда ҳам.
2. **Show output port** (байроқча) — Чиқиш портини кўрсатиш. Агар байроқча олиб ташланса кесишиш нуктаси аниқланади, лекин, чиқиш сигнали ҳосил қилинмайди.

Блок кесишиш моментида модел вақтининг қадами давомийлигига тенг бўлган бирлик сигнал ҳосил қилади.

Hit Crossing блокидан фойдаланишга мисол 12.7.18-расмда келтирилган. Блок иккала йўналишда ҳам синусоидал сигналнинг 0.5 сатҳ билан кесишиш моментларини аниқлайди.



12.7.18-расм. Hit Crossing блокидан фойдаланишга мисол

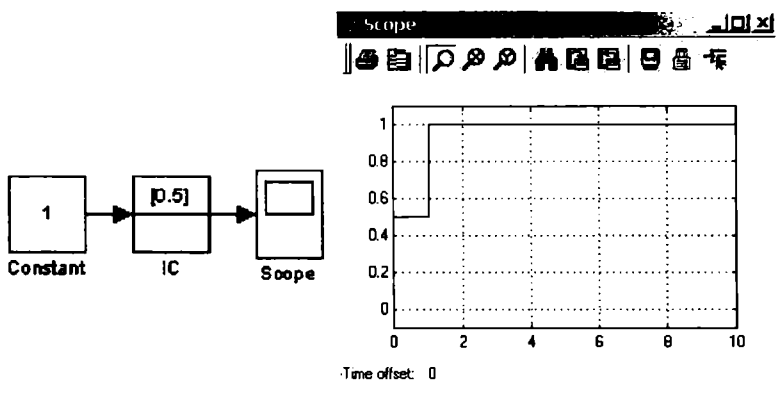
12.7.19. Сигналнинг бошланғич қийматини ўрнатиш блоки IC

Параметрлари:

Initial value — Бошланғич қиймат.

Ҳисоблашнинг биринчи қадамида чиқиш сигнали **Initial value** параметрида берилган бошланғич қийматга тенг бўлади. Қолган ҳисоблаш қадамларида кириш сигнали чиқишга ўзгаришсиз ўтади.

IC блокдан фойдаланишга мисол 12.7.19-расмда келтирилган. Мисолда сигналнинг бошланғич қиймати **0.5** ва ҳисоблаш қадами **1с** берилган.



12.7.19-расм. IC блокдан фойдаланишга мисол

12.7.20. Информацион блок Model Info

Вазифаси:

Блок модел тўғрисидаги информацияни акс эттиради.

Параметрлари:

1. **Model properties** — Моделнинг хусусиятлари:
 - **Created** — Моделнинг яратиш санаси ва вақти;
 - **Creator** — Автор тўғрисида маълумотлар;
 - **Modified by** — Ўзгартиришлар киритган фойдаланувчи тўғрисида маълумотлар;
 - **ModifiedDate** — Ўзгартириш санаси;
 - **ModifiedComment** — Ўзгартиришларнинг тавсифи;
 - **ModelVersion** — Моделнинг версияси;
 - **Description** — Моделнинг тавсифи;
 - **LastModificationDate** — Энг сўнгги ўзгартириш киритилган сана.
2. **Horizontal text alignment** — Маттни горизонтал йўналишда тенглаштириш усули. Қуйидаги рўйхатдан олинади:
 - **Center** — Марказга.
 - **Left** — Чап томонга.

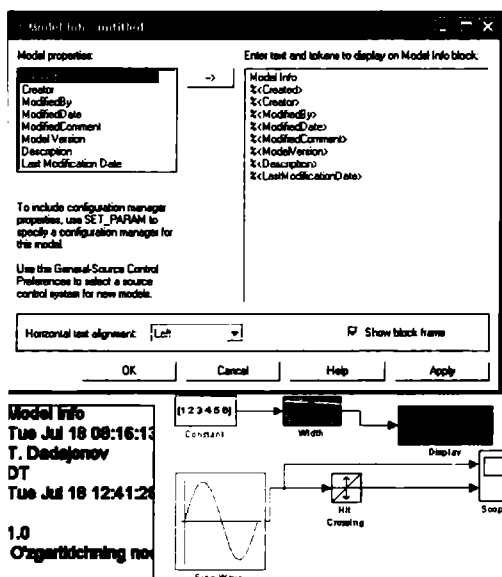
йроқча) — Блокнинг рамкасини акс эт-

ларни акс этириш учун **Model properties**

кнопкаси ёрдамида тахрирлаш ва фойдаланувчи томонидан киритиладимасалан, автор тўғрисида маълумотлар, за динамик янгиланувчи информацияни тиш санаси, энг сўнгги ўзгартиришлар этириш мумкин.

сида **Model Properties** командаси орқали бир қисми ҳам акс этади.

фойдаланишга мисол 12.7.20-расмда кўрса-



нфо блокдан фойдаланишга мисол

— функция ва жадваллар блоки

яни киритиш блоки Fcn

или услубида киритиш имкониятини

Параметрлари:

Expression — Кириш сигналига асосан чиқиш сигнаolini ҳисоблашда фойдаланиладиган ифода. Ушбу ифода C тилида функцияларни тузиш учун қабул қилинган қоидаларга асосан ёзилади.

Ифодаларда қуйидаги компонентлардан фойдаланиш мумкин:

Кириш сигнали. Скаляр кириш сигнали **u** билан белгиланади. Вектор кириш сигнали элементларининг тартиб рақамлари қавс ичида кўрсатилади, масалан, **u(1)** ва **u(3)** — кириш векторининг биринчи ва учинчи элементлари.

Константалар.

Арифметик операторлар (+ — * /).

Нисбат операторлари (= != > < >= <=).

Мантикий операторлар (&& || !).

Қавслар.

Математик функциялар: **abs, acos, asin, atan, atan2, ceil, cos, cosh, exp, fabs, floor, hypot, ln, log, log10, pow, power, rem, sgn, sin, sinh, sqrt, tan** ва **tanh**.

Ишчи соҳадаги ўзгарувчилар. Агар ишчи соҳадаги ўзгарувчи массив бўлса унинг элементлари индекслар ёрдамида қавс ичида кўрсатилади. Масалан, **A(1,1)** — A матрицанинг биринчи элементи.

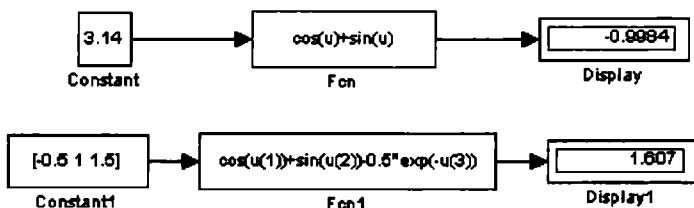
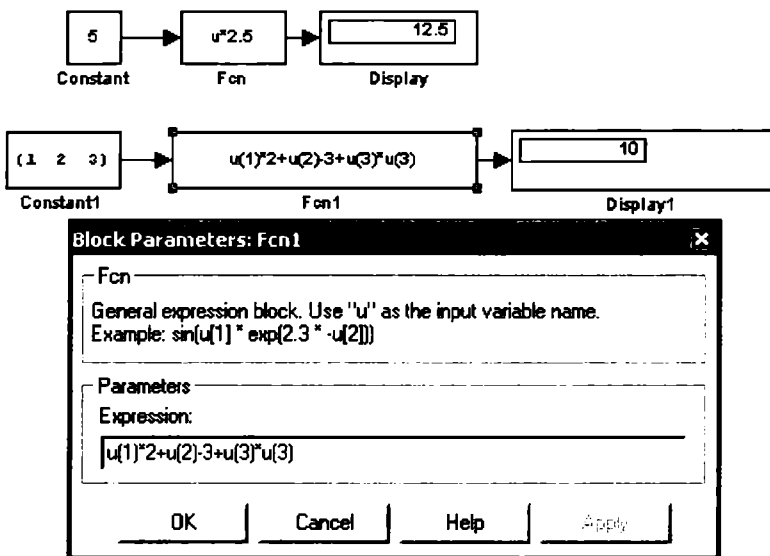
Нисбат операторлари ва мантикий операторлар мантикий нол (**FALSE**) ёки мантикий бир (**TRUE**) кўринишидаги қийматларни қайтарди.

Ифодаларда қўлланиладиган операторлар қуйидаги устунлик тартибига эга:

1. ()
2. + — (унар)
3. Даражага кўтариш
4. !
5. /
6. + — (бинар)
7. > < <= >=
8. = !=
9. &&
10. ||

Блок ёрдамида вектор ва матрицавий амалларни бажариб бўлмайди. Блокнинг чиқиш сигнали ҳамма вақт скаляр бўлади.

Fcn блокидан фойдаланишга мисоллар 12.8.1-расмда кўрсатилган.



12.8.1-расм. Fcn блокidan фойдаланишга мисоллар

12.8.2. MATLAB функциясини киритиш блоки Fcn

Вазифаси:

Ифодани **MATLAB** дастурлаш тили услубида киритиш имкониятини беради.

Параметрлари:

1. **MATLAB function** — Ифода, **MATLAB** тилида.
2. **Output dimensions** — Чиқиш сигналнинг ўлчами. Параметрнинг киймати -1 (минус бир) бўлса ўлчам автоматик тарзда аниқланади.
3. **Output signal type** — Чиқиш сигналнинг тури. Қуйидаги жадвалдан олинади:
 - **real** — Ҳақиқий сигнал;
 - **complex** — Комплекс сигнал;
 - **auto** — Сигналнинг турини автоматик тарзда аниқлаш.

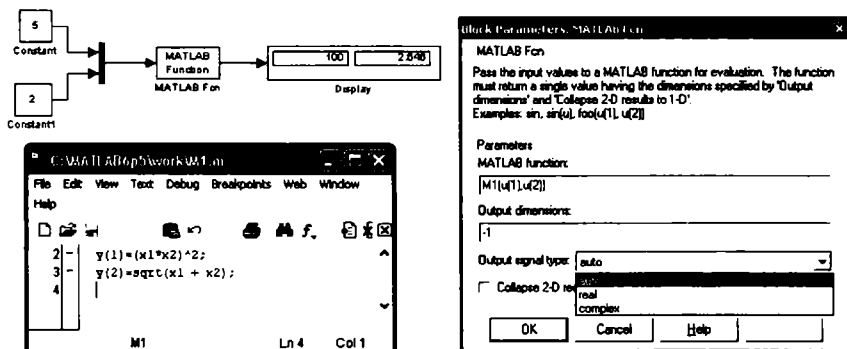
4. Collapse 2-D results to 1-D — Икки ўлчамли чиқиш сигналлари бир ўлчамлига айлантириш.

Скаляр кириш сигнали u билан белгиланади. Вектор кириш сигнали элементларининг тартиб рақамлари кавс ичида кўрсатилади, масалан, $u(1)$ ва $u(3)$ — кириш векторининг биринчи ва учинчи элементлари. Агар ифода битта функциядан иборат бўлса, параметрлари кўрсатилмаслиги мумкин. Ифода **MATLAB** тилида ёзилган ва **m**-файла кўринишида тайёрланган фойдаланувчининг хусусий функциясига эга бўлиши мумкин. Бу ҳолда **m**-файлнинг номи моделнинг номи (**mdl**-файл) билан бир хил бўлмаслиги керак.

MATLAB Fcn блокидан фойдаланишга мисол 12.8.2-расмда келтирилган. Унда кириш вектори иккита элементи кўпайтмасининг квадрати ва йиғиндисидан квадрат илдизни ҳисобловчи **M1** функциядан фойдаланилган. Функциянинг матни (**M1.m** файл) куйидагича:

```
function y=M1(x1,x2);  
y(1)=(x1*x2)^2;  
y(2)=sqrt(x1 + x2);
```

Функция **MATLAB function** параметрида берилган **M1(u(1),u(2))** ифода ёрдамида чакирилади.



12.8.2-расм. MATLAB Fcn блокидан фойдаланишга мисол

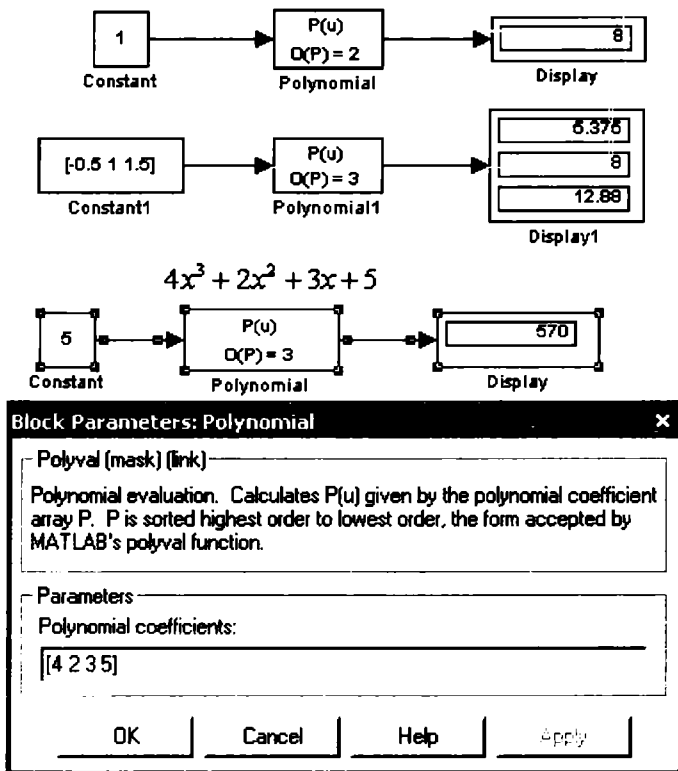
12.8.3. Даражали кўпхадни бериш блоки Polynomial

Параметрлари:

Polynomial coefficients — Полином коэффициентларининг вектори. Векторда коэффициентлар мустақил ўзгарувчининг даражаси камайиб бориш йўналишида жойлашади. Масалан, x^2+2x+5 полином коэффициентлар вектори **[1 2 5]** кўринишида берилади. Коэффициентлар ҳақиқий турда бўлиши зарур.

Блок полиномнинг қийматини унинг коэффициентлари ва кириш сигнали бўйича ҳисоблайди. Агар кириш сигнали вектор ёки матрица бўлса блок натижани массивнинг ҳар бир элементи учун ҳисоблайди.

Polynomial блокдан фойдаланишга мисоллар 12.8.3-расмда кўрсатилган. Мисолларда биринчи **Polynomial** блок учун коэффициентлар [1 2 5], иккинчиси учун [1 2 0 5] ва учинчиси учун [4 2 3 5] векторлар кўринишида берилган.



12.8.3-расм. Polynomial блокдан фойдаланишга мисоллар

12.8.4. Бир ўлчамли жадвал блоки Look-Up Table

Вазифаси:

Бир ўзгарувчининг функциясини жадвал кўринишида беради.

Параметрлари:

Vector of input values — Кириш сигналининг қийматлар вектори. Дискрет қийматлар (масалан, [1 2 7 9]) ёки узлуксиз диапазон (масалан, [0:10]) кўринишида берилади. Векторнинг элементларини

ёки диапазоннинг чегараларини ҳисобланадиган ифода кўриниш бериш мумкин, масалан, $[\tan(5) \sin(3)]$.

Vector of output values — Кириш кийматларининг векторига келувчи чиқиш кийматларининг вектори.

Блок куйидаги коидаларга асосан ишлайди:

Агар кириш сигнали кириш кийматлари вектори (**Vector of i values**) элементларидан бирига тенг бўлса, чиқиш сигнали кириш налига мос бўлган чиқиш кийматлари вектори (**Vector of output va** элементларидан бирига тенг бўлади. Масалан, кириш кийматлари вектори $[0 \ 1 \ 2 \ 5]$ ва чиқиш кийматларининг вектори $[-5 \ -10 \ 3]$ бўлса, кириш сигнали 0 бўлганда чиқиш сигнали -5 бўлади.

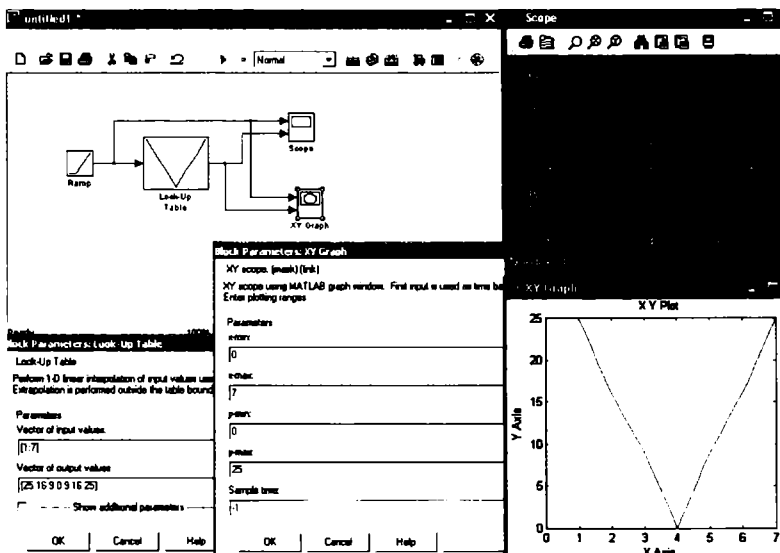
Агар кириш сигнали кириш кийматлари вектори элементлар ҳеч бирига мос келмаса, блок унга энг яқин иккита элемент бў чизикли интерполяцияни бажаради.

Агар кириш сигнали кириш кийматлари вектори чегарас ташқарида бўлса, блок векторнинг иккита четки элементлари бў чизикли экстраполяцияни амалга оширади.

Созлаш йўли билан киритилган функциянинг графиги блок пиктограммасида акс этади.

Блокнинг кириш сигнали вектор бўлиши ҳам мумкин. Бу х блок элементлараро амалларни бажаради.

Look-Up Table блокидан фойдаланишга мисол 12.8.4-ра келтирилган.



12.8.4-расм. Look-Up Table блокидан фойдаланишга мисол

12.8.5. Икки ўлчамли жадвал блоки Look-Up Table(2D)

Вазифаси:

Икки ўзгарувчининг функциясини жадвал кўринишида беради.

Параметрлари:

1. **Row** — Сатр. Биринчи аргумент қийматларининг вектори. Бир ўлчамли жадвалнинг **Vector of input values** параметрига ўхшаш тарзда киритилади. Вектор элементлари ортиб бориш тартибида жойлашиши керак.
2. **Column** — Устун. Иккинчи аргумент қийматларининг вектори. Вектор элементлари ортиб бориш тартибида жойлашиши керак.
3. **Table** — Функция қийматларининг жадвали. Матрица кўринишида берилади. Сатрлар сони **Row** векторидаги элементлар сонига ва устунлар сони **Column** векторидаги элементлар сонига тенг бўлиши керак.

Жадвални тузиш коидалари 12.8.1-жадвалда келтирилган.

12.8.1-жадвал

		Иккинчи аргумент (Column)		
		4	8	10
Биринчи аргумент (Row)	2	10	20	15
	3	40	20	60
	5	70	80	60

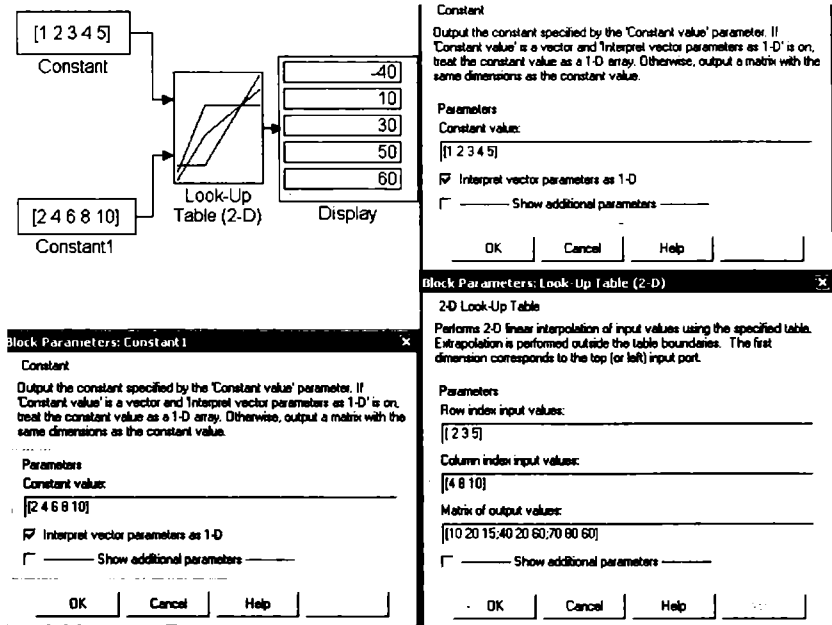
Юқоридаги жадвал учун блок параметрларининг қийматлари қуйидагича бўлади:

Row — [2 3 5] ,

Column — [4 8 10] ,

Table — [10 20 15;40 20 60;70 80 60] .

Look-Up Table(2D) блокidan фойдаланишга мисол 12.8.5-расмда келтирилган. Блокнинг параметрлари 12.8.1-жадвалга асосан киритилган.



12.8.5-расм. Look-Up Table(2D) блокidan фойдаланишга мисол

12.8.6. Кўп ўлчамли жадвал блоки Look-Up Table (n-D)

Вазифаси:

Блок n ўзгарувчили ($n=1, 2, 3, 4, \dots$) функцияни жадвал кўриниши, ради.

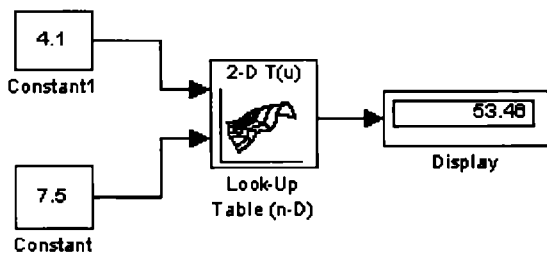
Параметрлари:

- Number of table dimensions** — Жадвал ўлчамларининг (функция аргументларининг) миқдори. Ушбу параметрнинг қийма куйидаги рўйхатдан олинади: **1, 2, 3, 4, More...**(Кўп).
- First input (row) breakpoint set** — Биринчи аргумент (сат қийматларининг вектори. Дискрет қийматлар (масалан, [1 7 9]) ёки узлуксиз диапазон (масалан, [0:10]) кўриниши, берилади. Векторнинг элементларини ёки диапазоннинг чет раларини ҳисобланадиган ифода кўринишида бериш мумки масалан, $[\tan(5) \sin(3)]$. Вектор элементлари ортиб бори тартибда жойлашиши керак.
- Second (column) input breakpoint set** — Иккинчи аргумент (устун) қийматларининг вектори. Юқорида келтирилган параметр сингари киритилади.

4. **Third input breakpoint set** — Учинчи аргумент кийматларининг вектори. Ушбу параметрдан жадвал ўлчамларининг миқдори иккидан ортиқ бўлсагина фойдаланиш мумкин.
5. **Fourth input breakpoint set** — Тўртинчи аргумент кийматларининг вектори. Ушбу параметрдан жадвал ўлчамларининг миқдори учдан ортиқ бўлсагина фойдаланиш мумкин.
6. **Fifth..Nth input breakpoint sets (cell array)** — Бешинчи ва ундан кейинги аргументлар кийматларининг массиви (ячейкалар массиви). Ушбу параметрдан жадвал ўлчамларининг миқдори тўртдан ортиқ бўлсагина фойдаланиш мумкин.
7. **Explicit number of dimensions** — Жадвал ўлчамларининг (функция аргументларининг) аниқ миқдори. Ушбу параметр, агар **Number of table dimensions** параметр **More** кийматига эга бўлса ўринли.
8. **Index search method** — Индекслар бўйича излаш усули. Қиймати қуйидаги рўйхатдан олинади:
 - **Evenly Spaced Points** — Тенг узоқликдаги индекслар учун излаш. Агар аргументлар ораларидаги фарқлар ўзаро тенг бўлса (масалан, [10 20 30]) ушбу усул излаш тезлиги бўйича энг яхши натижаларни беради.
 - **Linear Search** — Чизикли излаш. Агар кириш сигналлари орасидаги фарқлар кичик бўлса яхши натижа беради.
 - **Binary Search** — Иккилик излаш. Агар кириш сигналлари орасидаги фарқлар катта бўлса яхши натижа беради.
9. **Begin index searches using previous index results** (байроқча) — Излашни аввалги излаш натижаларидан фойдаланилган ҳолда бошлаш.
10. **Use one (vector) input port instead of N ports** (байроқча) — Бир неча бир ўлчамли кириш портлари ўрнига кўп ўлчамли кириш портдан фойдаланиш.
11. **Table data** — Функция кийматларининг жадвали. Кўп ўлчамли жадвалларни шакллантириш қодаларига асосан берилади.
12. **Interpolation method** — Интерполяция усули. Қуйидаги рўйхатдан олинади:
 - **None** — Интерполяция бажарилмайди;
 - **Linear** — Чизикли интерполяция;
 - **Cubic Spline** — Кубик сплайн-интерполяция.
13. **Extrapolation method** — Экстраполяция усули. Қуйидаги рўйхатдан олинади: **None**, **Linear** ёки **Cubic Spline**.
14. **Action for out of range input** — Аргумент кийматлари вектори чегарасидан ташқарида кириш сигналнинг чиқишга таъсири. Қуйидаги рўйхатдан олинади:

- **None** — Таъсир йўқ;
- **Warning** — Огоҳлантирувчи ахборотни **MATLAB** командалар сатрига чиқариш.
- **Error** — Хатолик тўғрисидаги ахборотни **MATLAB** командалар сатрига чиқариш ва ҳисоблашларни тўхтатиш.

Look-Up Table (n-D) блокдан фойдаланишга мисол 12.8.6-расмда келтирилган.



12.8.6-расм. Look-Up Table (n-D) блокдан фойдаланишга мисол

12.8.7. Бевосита кириш мумкин бўлган жадвал блоки Direct Loop-Up Table (n-D)

Вазифаси:

Элементларига тўғридан-тўғри кириш мумкин бўлган кўп ўлчамли жадвални ҳосил қилади. Элементларининг индекслари нолдан бошланади.

Параметрлари:

1. **Number of table dimensions** — Жадвал ўлчамларининг (функция аргументларининг) сони. Ушбу параметрнинг қийматлари қуйидаги рўйхатдан танланади: **1, 2, 3, 4, More...**(Кўп).
2. **Explicit number of dimensions** — Жадвал ўлчамларининг (функция аргументларининг аниқ сони. Ушбу параметрга **Number of table dimensions** параметрининг қиймати **More** бўлса кириш мумкин.
3. **Inputs select this object from table** — Чиқиш сигналининг тури. Қуйидаги рўйхатдан танланади:

Element — Элемент. Агар блокнинг чиқишида жадвалнинг бирор элементини олиш зарур бўлса блокнинг киришига элементнинг ҳамма индекслари берилиши керак.

Column — Устун. Агар блокнинг чиқишида устун ҳосил қилиш керак бўлса блокнинг киришига юқоридаги вариантга нисбатан битта кам индекс берилади.

D Matrix — Матрица. Агар блокнинг чиқишида матрица ҳосил қилиш керак бўлса блокнинг киришига юқоридаги вариантга нисбатан битта кам индекс берилади.

Make table an input — Функция қийматларининг жадвали блокнинг тоҳида кириши орқали берилади, **Table data** параметри орқали эмас.

Table data — Функция қийматларининг жадвали. Кўп ўлчамли массивларни шакллантириш қоидаларига асосан ҳосил қилинади.

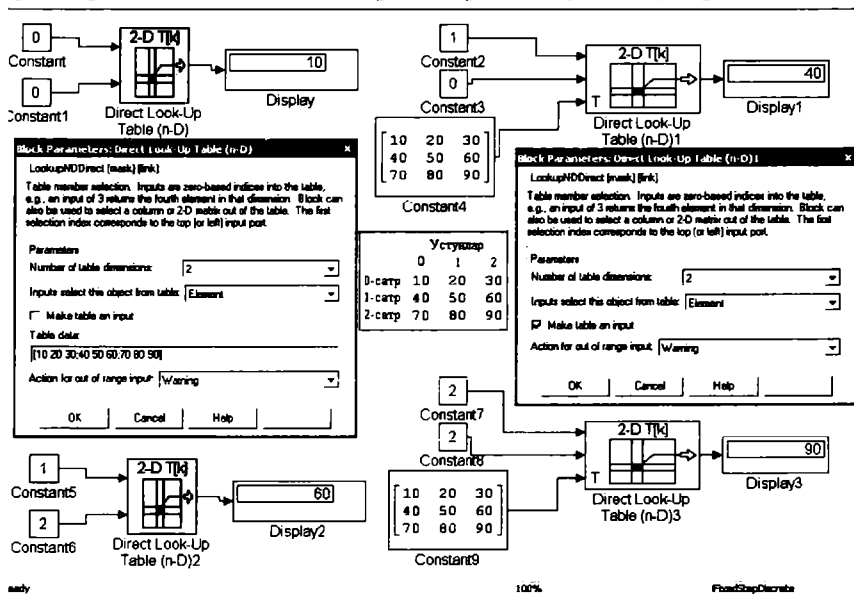
Action for out of range input — Аргумент қийматлари вектори чеграсидан ташқарида кириш сигналнинг чиқишга таъсири. Қуйидаги ўйхатдан олинади:

None — Таъсир йўқ;

Warning — Оғохлантирувчи ахборотни **MATLAB** командалар итрига чиқариш.

Error — Хатолик тўғрисидаги ахборотни **MATLAB** командалар итрига чиқариш ва ҳисоблашларни тўхтатиш.

Direct Look-Up Table (n-D) блокдан фойдаланишга мисол 12.8.7-расм-1 келтирилган. Функция қийматларининг жадвали (**[10 20 30;40 50 60;70] 90**) биринчи ҳолда блок параметрларида, иккинчи ҳолда эса алоҳида кириш орқали (**Make table an input** байроқчаси уланган) берилган.



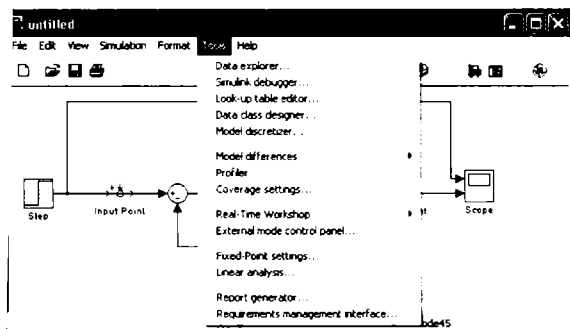
12.8.7-расм. Direct Look-Up Table (n-D) блокдан фойдаланишга мисол

12.9. LTI-вьювер билан ишлаш

2.9.1. LTI-вьюверни Linear analysis... командаси ёрдамида чақириш

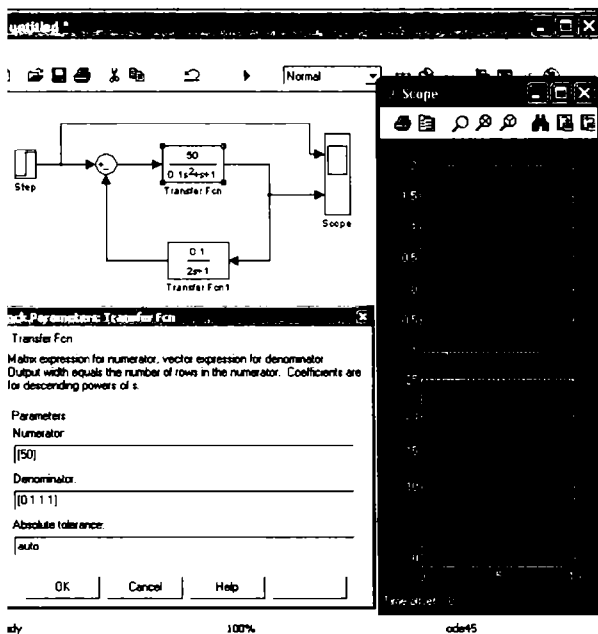
Модел ойнасининг Tools менюсидаги Linear analysis... командаси (2.9.1-расм) тизимни чизикли таҳлил қилиш натижаларига эга бўлган

учун хизмат килади. Ушбу команда чизикли таҳ-
 н махсус моделлар учун қўлланилади. Моделла-
 рни бўлиши мумкин. Агар модел ночизикли бўлса
 энти автоматик равишда чизикли кўринишга ў-



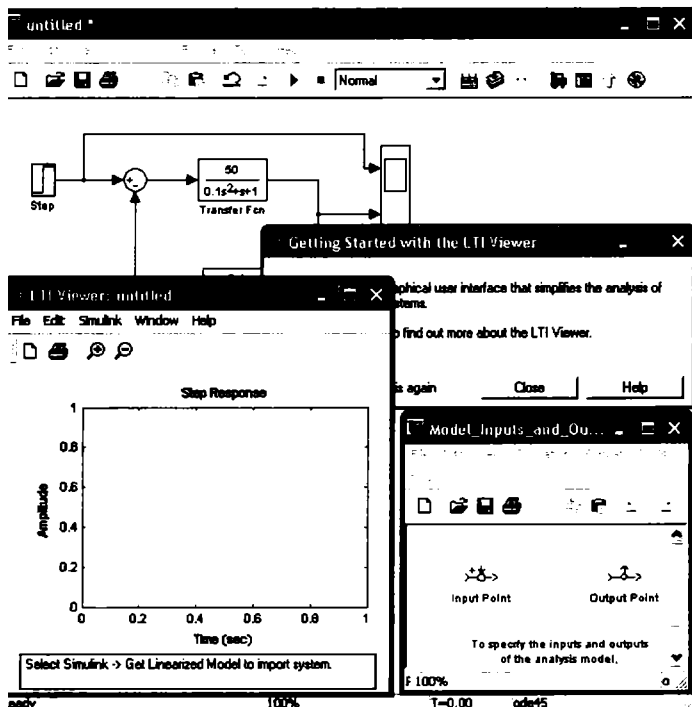
12.9.1-расм. Модел ойнасининг Tools менюси

гескари алокага эга бўлган чизикли тизимнинг
 2.9.2-расм). Тизимнинг тўғри ва тескари звен
 оператор узатиш характеристикалари ёрдами
 Осциллограммаларда кўриниб турганидек 1
 ультсга реакцияси тебранувчи характерга эга.



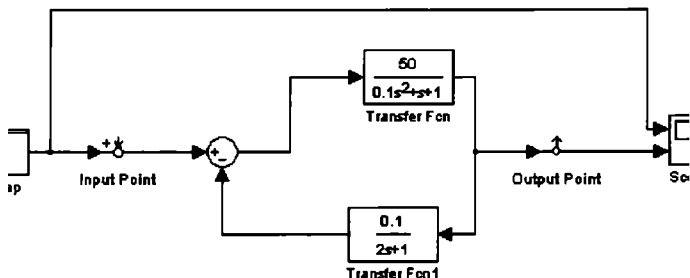
Манфий тескари алокага эга бўлган чизикли тизимни

кли таҳлилни амалга ошириш учун модел оинасидаг дан Linear analysis... командасини бажарамиз. LTI-View оғохлантирувчи ойна ҳамда LTI-Viewer нинг кириш ва ига эга бўлган ойналар ҳосил бўлади (12.9.3-расм).



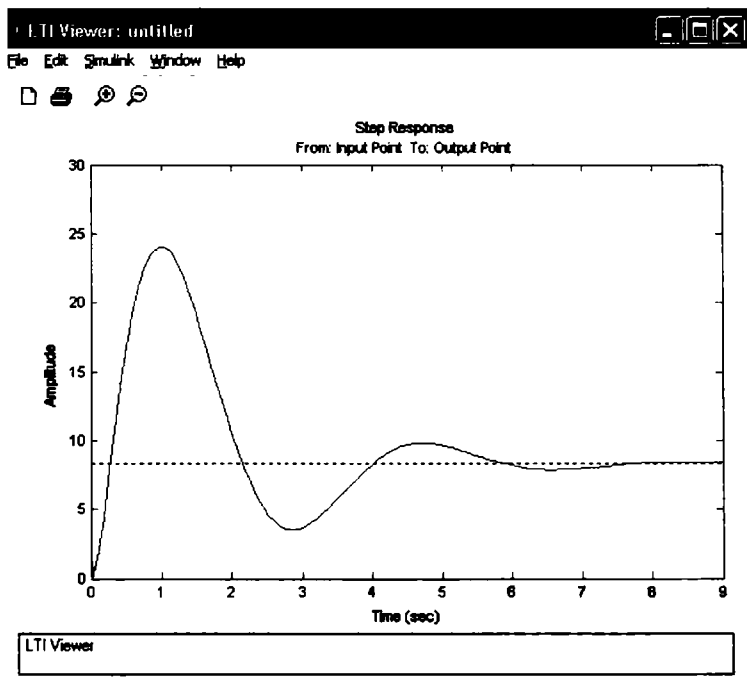
12.9.3-расм. LTI-Viewer нинг ойналари

лантирувчи ойна Close тугмасини босиб ёпилади нинг кириш ва чиқиш портлари моделнинг чизикли ши зарур бўлган фрагментини ўз ичига оладиган қирилади (12.9.4-расм).



расм. Моделнинг таҳлил қилиниши зарур бўлган фрагментини а:

ийин LTI-Viewer ойнасининг Simulation менюсидаги *ized* командаси бажарилади. Натижада модел чизикли кўриди ва LTI-Viewer ойнасида тизим ўтиш характеристикаси пайдо бўлади (12.9.5-расм).



12.9.5-расм. Тизим ўтиш характеристикасининг графиги

12.9.2. Тизимнинг ҳолатини танлаш

Тизимнинг қандай ҳолатига нисбатан чизикли кўриниши ҳам катта аҳамиятга эга. Бундай ҳолатни ўзгартириш LTI-вьювернинг Simulink менюсидаги *Set Operating Point* командаси танланади (12.9.6-расм). Бундан ташқари ушбу позицияда портларини йўқотиш учун *Remove Input/Output Points* командаси ҳам мавжуд.

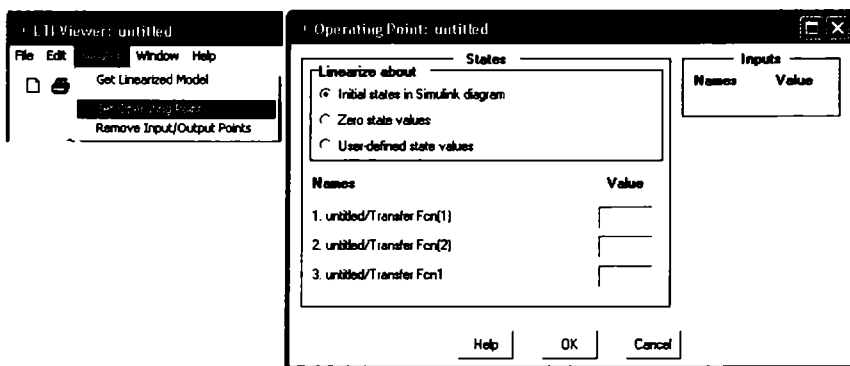
Тизим билан бўлган ойнада чизикли кўринишга ўтказиш учун куйидагилардан бирини ўрнатиш мумкин:

Initial status in Simulink diagram — бошланғич ҳолатга қайтиш ҳолат;

Zero status value — нолли бошланғич шартларга эга бўлиш ҳолат;

- User-defined state values — фойдаланувчи томонидан берилувчи бошланғич ҳолат.

Фойдаланувчи томонидан берилувчи бошланғич ҳолат танланганда блоklar ва панелларнинг рўйхати бошланғич сигналларнинг кийматларини киритиш учун активлашади.



12.9.6-расм. Тизимнинг ҳолатини танлаш

12.9.3. Чизикли тизимларнинг график характеристикаларини танлаш

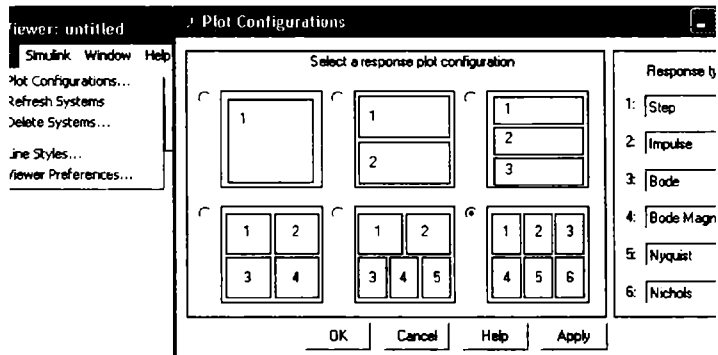
LTI-Viewer чизикли тизимларнинг деярли ҳамма характеристикаларини қуриш имкониятини беради:

- Step — ўтиш характеристикаси (тизимнинг бирлик импульс сакрашидан таъсирланиши);
- Impulse — импульс характеристикаси (тизимнинг давомийлиги чексиз кичик, амплитудаси чексиз катта ва юзаси бирга тенг бўлган бирлик импульдан таъсирланиши);
- Bode — логарифмик амплитуда-частотавий ва фаза-частотавий характеристикалар;
- Bode Magnitude — фақат логарифмик амплитуда-частотавий характеристика;
- Nyquist — Найквист диаграммаси;
- Nichols — Николс диаграммаси ;
- Sigma — тизимнинг сингуляр сонлари;
- Pole/zero — тизимнинг ноллари/кутблари.

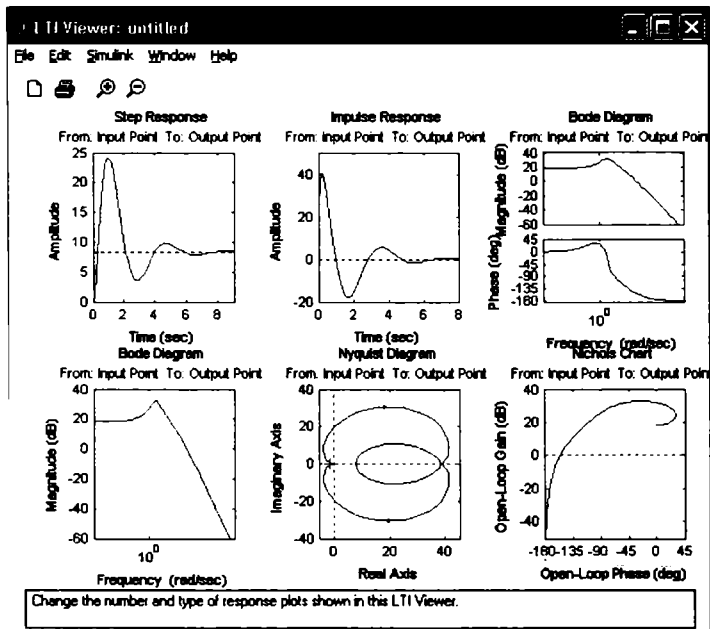
Рўйхатдаги Найквист ва Николс диаграммалари одатда тескари алоқага эга бўлган тизимларнинг турғунлигини график йўл билан таҳлил қилиш учун ишлатилади.

12.9.4. Графикларни кўрсатиш конфигурациясини танлаш

актеристикаларнинг графикларини, характеристикалар олаштириш вариантларини танлаб, фақат биргина график кўрсатиш мумкин. Бунинг учун LTI-Viewer ойнасидаги Edit Plot Configurations... командаси танланади. Натижада Edit Plot Configurations ойнаси очилади (12.9.7-расм). Ойнанинг чап қисмида Response type (Жаъба тури) танлаш вариантлари ва ўнг қисмидан (Response type) характеристикаларни танлаш тартиби танланади ва ОК босилади (12.9.8-р



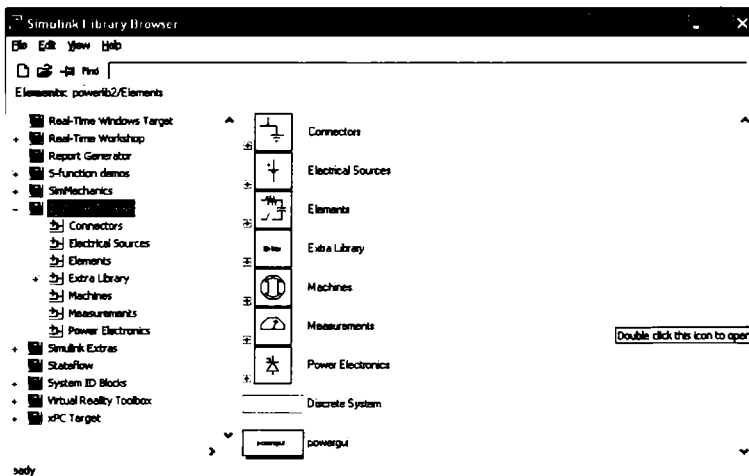
12.9.7-расм. Plot Configurations ойнаси



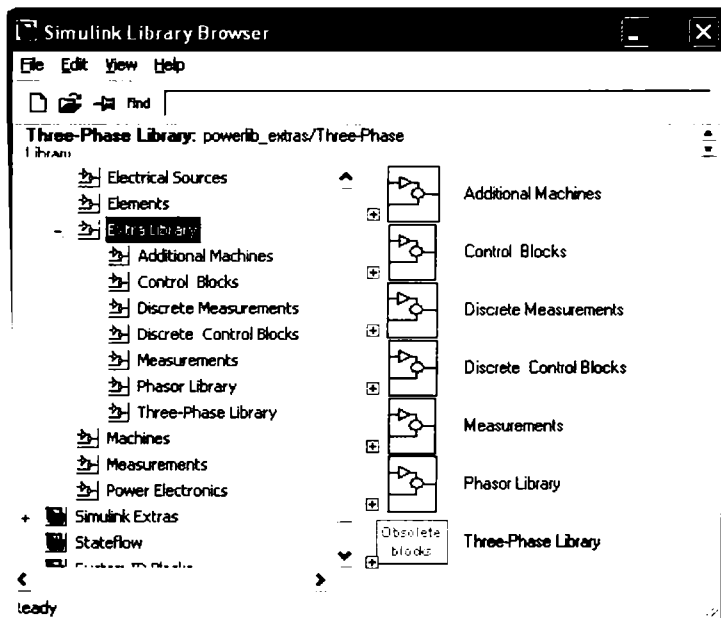
12.9.8-расм. Plot Configurations ойнасида танланган графиклар

13. SIM POWERS SYSTEM ПАКЕТИ

m Powers System paketi таркибида куч элементлари (итли элементлар) бўлган системаларни моделлаш учун анган. У еттига бўлимдан иборат (13.1-расм). Унинг Extra L ўлими 13.2-расмда кўрсатилган.



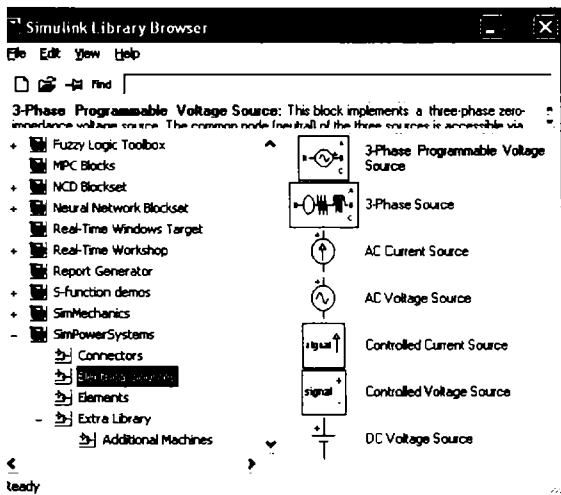
13.1-расм. Sim Powers System пакети



13.2-расм. Extra Library ост бўлими

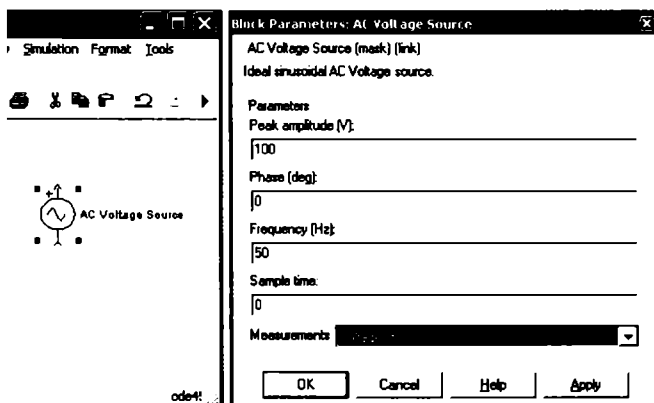
Энергияси манбалари Electrical Sources библиотекаси

лиотекада ўзгармас ва ўзгарувчан ток ҳамда кучлиниш-
илмайдиган ва бошқариладиган манбалари мавжуд (13.3-



3-расм. Электр энергияси манбалари Electrical Sources

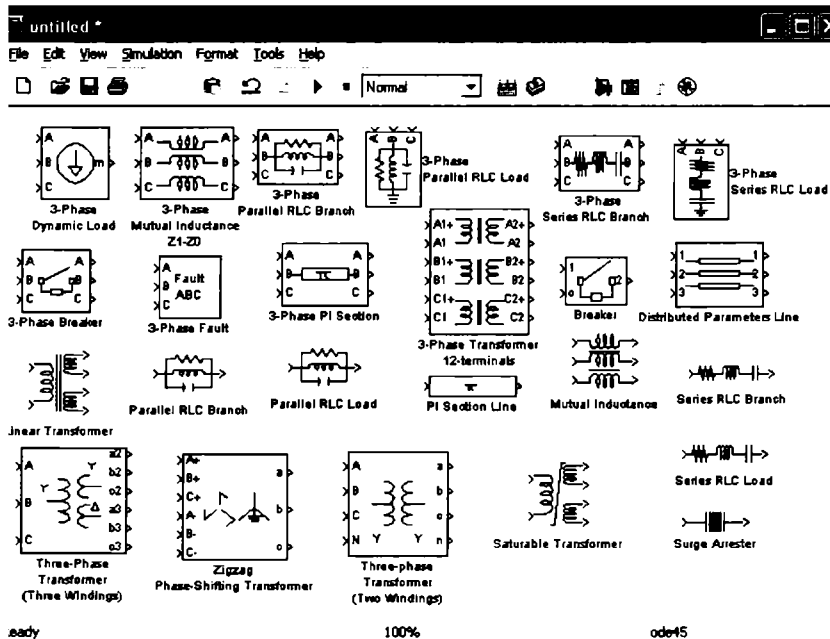
ан кучлиниш манбаси AC Voltage Source блоки ва
п ойнаси 13.4–расмда кўрсатилган. Унда ўзгарувчан
нг амплитудаси, бошлангич фазаси ва частотасининг
и ўрнатиш мумкин. Measurements майдони манбанинг
етрларини кузатиш ва ўлчаш учун Multimeter блокни
ниятини беради.



4-расм. AC Voltage Source блоки ва унинг солаш ойнаси

13.2. Пассив элементлар библиотекаси Elements

Elements библиотекасида деярли барча турдаги пассив элементлар (13.5-расм):



13.5-расм. Пассив элементлар библиотекаси Elements

- кетма-кет ва параллел R, L, C элементлар: уларнинг параметрларини ом, генри ва фарадаларда (RLC Branch) ёки акти индуктив ва сиғим қувватларда (RLC Load) бериш мумки. Юкламаларни бундай кўринишда бериш уч фазали электр зажирларни тадқиқ қилишда жуда қулай бўлиб ҳисобланади;
- чизикли трансформатор (Linear Transformer) ва тўйиниш ҳисобга олиш мумкин бўлган магнит ўзакли трансформатор (Saturable Transformer);
- ўзаро индуктивликка эга бўлган (магнит боғланган) занжир (Mutual Inductance);
- кириш ва чиқиш сигналлари орасида талаб қилинган ночизик боғланишни шакллантириш имкониятини берувчи ночизик элемент (Surge Arrester);
- қалит (Breaker), унинг очик ҳолатдаги параметрлари (қаршили индуктивлиги) ва кириш сигнали нолга тенг бўлгандаги ҳола (очик ёки ёпик) созлаш майдонларида бериледи;

ли уч чўлғамли трансформаторлар (Three-
Two Windings, Three Windings);
уч фазали линияларнинг параметрларини
лоқлар (PI Section Line, Distributed Parame

Block Parameters: Three-phase Transformer (Two Windings) [X]

Three-Phase Transformer (Two Windings) (mask) (link)

This block implements a three-phase transformer by using three single-phase transformers. Set the winding connection to 'Yn' when you want to access the neutral point of the Wye.

Parameters

Nominal power and frequency [Pr(VA) , fn(Hz)]
[250e6 , 60]

Winding 1 (ABC) connection : [Yn]

Winding parameters [V1 Ph-Ph(Vrms) , R1(pu) , L1(pu)]
[424.35e3 , 0.002 , 0.08]

Winding 2 (abc) connection : [Yn]

Winding parameters [V2 Ph-Ph(Vrms) , R2(pu) , L2(pu)]
[315e3 , 0.002 , 0.08]

Saturable core

Magnetization resistance Rm (pu)
[500]

Magnetization reactance Lm (pu)
[500]

Measurements [None]

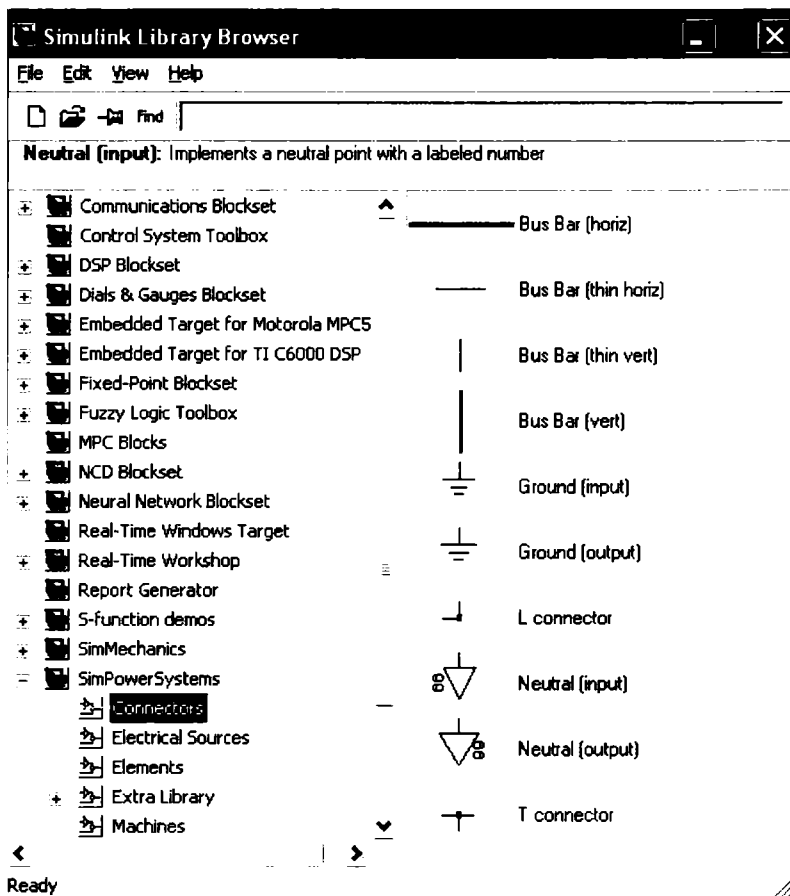
OK Cancel Help Apply

6-рас.и. Уч фазали икки чўлғамли трансформаторни
ree-Phase Transformer) параметрларини сошлаш ойна

и икки чўлғамли трансформаторнинг (
параметрларини сошлаш ойнаси 13.6-рас
аш ойнасида трансформаторнинг номинал
ominal power and frequency), бирламчи ва
нг параметрлари (Winding parameters), б
ўлғамларнинг уланиш схемалари (Windi
Winding 2 (abc) Connection) кўрсатилади. Su
ансформаторнинг тўйинишини ҳисобга оли
га очилувчи (Measurements) менюсида тра
tery блоки воситасида ўлчаниши кўзда тут
и кўрсатилади.

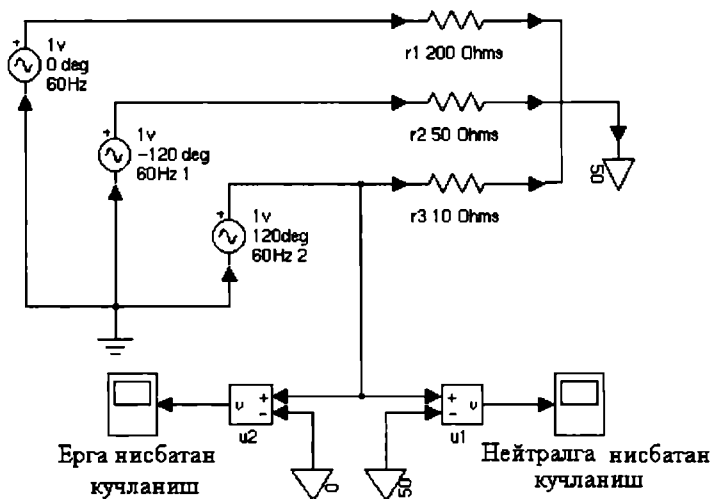
3. Sim Powers System библиотекаси моделларининг кири ва чиқишларни ўзаро боғловчи блоklar (Connector)

Connector библиотекаси 13.7-расмда келтирилган. Bus Bar блокинг соzлаш ойналарида киришлар ва чиқишлар сони кўрсатилади.



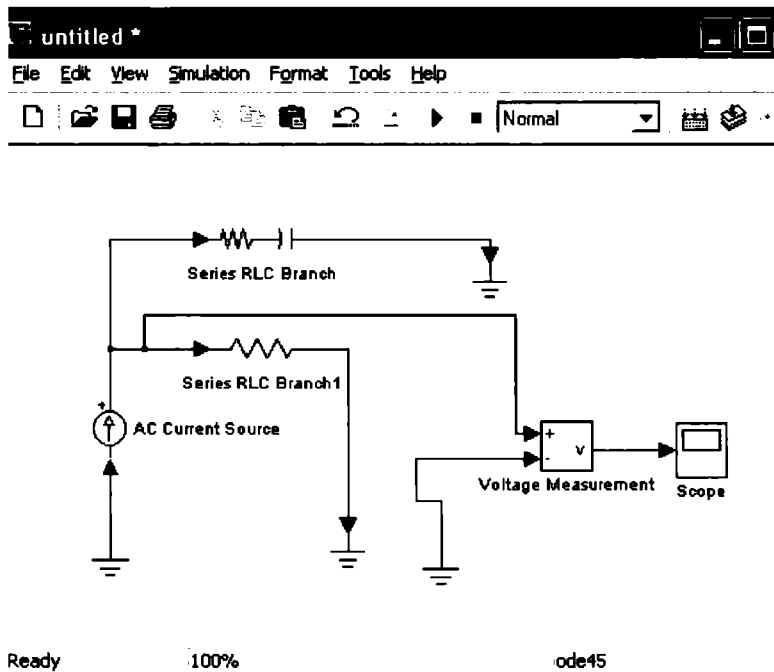
13.7-расм. Connector библиотекаси

Neutral блоки тартиб рақамига эга бўлган умумий нукта хош учун ишлатилади. Ушбу блокдан схеманинг турли жойги икки нуктани линияни чизмасдан боғлаш учун фойдаланилади. Агар Neutral блокнинг тартиб рақами 0 бўлса у ер бириктириш ҳосил қилади. Neutral блокдан фойдаланишга мисол 13.8-расмда кўрсатилади.



13.8-расм. Neutral блокдан фойдаланишга мисол

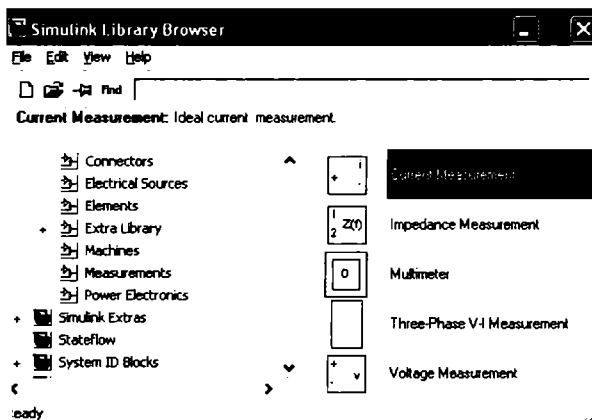
Ground блоки ер билан боғланиш ҳосил қилади. Кириш ва чи бўлган икки турдаги Ground блоклари мавжуд (13.9-расм).



13.9-расм. Ground блокдан фойдаланишга мисол

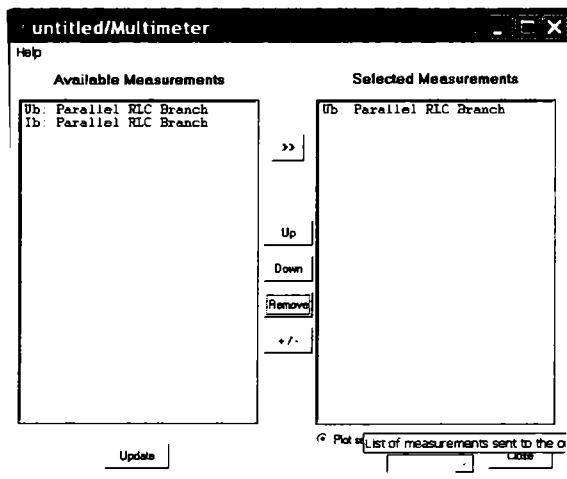
13.4. Ўлчаш блоклари Measurements

ments библиотекасидаги Voltage Measurement
its блоклари (13.10–расм) SimPowerSystem би
Simulink библиотекасидаги ўлчаш блоклари би
т қилади. Impedance Measurement блоки текш
икки нукта орасидаги тўла қаршилиқнинг част
ўлчаш имкониятини беради.



13.10-расм. Measurements библиотекаси

ишлатиладиган блоклардан бири Multimeter
ида текшириляётган элементларнинг Measur
ган электр катталиклар ўлчанади.

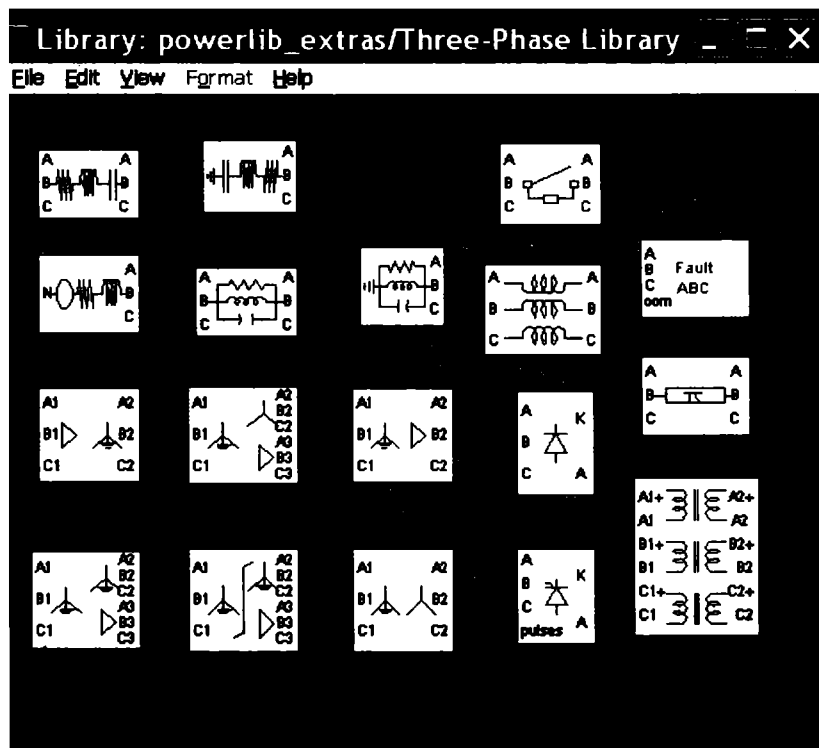


13.11-расм. Multimeter блокининг созлаш ойнаси

Multimeter блокининг созлаш ойнаси (13.11-расм) иккита майдон . Уларнинг биринчисида (Available) ўлчанадиган ўзгарувчилик инди. Уларнинг ҳаммаси ёки бир қисми « >> » тугмаси ёрдамида ва натижаларни қайд қилиш учун иккинчи ойнага ўтказилиши мкин.

1.3.5. Уч фазали занжирлар библиотекаси Three-Phase Library

Уч фазали занжирлар библиотекаси Three-Phase Library 13.12-расмда келтирилган. Ушбу библиотекада кетма-кет ва параллел RLC шиликлар, актив ва реактив қувватлари берилиши мумкин бўлган кетма-кет ва параллел юклар (3-Phase RLC Series Load ва 3-Phase Parallel Load), уланиш группалари ҳар хил бўлган чизикли ёки радио трансформаторлар, уч фазали калит, уч фазали кўприк схемаси бўйича уланган диодли ва тиристорли тўғрилагичлар (6-pulse bridge ва 6-puls thyristor bridge), линиянинг секцияси (PI Load) ва бошқалар мавжуд.



13.12-расм. Уч фазали занжирлар библиотекаси Three-Phase Library

13.6. Интерактив SPTool қобиғи

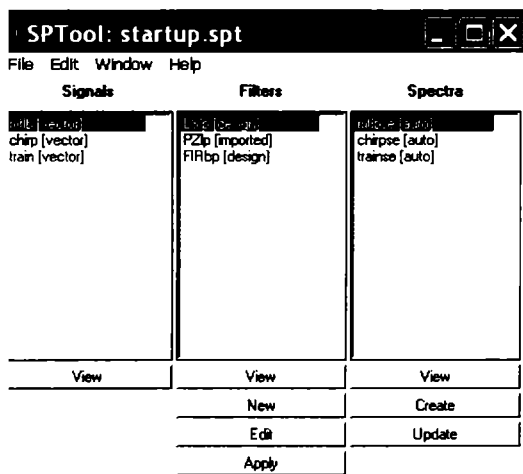
13.6.1. SPTool қобиғи

цедураси Signal Processing Toolbox кенга: нтерактив қобиғини активлаштиради. У жуд:

рпни излаш ва кўриш воситаси — Signal рпни лойиҳаловчи — Filter Designer; арнинг характеристикаларини кузатиш iver; рпнинг спектрларини кузатиш воситаси

иғи MatLAB тизимининг командалар ой илиб Enter клавишасини босиш йўли бил .1-расм).

аси учта бўлимдан иборат — Signals (Сигн а Spectra (Спектрлар). Уларнинг ҳар бир жуд. Кнопкалар мос бўлимларда жойлаш амаллар бажариш мумкинлигини кўрсат: да фақат View кнопки мавжуд, яъни у бектларни (сигналларни) фақат кўриш м: тида тўртта кнопка жойлашган бўлиб у / бўлимда жойлашган объектлар (филь :w Design кнопки), таҳрир қилиниши кўриб чиқилиши (View кнопки) мумки



ignal Processing Toolbox кенгайтма пакетининг SI

Шунга ўхшаш тарзда, Spectra (спектрлар) бўлимидаги сигналлар устида куйидаги амалларни бажариш мумкин:

- ҳосил қилиш (Create кнопкаси);
- кўриб чиқиш (View кнопкаси);
- янгилаш, яъни ушбу ном билан янгитдан ҳосил қилиш (Update кнопкаси).

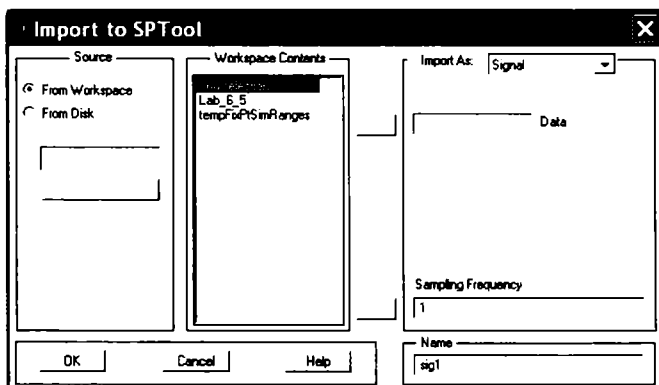
SPTool ойнасининг ҳар бир бўлимида .spt кенгайтмасига эга бўлган очик SPTool файлининг (унинг номи SPTool ойнасининг сарлавҳасида кўрсатилган бўлади) мос ўзгарувчи ёки процедураларнинг номлари (идентификатори) жойлашади.

Биринчи марта мурожаат қилинганда SPTool ойнасининг учала бўлими ҳам бўш бўлади. Кнопкалардан фақат New Design актив бўлади, яъни фақат янги филтрни яратиш амалини бажариш мумкин. Қолган кнопкаларни активлаштириш учун қаердандир, қандайдир сигналлар тўғрисидаги маълумотларни импорт қилиш керак. Бундай маълумотлар бошқа воситалар ёрдамида ҳосил қилиниши керак, масалан, улар MatLab дастурининг ишлаш ёки Simulink муҳитида моделлаш натижалари бўлиши мумкин. Улар қандайдир ўзгарувчиларга, ишчи соҳага (Workspace) ёки дискдаги файлга .mat кенгайтмаси билан ёзилган бўлиши керак.

13.6.2. Сигналларни импорт қилиш

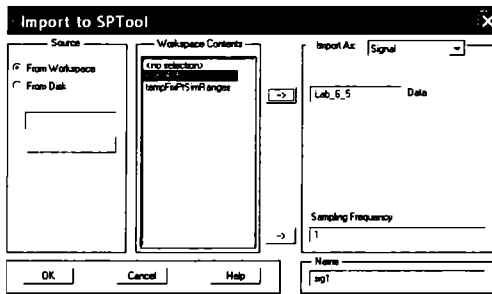
SPTool ёрдамида сигналларни қайта ишлаш учун аввал уларни To Workspace блоки ёрдамида шакллантириш ва ҳосил қилинган кий-матларнинг векторларини SPTool муҳитига импорт қилиш керак.

Векторни SPTool муҳитига импорт қилиш учун File (Файл) менюсида Import (Импорт) командаси танланади. Натижада Import to SPTool ойнаси очилади (13.6.2-расм).

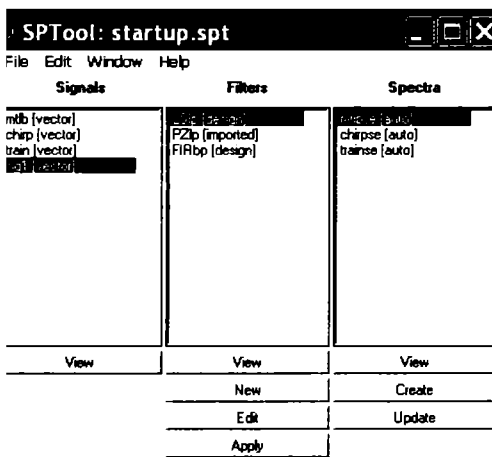


13.6.2-расм. Import to SPTool ойнаси

нанинг Source (Манба) бўлимида From Workspace () улаб-узгичи танланган. Шунинг учун Workspace Contents (ишчи майдон) нинг номлари Workspace Contents (ишчи майдон) айдоби бўлди. Сичконча ёрдамида керакли майдон (Data) томонга йўналган Signal Data майдонида танланган ўзгарувчини (рasm).



асм. Танланган ўзгарувчини Data майдонига ўзгарувчи (sampling frequency (дискретлаш частотаси) майдонига киритилади. Ушбу параметрнинг катталигини белгилашнинг маъноси бўлиши маънасида майдонига ёзиб олинадиган вектор Name (маънаси) билан белгилаб берилган номга эга бўлади. Signal Data тугмаси босилса сигнал SPTool муҳитига импорт to SPTool ойнаси ёпилади ва майдонига ўзгартирилади (13.6.4-рasm).



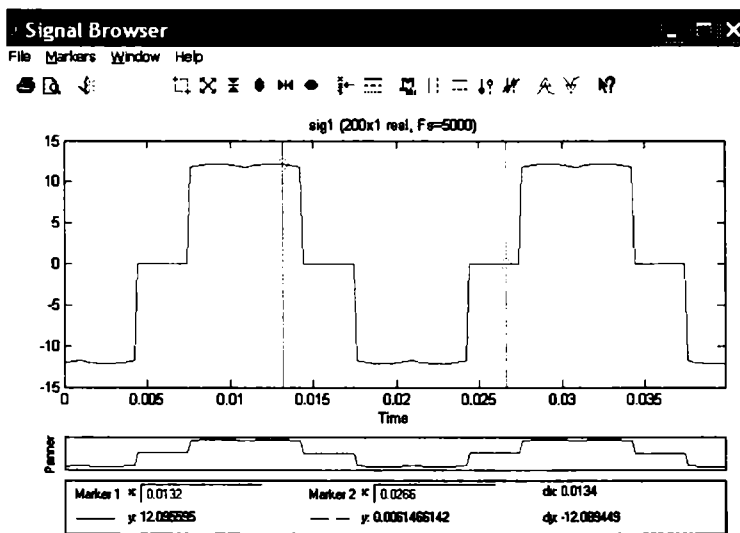
ойнаси ойнасининг сигнал импорт килингандан кейин

Tool ойнасининг Signals бўлимида сигнал векторининг бўлади ва View кнопкаси активлашади. Энди тадқиқ қи сигнални кўриш мумкин. Бундан ташқари Spectra бўлим : кнопкаси ёрдамида импорт қилинган сигналнинг спектеристикаларини олиш мумкин.

ар жараённинг вектори МАТ-файлга ёзилган бўлса, ун қилиш учун Import to SPTool ойнасида From disk улаб-у ниши керак. Бунда МАТ-file Name киритиш майдони ва В аси актив бўлади. Зарур МАТ-файлнинг номини кирити е кнопкаси ёрдамида керакли МАТ-файлни топиб SPTool сойлаштириш мумкин. Кейинги амаллар юқорида кўриб ўт арга ўхшаш.

13.6.3. Сигналларни кўриб чиқиш

сигнал вектори импорт қилингандан кейин уни кўриб ч аларидан фойдаланиш мумкин. Бунинг учун Signals бўли ли сигналларни белгилаш ва View кнопкасини босиш е када Signal Browser ойнаси экранда пайдао бўлади (13.6.5- ҳолда sig1 сигнал танланган.



3.6.5-расм. Импорт қилинган сигнални кузатиш ойнаси Signal Brows

инининг ўрта қисмини танланган жараённинг вақтга боғл ги эгаллаган. Графикнинг сарлавҳасида графикда тасви

ган сигналнинг номи, мос векторларнинг ўлчамлари ва дискретлаш частотаси кўрсатилган.

График майдоннинг пастида асбоблар панели жойлашган бўлиб унинг ёрдамида графикдаги икки нуқтанинг координаталарини аниқ билиш мумкин. Ушбу нуқталар жараён графигининг иккита оч қизил (пушти, қизғиш) рангдаги вертикал линиялар билан кесишиш нуқталаридир.

Вертикал линияларнинг ҳолатини сичқонча ёрдамида ўзгартириш мумкин. Курсор линиялардан бирига олиб келинганда қўлнинг кўринишини олади. Сичқончанинг чап тугмаси босилган ҳолатда вертикал линияларни чапга ёки ўнгга суриш мумкин. Ойнанинг Marker бўлимида кесишиш нуқталарининг координаталари X ва Y ҳосил бўлади. X координатаси вақтга ва Y координатаси эса ўзгарувчининг қийматиغا мос келади.

Ойнанинг юқори қисмида ойнани ва график майдон ичида масштабларни бошқариш воситалари жойлашган.

13.6.4. Сигналларнинг спектрларини ҳосил қилиш

Сигналларнинг спектрал хоссаларини баҳолаш учун SPTool ойнасининг сигналлар бўлимида керакли сигнал белгиланади ва Spectra бўлимининг пастки қисмидаги Create тугмаси босилади. Экранда Spectrum Viewer ойнаси пайдо бўлади. У Signal Browser ойнасига ўхшаш. Spectrum Viewer ойнасининг чап томонида жойлашган элементлар ёрдамида сигналнинг спектрал характеристикасини олиш усулини танлаш ва сигналнинг қайта ишланадиган нуқталарининг сонини ўрнатиш мумкин.

Спектрни ҳисоблаш усули Method рўйхатидан танланади. У куйидаги элементларга эга: Burg, FFT, MEM, MTM, MUSIC, Welch, YuleAR. Усул танлангандан кейин ҳисоблашларни бажариш учун чап майдоннинг пастидаги Apply тугмаси босилади.

13.7. Simulink Blocksets/SimPowerSystems библиотекасидаги блокларнинг пиктограммаларини ўзгартириш

SimPowerSystems библиотекасидаги блокларнинг пиктограммаларида элементларнинг шартли белгилари бизда қабул қилинган шартли белгилардан фарқ қилади. Резистор, конденсатор ва индуктивликларни бунга мисол қилиб кўрсатиш мумкин. Бундай фарқлар моделларни таҳлил қилишда айрим ноқулайликларни келтириб чиқариши мумкин.

MATLAB тизимида пиктограммаларнинг график қисми plot командаси ёрдамида ҳосил қилиниши сабабли блокларнинг пиктограммаларини ўзгартириш имконияти мавжуд. Plot командаси фойдаланадиган векторлар blocicon.m файлида жойлашган (...MATLAB6.5\toolbox \powersys \ powersys\ private папкаси).

Графикларни ўзгартириш учун ушбу векторларнинг қийматларини янгилари билан алмаштириш етарли. Масалан, кетма-кет RLC-занжирнинг (Series RLC Branch) шартли белгисини алмаштириш учун blocicon.m файлидаги 31-38 сатрлардаги векторларни (MATLAB 6.5 версияси учун) қуйидаги янги векторлар билан алмаштириш мумкин:

```
gx=[0 20 20 140 140 150 140 140 20 20]; ;
```

```
gy=[0 0 -12 -12 0 0 12 12 0];
```

```
lx = [0 25 25 25.15 25.45 26.1 26.8 28 29 30.5 32 33.5 35.5 37.5 39.5  
41.5 43 44.5 46 47.1 48.2 49 49.45 49.85 50 50 50.15 50.45 51.1 51.8 53  
54 55.5 57 58.5 60.5 62.5 64.5 66.5 68 69.5 71 72.1 73.2 74 74.45 74.85  
75 75 75.15 75.45 76.1 76.8 78 79 80.5 82 83.5 85.5 87.5 89.5 91.5 93  
94.5 96 97.1 98.2 99 99.45 99.85 100 100 100.2 100.5 101.1 101.8 103  
104 105.5 107 108.5 110.5 112.5 114.5 116.5 118 119.5 121 122.1 123.2  
124 124.5 124.8 125 125 150];
```

```
ly = [0 0 0 1.93 3.32 5.13 6.46 8.12 9.17 10.4 11.2 11.8 12.3 12.5  
12.3 11.8 11.2 10.4 9.17 8.01 6.46 4.9 3.67 1.93 0 0 1.93 3.32 5.13 6.46  
8.12 9.17 10.4 11.2 11.8 12.3 12.5 12.3 11.8 11.2 10.4 9.17 8.01 6.46  
4.9 3.67 1.93 0 0 1.93 3.32 5.13 6.46 8.12 9.17 10.4 11.2 11.8 12.3 12.5  
12.3 11.8 11.2 10.4 9.17 8.01 6.46 4.9 3.67 1.93 0 0 1.93 3.32 5.13 6.46  
8.12 9.17 10.4 11.2 11.8 12.3 12.5 12.3 11.8 11.2 10.4 9.17 8.01 6.46  
4.9 3.67 1.93 0 0 0];
```

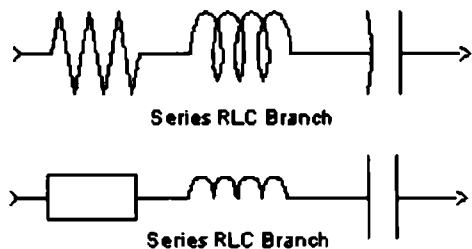
```
cx1 = [0 60 60 60];
```

```
cy1 = [0 0 -25 25];
```

```
cx2 = [90 90 90 150];
```

```
cy2 = [25 -25 0 0];
```

Series RLC Branch блоқи пиктограммасининг эски ва янги тасвирлари 13.7.1-расмда кўрсатилган.



13.7.1-расм. Series RLC Branch блоқи пиктограммасининг эски ва янги тасвирлари

Уч фазали кучланиш манбаларининг пиктограммаларидаги резистор ва индуктивликнинг тасвирларини ўзгартириш учун blocicon.m файлининг 595 — 598 сатрлари куйидагича ўзгартирилади:

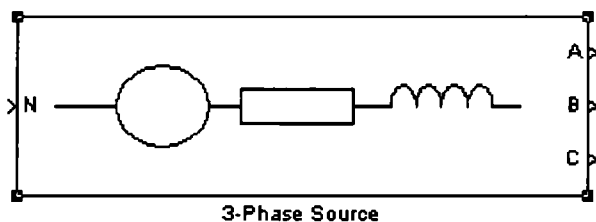
```
resistor_x =[0 30 30 140 140 170 140 140 30 30];
```

```
resistor_y =[0 0 -10 -10 0 0 0 10 10 0 ];
```

```
inductor_x =[150 175 175 175.15 175.45 176.1 176.8 178 179 180.5  
182 183.5 185.5 187.5 189.5 191.5 193 194.5 196 197.1 198.2 199 199.45  
199.85 200 200 200.15 200.45 201.1 201.8 203 204 205.5 207 208.5 210.5  
212.5 214.5 216.5 218 219.5 221 222.1 223.2 224 224.45 224.85 225 225  
225.15 225.45 226.1 226.8 228 229 230.5 232 233.5 235.5 237.5 239.5  
241.5 243 244.5 246 247.1 248.2 249 249.45 249.85 250 250 250.2 250.5  
251.1 251.8 253 254 255.5 257 258.5 260.5 262.5 264.5 266.5 268 269.5  
271 272.1 273.2 274 274.5 274.8 275 275 300];
```

```
inductor_y =[0 0 0 1.93 3.32 5.13 6.46 8.12 9.17 10.4 11.2 11.8 12.3  
12.5 12.3 11.8 11.2 10.4 9.17 8.01 6.46 4.9 3.67 1.93 0 0 1.93 3.32 5.13  
6.46 8.12 9.17 10.4 11.2 11.8 12.3 12.5 12.3 11.8 11.2 10.4 9.17 8.01  
6.46 4.9 3.67 1.93 0 0 1.93 3.32 5.13 6.46 8.12 9.17 10.4 11.2 11.8 12.3  
12.5 12.3 11.8 11.2 10.4 9.17 8.01 6.46 4.9 3.67 1.93 0 0 1.93 3.32 5.13  
6.46 8.12 9.17 10.4 11.2 11.8 12.3 12.5 12.3 11.8 11.2 10.4 9.17 8.01  
6.46 4.9 3.67 1.93 0 0 0];
```

Ўзгартирилган 3-Phase Source блоки пиктограммасининг кўриниши 13.7.2–расмда келтирилган.



13.7.2–расм. Ўзгартирилган 3-Phase Source блоки пиктограммасининг кўриниши

14. SIMPOWERSYSTEMS БЛОКЛАРИНИНГ БИБЛИОТЕКАСИ

14.1. Библиотеканинг таркиби ва асосий хусусиятлари

MATLAB тизимининг SimPowerSystems (MATLAB 6.1 версиясигача бўлган номи — Power System Blockset) библиотекаси конкрет курилмаларни моделлаш учун мўлжалланган Simulink

пакетининг қўшимча библиотекаларидан бири бўлиб ҳисобланади. SimPowerSystems электротехник қурилмаларни имитацион моделлаш учун блоклар тўпламига эга. Библиотеканинг таркибига пассив ва актив электротехник элементлар, энергия манбалари, электродвигателлар, трансформаторлар, электр узатиш линиялари ва бошқа қурилмаларнинг моделлари киради. Унда куч электрони-каси қурилмаларини ва уларни бошқариш системаларини моделлаш учун мўлжалланган блокларни ўз ичига оловчи бўлим ҳам мавжуд. Simulink ва SimPowerSystemsнинг махсус имкониятларидан фойда-ланиб қуйидаги ишларни бажариш мумкин:

- қурилмаларнинг ишлашини имитация қилиш;
- системанинг режимларини ҳисоблаш;
- занжир ушартиқасининг импедансини (тўла қаршилигини) ҳисоблаш;
- частотавий характеристикаларни олиш;
- турғунликни таҳлил қилиш;
- ток ва кучланишларни гармоник таҳлил қилиш.

Бундан ташқари мураккаб электротехник тизимларни модел-лашда имитацион ва таркибий моделлаш усулларида биргаликда фойдаланиш мумкин. Масалан, ярим ўтказгичли электр энергия ўзгарткичининг куч қисмини SimPowerSystems блокларидан (имита-цион блоклар) фойдаланиб, бошқариш қисмини эса одатдаги Simulink блокларидан (фақат ишлаш алгоритмининг акс эттиради, схемани эмас) фойдаланиб бажариш мумкин. Бундай ёндашиш, схемотехник моделлашдан фарқли равишда, моделни кескин соддалаштиради ва унинг ишлаш тезлигини орттиради. SimPowerSystems блокларидан фойдаланиб тузилган моделда Simulink пакетининг бошқа библиоте-каларининг блокларидан ҳамда MATLAB функцияларидан ҳам фой-даланиш мумкин, натижада электротехник тизимларни моделлашда фойдаланувчи чекланмаган имкониятларга эга бўлади.

SimPowerSystems библиотекаси жуда катта. Лекин, шунга қара-масдан керакли блок библиотекада топилмаса, бундай блокни фойда-ланувчининг ўзи ҳам яратиши мумкин. Бунда библиотекада мавжуд блокларга асосланиб Simulink нинг ост тизимлар яратиш имкониятла-ридан ёки Simulink асосий библиотекаси блоклари ва бошқарилувчи ток ва кучланиш манбаларидан фойдаланилади.

Шундай қилиб, ҳозирги вақтда Simulink таркибидаги SimPower-Systems электротехник қурилмалар ва тизимларни моделлаш учун энг яхши воситалардан бири бўлиб ҳисобланади.

SimPowerSystems библиотекаси еттита асосий бўлимга эга:

- Electrical Sources — электр энергия манбалари;
- Connectors — улагичлар;
- Measurements — ўлчаш ва назорат қурилмалари;
- Elements — электротехник элементлар;
- Power Electronics — куч электроникаси қурилмалари;
- Machines — электр машиналари;
- Powerlib Extras — кўшимча электротехник қурилмалар.

Юқорида келтирилган бўлимлардаги блоклардан фойдаланиб, киска вақт ичида мураккаб электротехник тизимнинг ҳам тўлақонли моделини яратиш ва унинг режимларини тадқиқ қилиш мумкин.

Асосий хусусиятлари

SimPowerSystems-моделларни (SPS-модел) яратиш услуги Simulink-моделларни (S-модел) яратиш услубидан деярли фарқ қилмайди. Simulink-моделларни яратишдаги сингари SPS-моделларни яратишда ҳам аввал блоклар жойлаштирилади, кейин улар ўзаро уланади ва ҳар бир блокнинг параметри ҳамда моделни ҳисоблаш параметрлари берилди. SPS-моделларни яратишда Simulink имкониятларидан фойдаланиш мумкин. Лекин SPS-моделлар айрим ўзига хос хусусиятларга ҳам эга:

SPS-блокларнинг кириш ва чиқишлари Simulink блоклариникидан фарқли равишда сигнални узатиш йўналишини кўрсатмайди, яъни улар электр контактларнинг эквиваленти бўлиб ҳисобланади. Электр токи иккала йўналишда ҳам оқиши мумкин: блокнинг ичига ҳам, блокдан ташқарига ҳам.

Боғловчи линиялар электр симлар вазифасини бажаради, Уларда тоқлар иккала йўналишда ҳам ҳаракатланиши мумкин. Simulink-моделларда эса информацион сигнал фақат биргина йўналишда — блокнинг чиқишидан бошқа блокнинг киришига ҳаракатланади.

Simulink-блоклар ва SimPowerSystems-блокларни бир-бирига бевожита улаб бўлмайди. Сигнални S-блокдан SPS-блокка бошқарилувчи ток ва кучланиш манбалари орқали, SPS-блокдан SPS-блокка эса ток ва кучланиш ўлчагичлари орқали узатиш мумкин.

Бир неча алоқа линияларини (симларни) ўзаро улаш мумкин. Бунинг учун махсус блоклар — Connectors (улагичлар)дан фойдаланилади.

Ночизикли блокларга эга бўлган схемаларни ҳисоблашда қуйидаги усуллардан фойдаланиш керак:

- ode15s — сонли дифференциаллаш формулаларидан фойдаланувчи ўзгарувчан тартибли кўп кадамли усул (1 дан 5 гача);

- ode23tb — ечишнинг бошланишида яққол бўлмаган Рунге-Кутта усули ва кейин 2-тартибли тескари дифференциаллаш формулаларидан фойдаланувчи усул.

Электр ва электр бўлмаган катталикларнинг ўлчов бирликлари

Элементларнинг параметрларини кўрсатишда абсолют (14.1.1-жадвал) ва нисбий бирликлардан фойдаланиш мумкин.

14.1.1-жадвал

Параметр	Белгиланиши	Ўлчов бирлиги
Time (вақт)	second	s(с)
Length (масофа)	meter	m(м)
Mass (масса)	kilogram	kg (кг)
Energy (энергия)	joule	J (Дж)
Current (ток)	ampere	A (А)
Voltage (кучланиш)	volt	V (В)
Active power (актив қувват)	watt	W (Вт)
Apparent power (тўла қувват)	volt-ampere	VA (ВА)
Reactive power (реактив қувват)	var	var (ВАр)
Impedance (тўла қаршилик)	ohm	Ohm (Ом)
Resistance (қаршилик)	ohm	Ohm (Ом)
Inductance (индуктивлик)	henry	H (Гн)
Capacitance (сиғим)	farad	F (Ф)
Flux linkage (оқим боғланиши)	volt-second	V*s(В*с)
Rotation speed (бурчак тезлиги)	radians per second	rad/s (рад/с)
	revolutions per minute	rpm (Об/мин)
Torque (момент)	newton-meter	N*m(Н*м)
Inertia (инерция моменти)	kilogram-meter ²	kg*m ² (кг*м ²)
Friction factor (ишқаланиш коэффициент)	newton-meter-second	N*m*s(Н*м*с)

Айрим моделларда параметрларни бериш учун нисбий бирликлардан (р.и., н.б.). Нисбий бирликларга ўтиш учун умумий формула уйдаги кўринишга эга:

$$y = \frac{Y}{Y_e}$$

Бу ерда Y — физик катталиқнинг бошланғич бирликлар системасидаги (масалан, СИ) қиймати (параметрнинг, ўзгарувчининг ва х.к.),

Y_6 — физик катталиқнинг бошланғич бирликлар системасидаги базис (асос) қиймати.

SimPowerSystem моделларини тайёрлашда электр катталиқларнинг асосий базис бирликлари сифатида қуйидаги иккита мустақил катталиқ олинган:

P_6 — қурилманинг номинал актив қувватига (P_n) тенг бўлган базис қувват;

U_6 — қурилмани таъминлаш кучланишининг номинал таъсир қилувчи қийматига (U_n) тенг бўлган базис кучланиш;

Улар орқали бошқа барча электр базис бирликлар аниқланади. Масалан, базис ток:

$$I_6 = \frac{P_6}{U_6}$$

базис қаршилиқ:

Ўзгарувчан ток занжирлари учун одатда таъминловчи кучланишнинг номинал частотасига (f_n) тенг бўлган базис частота (f_6) берилади.

Асинхрон электр машиналар учун қўшимча тарзда қуйидагилар ҳам берилади:

Ω_6 — базис бурчак тезлик;

$M_6 = \frac{P_6}{\Omega_6}$ — базис момент.

Машинанинг параметрлари нисбий бирликларда киритилаётганда инерция моментининг ўрнига инерцион доимийдан фойдаланилади:

$$H = \frac{\frac{1}{2} \times J \cdot \Omega_l^2}{P_n},$$

бу ерда J — инерция momenti,

Ω_l — магнит майдони айланишининг бурчак тезлиги.

Инерцион доимий секундларда ифодаланади. Инерцион доимий номинал юкламада айланувчи қисмларида йиғилган кинетик энергия ҳисобига электр машинанинг вали қанча вақт айланишини кўрсатади. Катта қувватли машиналар учун унинг қиймати 3—5 с ва кичик қувватли машиналар учун 0.5—0.7 с бўлади.

1-мисол.

Уч фазали икки чўлғамли трансформаторнинг параметрлари мисол тариқасида 14.1.2-жадвалда келтирилган.

Параметр	Белгиланиши	Қиймати	Ўлчов бирлиги
Фазалар сони	m	3	—
Nominal power (номинал қувват)	P_n	300	кВА
Nominal frequency (тармоқдаги номинал частота)	f_n	60 ёки 50	Гц
Бирламчи чўлғам:			
Уланиш схемаси	-	юлдуз	-
Nominal voltage (номинал кучланиш)	$U1_n$	25	кВ
Line-to-line resistance (фазалар аро каршилиқ)	$R1_.$	0.01	о.е.
Leakage reactance (сочилиш индуктивлиги)	$L1_.$	0.02	о.е.
Иккиламчи чўлғам:			
Уланиш схемаси	-	учбурчак	-
Nominal voltage (номинал кучланиш)	$U2_n$	600	В
Line-to-line resistance (фазалар аро каршилиқ)	$R2_.$	0.01	о.е.
Leakage reactance (сочилиш индуктивлиги)	$L2_.$	0.02	о.е.
Magnetizing losses at nominal voltage in % of nominal current (магнитланишга исрофлар, номинал кучланишда номинал токдан %ларда):			
Resistive (актив)	$\Delta I10a$	1	%
Inductive(реактив)	$\Delta I10p$	1	%

Базис бирликларни аниқлаш учун ифодалар ва уларнинг қийматлари 4.1.3-жадвалда келтирилган.

Параметр	Ҳисобий ифода	Қиймати	Ўлчов бирлиги
Frequency (частота)	$f_6 = f_n$	60 ёки 50	Гц
Бирламчи чўлғам:			
Power (қувват)	$P1_G = \frac{P_n}{m} = \frac{300 \cdot 10^3}{3}$	$100 \cdot 10^3$	ВА
Voltage (кучланиш)	$U1_6 = \frac{U1}{\sqrt{3}} = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3}}$	14434	В

Параметр	Ҳисобий ифода	Қиймати	Ўлчов бирлиги
Current (ток)	$I_{1\phi} = \frac{P_{1\phi}}{U_{1\phi}} = \frac{100 \cdot 10^3}{14434}$	6.928	А
Impedance (тўла қаршилик)	$Z_{1\phi} = \frac{U_{1\phi}}{I_{1\phi}} = \frac{14434}{6.928}$	2083	Ом
Resistance (актив қаршилик)	$R_{1\phi} = \frac{U_{1\phi}}{I_{1\phi}} = \frac{14434}{6.928}$	2083	Ом
Inductance (индуктивлик)	$L_{1\phi} = \frac{R_{1\phi}}{2 \cdot \pi \cdot f_0} = \frac{2083}{2 \cdot \pi \cdot 60}$	5.525	Гн
Иккиламчи чўлғам:			
Power (кувват)	$P_{2\phi} = \frac{P_n}{m} = \frac{300 \cdot 10^3}{3}$	$100 \cdot 10^3$	ВА
Voltage (кучланиш)	$U_{2\phi} = U_2 = 600$	600	В
Current (ток)	$I_{2\phi} = \frac{P_{2\phi}}{U_{2\phi}} = \frac{100 \cdot 10^3}{600}$	166.7	А
Impedance (тўла қаршилик)	$Z_{2\phi} = \frac{U_{2\phi}}{I_{2\phi}} = \frac{600}{166.7}$	3.60	Ом
Resistance (актив қаршилик)	$R_{2\phi} = \frac{U_{2\phi}}{I_{2\phi}} = \frac{600}{166.7}$	3.60	Ом
Inductance (индуктивлик)	$L_{2\phi} = \frac{R_{2\phi}}{2 \cdot \pi \cdot f_0} = \frac{3.60}{2 \cdot \pi \cdot 60}$	0.009549	Гн

Чўлғамлар параметрларининг қийматлари абсолют бирликларда куйидагича аниқланади:

Бирламчи чўлғам:

$$R_1 = R_{1\phi} \cdot R_{1\phi} = 0,01 \cdot 2083 = 20,83 \text{ Ом}$$

$$L_1 = L_{1\phi} \cdot L_{1\phi} = 0,02 \cdot 5,525 = 0,1105 \text{ Гц}$$

Иккиламчи чўлғам:

$$R_2 = R_{2\phi} \cdot R_{2\phi} = 0,01 \cdot 3,50 = 0,0360 \text{ Ом}$$

$$L_2 = L_{2\phi} \cdot L_{2\phi} = 0,02 \cdot 0,009549 = 0,191 \text{ мГн}$$

Магнитлаш занжири учун 1%га тенг актив исрофлар қиймати ва 1%га тенг реактив исрофлар қиймати, магнитлаш занжирининг актив қаршилиги 100 н.б.га ҳамда реактив қаршилиги 100 н.б.га тенглигини билдиради. Шундай қилиб, магнитлаш занжири параметрларининг абсолют қийматлари:

$$R_m = 100 \cdot R_{1\phi} = 100 \cdot 2083 = 2083 \text{ кОм},$$

$$L_m = 100 \cdot L_{1\phi} = 100 \cdot 5,525 = 55225 \text{ Гц}.$$

2-мисол:

Фаза роторли уч фазали тўрт қутбли асинхрон двигателнинг параметрлари куйидагича (14.1.4-жадвал):

14.1.4-жадвал

Параметр	Белгиланиши	Қиймати	Ўлчов бирлиги
Фазалар сони	m	3	-
Қутблар жуфтликларининг сони	p	2	-
Nominal power (номинал қувват)	P_n	2238	ВА
Nominal frequency (тармоқнинг номинал частотаси)	f_n	60 ёки 50	Гц
Line-to-line voltage (номинал линия кучланиши)	U_n	220	В
Mutual inductance (чўлғамларнинг ўзаро индуктивлиги)	L_m	69.31	мГн
Rotor inertia (роторнинг инерция momenti)	J	0.089	кг*м ²
Статорнинг параметрлари:			
Актив қаршилик	R_s	0.435	Ом
Индуктивлик	L_s	0.002	Гн
Роторнинг статорга келтирилган параметрлари:			
Актив қаршилиги	R'_r	0.816	Ом
Индуктивлиги	L'_r	0.002	Гн

Базис бирликларни ва уларнинг қийматларини аниқлаш учун ифодалар 14.1.5-жадвалда келтирилган

14.1.5-жадвал

Параметр	Ҳисобий ифода	Қиймати	Ўлчов бирлиги
Power (қувват)	$P_6 = \frac{P_n}{m} = \frac{2238}{3}$	746	ВА
Frequency (частота)	$f_n = f_n$	60 ёки 50	Гц
Voltage (кучланиш)	$U_6 = \frac{U_n}{\sqrt{3}} = \frac{220}{\sqrt{3}}$	127.0	В
Current (ток)	$I_6 = \frac{P_6}{U_6} = \frac{746}{127,0}$	5.874	А

Параметр	Ҳисобий ифода	Қиймати	Ўлчов бирлиги
Impedance (тўла қаршилик)	$Z_6 = \frac{U_6}{I_6} = \frac{127,0}{5,874}$	21.62	Ом
Resistance (актив қаршилик)	$R_6 = \frac{U_6}{I_6} = \frac{127,0}{5,874}$	21.62	Ом
Inductance (Индуктивлик)	$Z_6 = \frac{Z_6}{2 \cdot \pi \cdot f_6} = \frac{21.62}{2 \cdot \pi \cdot 60}$	0.05735	Гн
Speed (тезлик)	$\Omega_6 = \Omega_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot f_n}{p} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 60}{2}$	188.5	рад/с
Torque (момент)	$M_6 = \frac{P_6 \cdot m}{\Omega_6} = \frac{746 \cdot 3}{188.5}$	11.87	Н*м

Двигател чўлғамларининг ва магнитлаш занжирининг параметрларини қуйидагича аниқлаш мумкин:

Статорнинг қаршилиги:

$$R_{s*} = \frac{R_s}{R_6} = \frac{0.435}{21.62} = 0.0201 \text{ о.е.}$$

Статорнинг индуктивлиги:

$$L_{s*} = \frac{L_s}{L_6} = \frac{0.002}{0.05735} = 0.0349 \text{ о.е.}$$

Роторнинг қаршилиги:

$$R'_{r*} = \frac{R'_r}{R_6} = \frac{0.816}{21.62} = 0.0377 \text{ о.е.}$$

Роторнинг индуктивлиги:

$$L'_{r*} = \frac{L'_r}{L_6} = \frac{0.002}{0.05735} = 0.0349 \text{ о.е.}$$

Инерцион доимийнинг катталиги қуйидагича аниқланади:

$$H = \frac{\frac{1}{2} \times J \cdot \Omega_1^2}{P_H} = \frac{\frac{1}{2} \times 0.089 \cdot 188.5^2}{2238} = 0.7065 \text{ с.}$$

Асинхрон машинанинг юқорида ҳисобланган параметрлари унинг модели учун нисбий бирликларда «сукут бўйича» киритилган (Asynchronous Machine pu Units) блоки).

Нисбий бирликлардан фойдаланиш қуйидаги афзалликларга эга:

- Турли режимларда ўзгарувчиларнинг қийматларини таққослаш содалашади. Масалан, электр занжирининг бирор участкаси-

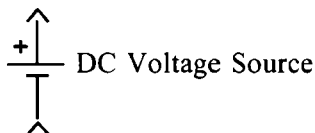
даги кучланиш 1,5 н.б. бўлса, у номинал таъминлаш кучланишидан 1,5 марта катта эканлигини билдиради.

- Тўла қаршилиқнинг қиймати қурилманинг қуввати ва таъминлаш кучланиши ўзгарганда кам ўзгаради. Масалан, трансформаторлар учун 3 дан 300 кВА гача бўлган қувватлар диапазонида реактив сочилиш қаршилиги 0.01 ва 0.03 н.б. орасида, чўлғамларнинг қаршилиги 0.01 ва 0.005 н.б. орасида ўзгаради. Ўз навбатида 300 кВА дан 300 МВА гача бўлган трансформаторлар реактив сочилиш қаршилиги 0.03 дан 0.12 н.б. гача, чўлғамларнинг қаршилиги эса 0.005 дан 0.002 н.б. гача бўлади. Шундай қилиб, масалан, қуввати 10МВАли трансформаторнинг параметрлари маълум бўлмаса ўртача қийматларни, яъни, сочилиш реактивлиги учун 0.02 н.б. ва чўлғам қаршилиги учун 0.0075 н.б. олинса катта хатолик бўлмайди.
- Нисбий бирликларда ҳисоблашлар соддалашади. Масалан, системанинг тўла қаршилигини трансформация коэффициентларини ҳисобга олмасдан система элементларининг қаршилиқларини оддий жамлаш йўли билан аниқлаш мумкин.

14.2. Electrical Sources — электр энергияси манбалари

14.2.1. Идеал ўзгармас кучланиш манбаси DC Voltage Source

Пиктограммаси:



Вазифаси:

Сатҳ бўйича ўзгармас кучланишни ҳосил қилади.

Параметрларини бериш ойнаси:

Block Parameters. DC Voltage Source

DC Voltage Source (mask) (link)
Ideal DC voltage source.

Parameters
Amplitude (V):
100
Measurements: None

OK Cancel Help Apply

Блокнинг параметрлари:

Amplitude (V):

[Амплитуда (В)]. Манба чиқиш кучланишининг катталиги.

Measurements:

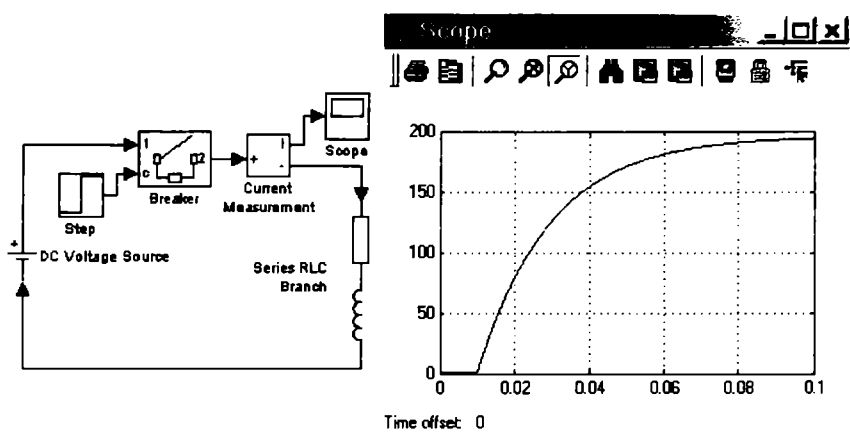
[Ўлчанадиган ўзгарувчилар]. Кейинчалик кўриш учун Multimeter блокига ўтказиладиган ўзгарувчиларни танлаш имкониятини беради. Ушбу параметрнинг қиймати қуйидаги рўйхатдан олинади:

- None — акс эттириш учун ўзгарувчилар йўқ;
- Voltage — манбанинг чиқиш кучланиши.

Блок идеал кучланиш манбаси бўлиб ҳисобланади, яъни унинг хусусий (ички) қаршилиги нолга тенг.

Мисол:

Актив-индуктив юкламанинг ўзгармас кучланишга уланиши 14.2.1-расмда кўрсатилган. Манбани юклага улаш блоки ёрдамида амалга оширилади. Breaker блоки поғонали сигнал генераторининг (Step) сигналига асосан электр занжирни улайди. Занжирдаги токни ўлчаш Current Measurement блоки ёрдамида бажарилади. Ток ўлчагич орқали олинган сигнал Scope блоки ёрдамида акс эттирилади.



14.2.1-расм. Активно-индуктив юкламанинг ўзгармас кучланишга уланиши

14.2.2. Идеал ўзгарувчан кучланиш манбаси AC Voltage Source

Пиктограммаси:



Вазифаси:

Синусоидал кучланишни ҳосил қилади.

Параметрларини бериш ойнаси:

Block Parameters: AC Voltage Source

AC Voltage Source (mask) (link)
Ideal sinusoidal AC Voltage source.

Parameters

Peak amplitude (V):
100

Phase (deg):
0

Frequency (Hz):
50

Sample time:
0

Measurements: None

OK Cancel Help Apply

Блокнинг параметрлари:

Peak Amplitude (V):

[Амплитуда]. Манба чиқиш кучланишининг амплитудаси.

Phase (deg):

[Фаза (град)]. Бошланғич фаза.

Frequency (Hz):

[Частота (Гц)]. Частота.

Sample time:

[Дискретлаш қадами]. Параметр дискрет моделларни яратишда манба чиқиш кучланишининг вақт бўйича дискретлаш қадамини беради.

Measurements:

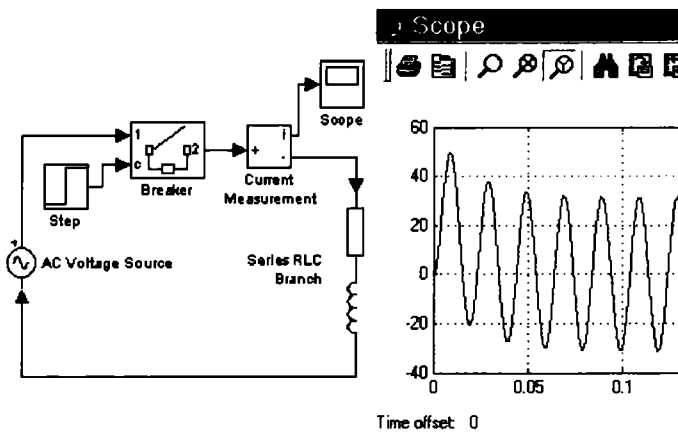
[Ўлчанадиган ўзгарувчилар]. Параметр Multimeter блокага ўтказиладиган ўзгарувчиларни танлаш имкониятини беради. Уларни кейинчалик Scope блоки ёрдамида кўриш мумкин. Параметрнинг қиймати қуйидаги рўйхатдан танланади:

- None — ақс эттириш учун ўзгарувчилар йўқ;
- Voltage — манбанинг чиқиш кучланиши.

Блок идеал кучланиш манбаси бўлиб ҳисобланади, яъни унинг хусусий (ички) қаршилиги нолга тенг.

Мисол:

Ўзгарувчан кучланиш манбасига актив-индуктив юкларни улашни моделловчи схема 14.2.2-расмда кўрсатилган. Расмда юкламадаги токнинг графиги ҳам келтирилган.



14.2.2-расм. Ўзгарувчан кучланиш манбасига актив-индуктив ю моделловчи схема

14.2.3. Идеал ўзгарувчан ток манбаси AC Current

Пиктограммаси:



Вазифаси:

Синусоидал ток ҳосил қилади.

Параметрларини бериш ойнаси:

Block Parameters: AC Current Source x

AC Current Source (mask) (link)

Ideal sinusoidal AC current source. The positive current direction is indicated by the arrow.

Parameters

Peak amplitude (A):

Phase (deg):

Frequency (Hz):

Sample time:

Measurements:

Блокнинг параметрлари:

Peak Amplitude (A):

[Амплитуда]. Манба чиқиш токининг амплитудаси.

Phase (deg):

[Фаза (град)]. Бошланғич фаза.

Frequency (Hz):

[Частота (Гц)]. Манбанинг частотаси.

Sample time:

[Дискретлаш қадами]. Дискрет моделларни яратишда манба чиқиш токининг вақт бўйича дискретлаш қадамини беради.

Measurements:

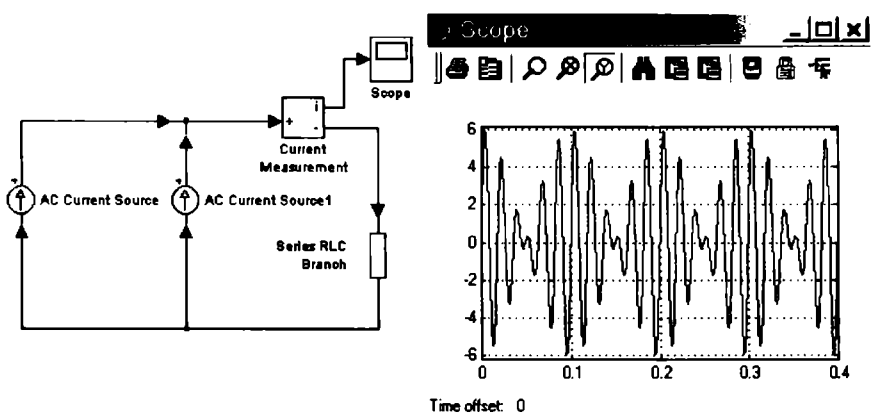
[Ўлчанадиган ўзгарувчилар]. Параметр Multimeter блокига ўтказиладиган ўзгарувчиларни танлаш имкониятини беради. Уларни кейинчалик Scope блоки ёрдамида кўриш мумкин). Параметрнинг қиймати куйидаги рўйхатдан танланади:

- None — акс эттириш учун ўзгарувчилар йўқ;
- Current — манбанинг чиқиш токи.

Блок идеал ток манбаси бўлиб ҳисобланади, яъни унинг ички қаршилиги чексиз (жуда катта).

Мисол:

Актив юкламага ишловчи иккита ток манбаларини моделловчи схема 14.2.3-расмда кўрсатилган. Манбалар тоқларининг амплитудалари бир хил (3 A), лекин частоталари ҳар хил (50 ва 60 Гц). Юкламадаги ток иккала манба тоқларининг йиғиндисига тенг.



14.2.3-расм. Актив юкламага ишловчи иккита ток манбаларини моделловчи схема

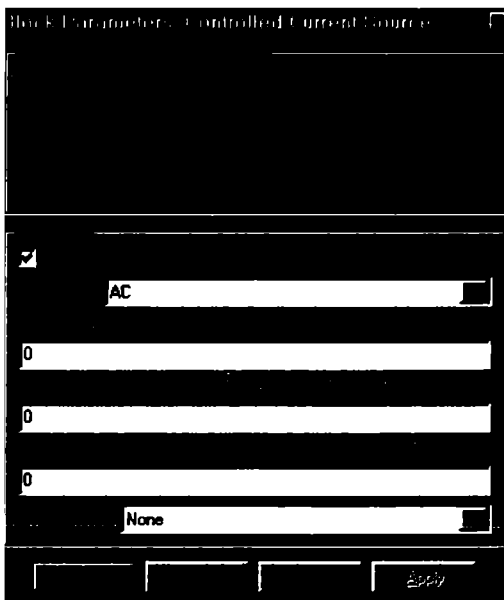
Controlled Voltage Source Бошқарилувчи кучла

маси:



Controlled Current Source

сигналига асосан кучланиш ҳосил қила
арини киритиш ойнаси:



параметрлари:

ш]. Байроқча ўрнатилганда манба берил
мплитуда, фаза ва частота) билан ини

тури]. Агар инициаллаш талаб қилинса м
араметрнинг қиймати куйидаги рўйхатд
рувчан кучланиш манбаси;
рмас кучланиш манбаси.

tude (V):

мплитуда (V)]. Манба чиқиш кучланиш
[араметр манба инициалланган бўлса ў]

Phase (deg):

[Бошланғич фаза (град)]. Параметр манба ўзгарувчан кучланиш манбаси сифатида инициалланган бўлса ўринли.

Initial frequency (Hz):

[Initial частота (Гц)]. Манбанинг бошланғич частотаси. Параметр манба ўзгарувчан кучланиш манбаси сифатида инициалланган бўлса ўринли.

Measurements:

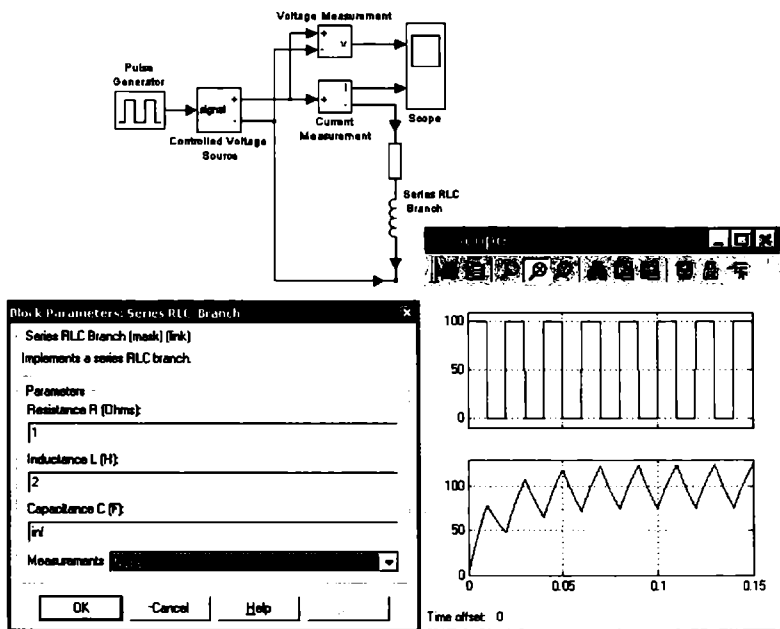
[Ўлчанадиган ўзгарувчилар]. Параметр Multimeter блокига ўтказиладиган ўзгарувчиларни танлаш имкониятини беради. Уларни кейинчалик Scope блоки ёрдамида кўриш мумкин). Параметрнинг қиймати куйидаги рўйхатдан танланади:

- None — акс эттириш учун ўзгарувчилар йўқ;
- Voltage — манбанинг чиқиш кучланиши.

Блок идеал кучланиш манбаси бўлиб ҳисобланади, яъни унинг ички қаршилиги нолга тенг.

Мисол:

Бошқарилувчи кучланиш манбаси ёрдамида, бошқариш сигналига асосан юкламада тўғри бурчакли кучланишни ҳосил қилиш схемаси 14.2.4-расмда келтирилган.



14.2.4-расм. Бошқарилувчи кучланиш манбаси ёрдамида, бошқариш сигналига асосан юкламада тўғри бурчакли кучланишни ҳосил қилиш схемаси

Ўқарилувчи ток манбаси Controlled Curr

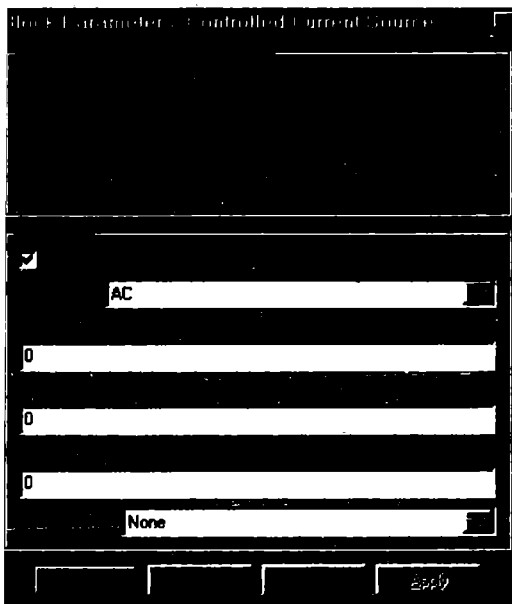
маси:



Controlled Current Source

сигналига асосан ток ҳосил қилади.

арини ўрнатиш ойнаси:



араметрлари:

ш]. Байроқча ўрнатилганда манба берил (мплитуда, фаза ва частота) билан иниц

- тури]. Агар инициаллаш талаб қилин ади. Параметрнинг қиймати куйидаги р

гарувчан ток манбаси;

гармас ток манбаси.

tude (A):

[Бошлагич амплитуда (В
ймати. Параметр манба ин
Phase (deg):

[Бошланғич фаза (град)].]
фатида инициалланган бўл
Initial frequency (Hz):

[Initial частота (Гц)]. Ман
нба ўзгарувчан ток манбаси
Measurements:

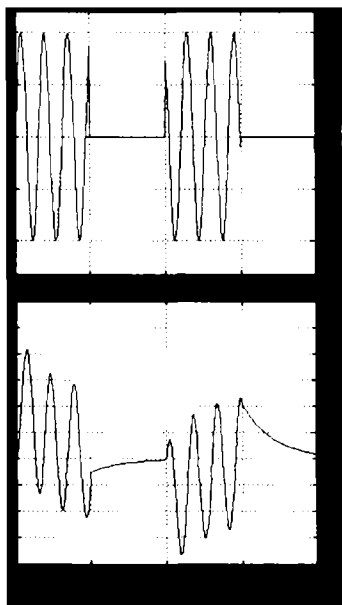
[Ўлчанадиган ўзгарувчил
ладиган ўзгарувчиларни
йинчалик Scope блоки ёр
ймати қуйидаги рўйхатда:

- None — ақс эттириш у
- Current — манбанинг т

Блок идеал ток манбаси
ршилиги чексиз.

Мисол:

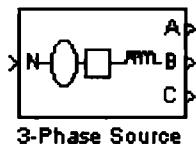
Бошқарилувчи ток манба
соидал ток импульслари
рсатилган.



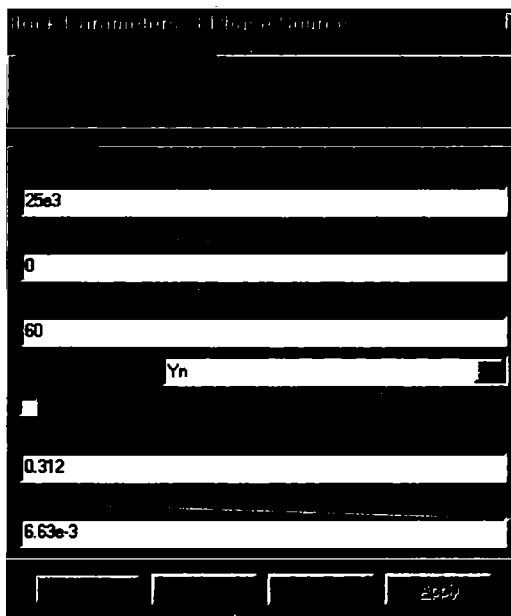
14.2.5-расм. Бошқарилувчи т
синусоидал ток имп

Уч фазали кучланиш манбаси 3-Phase Source

маси:



кучланишни ҳосил қилади.
парини ўрнатиш ойнаси:



параметрлари:

Phase rms voltage (V):

Phase angle of phase A (deg):

Phase angle of phase B (deg):

Frequency of phase A (Hz):

Neutral point connection:

Phase angle of phase A (deg):

Phase angle of phase B (deg):

Phase angle of phase C (deg):

Phase angle of phase D (deg):

- Y_n — нол симли юлдуз,
- Y_g — нейтралли ерга уланган юлдуз.

Specify impedance using short-circuit level:

[Қисқа туташув параметрларидан фойдаланиб манбанинг хусусий тўла қаршилигини бериш]. Ушбу параметр ўрнатилганда манбанинг диалог ойнасида қисқа туташув параметрларини киритиш учун кўшимча бўлимлар ҳосил бўлади.

Source resistance (Ohms):

[Манбанинг хусусий қаршилиги (Ом)].

Source inductance (H):

[Манбанинг хусусий индуктивлиги (Гн)].

3-Phase short-circuit level at base voltage (VA):

[Кучланишнинг базавий (номинал) қийматидаги қисқа туташув қуввати].

Base voltage (V_{rms} ph-ph):

[Базавий линия кучланишининг таъсир қилувчи қиймати]. Қисқа туташув қуввати аниқланган базавий линия кучланиши.

X/R ratio:

[Индуктив қаршилиқнинг актив қаршилиққа нисбати].

Манбанинг импеданси қисқа туташув қуввати орқали берилганда манбанинг реактив қаршилиги қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$X = \frac{U_{kr}^2}{Q_{kr}},$$

бу ерда

Q_{kr} — қисқа туташув қуввати,

U_{kr} — қисқа туташув қувватини аниқлашда фойдаланилган манбанинг кучланиши.

Манбанинг актив қаршилиги қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

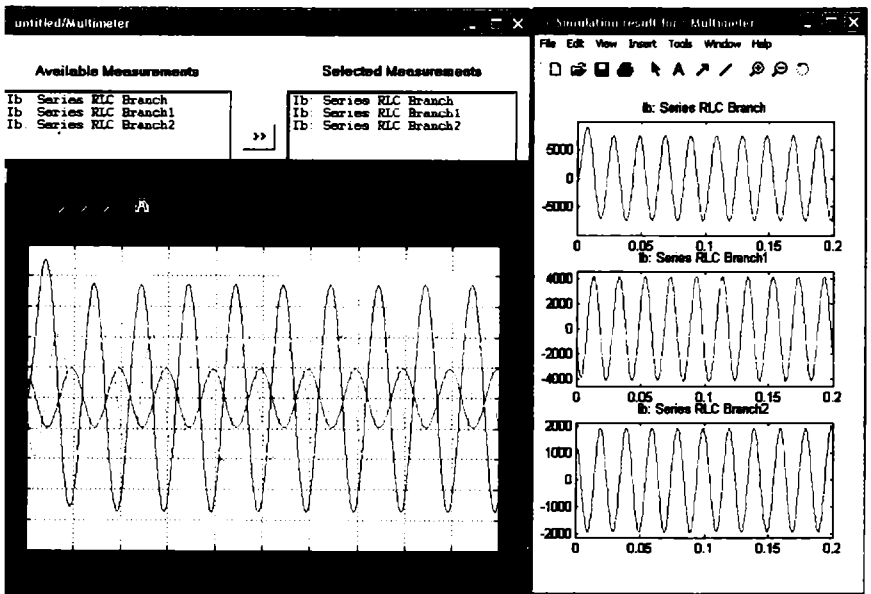
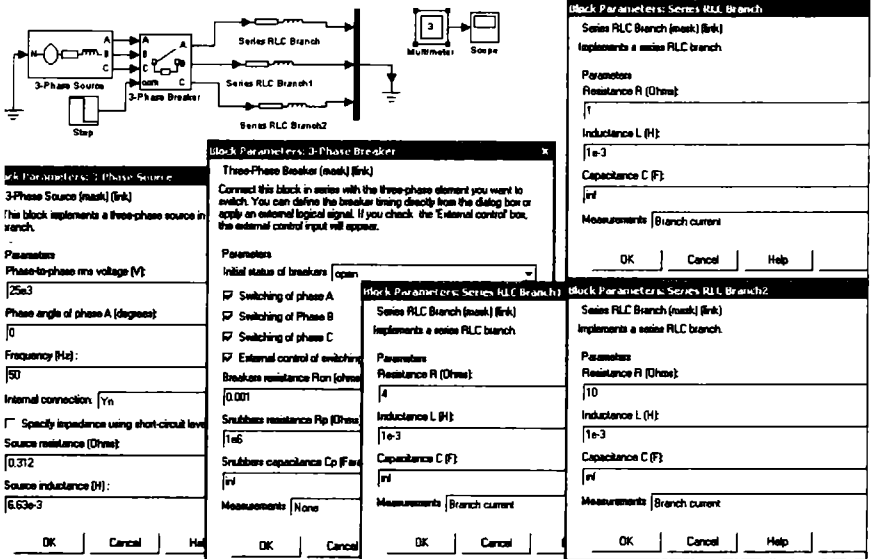
$$R = \frac{X}{k},$$

бу ерда

k — X нинг R га нисбати (X/R ratio параметр).

Мисол:

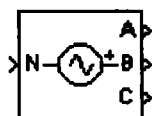
Уч фазали носимметрик юкламага уланган уч фазали кучланиш манбасининг схемаси 14.2.6-расмда кўрсатилган. Юкламадаги тоқлар Multimetr блоқи ёрдамида ўлчанади.



14.2.6-расм. Уч фазали носимметрик юкламага уланган уч фазали кучланиш манбасининг схемаси

азали дастурланувчи кучланиш манба: Programmable Voltage Source

шаси:



3-Phase
Programmable
Voltage Source

и, фазаси, частотаси ва гармоник таърифи дастурланувчи уч фазали кучла

шрини ўрнатиш ойнаси:

Параметрлари:

Positive-sequence: [Amplitude (Vrms Ph-Ph) Phase (degrees) Freq. (Hz)]

[Тўғри кетма-кетлик: [Амплитуда, Фаза (градусларда) Частота (Гц)]]. Параметр уч элементдан иборат вектор кўринишида берилади.

Time variation of:

[Вақт бўйича ўзгариши]. Очилувчи рўйхат манбанинг вақт бўйича ўзгарувчи параметрини танлаш имкониятини беради. Ушбу параметрнинг киймати қуйидаги рўйхатдан танланади:

- None — манбанинг вақт бўйича ўзгарувчи параметри йўқ,
- Amplitude — Амплитуда,
- Phase — Фаза,
- Frequency — Частота.

Type of variation:

[Ўзгариш усули]. Ушбу параметр манбанинг танланган параметри қандай ўзгаришини белгилайди. Ўзгариш шакли қуйидаги рўйхатдан олинади:

- Step — Поғонали ўзгариш,
- Ramp — Чизикли ўзгариш,
- Modulation — Модуляция,
- Table of time-amplitude pairs — Жадвал — ‘вақт-киймат’.

Step magnitude:

[Поғонали сигналнинг сатҳи]. Танланган параметр поғонали ўзгарадиган катталикини беради. Кучланиш катталигининг ўзгариши нисбий бирликларда (н.б.), фазанинг ўзгариши-электр градусларда ва частотанинг ўзгариши-Гц ларда берилади. Масалан, агар сигнал амплитудасининг поғонали ўзгариши 0.5 га тенг олинган бўлса, манбанинг чиқиш кучланиши параметрлар ойнасининг биринчи графасида кўрсатилганига нисбатан 0.5 марта ортади. Чиқиш кучланишининг қанча вақт ичида ортиши параметрлар ойнасининг Variation timing графасида кўрсатилади.

Rate of change (value/s):

[Ўзгариш тезлиги (катталик/с)]. Манба параметрининг ўзгариш тезлигини кўрсатади. Кучланиш катталигининг ўзгариши н.б./с ларда, фаза учун эл.градус/с ларда ва частота учун- Гц/с ларда берилади.

Amplitude of the modulation:

[Модуляция амплитудаси]. Ушбу графада манба параметри модуляциясининг амплитудаси кўрсатилади. Кучланиш модуляциясининг

амплитудаси нисбий бирликларда (н.б.), фаза - эл. градусларда ва частота — Гц ларда берилади.

Frequency of the modulation (Hz):

[Модуляция частотаси (Гц)].

Variation timing (s): [Start End]

[Ўзгаришнинг таъсир қилиш вақти [Бошланиш Тугаш]]. Параметр манбанинг танланган параметри ўзгаришининг бошланиш ва тугаш вақтларини аниқлайди. Ушбу параметр иккита қийматдан иборат вектор кўринишида берилади (бошланиш ва тугаш вақтлари).

Fundamental and/or Harmonic generation

[Тўғри, тескари ёки нол кетма-кетликларни ва/ёки юқори гармоникаларни устма-уст қўйиш (бирлаштириш)].

A: [Order(n) Amplitude Phase(degrees) Seq(0, 1 or 2)]

[A: [Гармоника (n) Амплитуда Фаза (град) Кетма-кетлик (0, 1 ёки 2)]]]. Убу графада ҳосил қилинадиган кучланиш гармоникаси параметрларининг вектори берилади: гармониканинг тартиб рақами, амплитудаси (нисбий бирликларда), бошланғич фаза, кетма-кетлик (0 — нол, 1 — тўғри, 2 — тескари). Натижавий чиқиш кучланиши ушбу графада ва Positive-sequence графасида берилган кучланишларнинг йиғиндисиди бўлади.

B: [Order(n) Amplitude Phase(degrees) Seq(0, 1 or 2)].

[B: [Гармоника (n) Амплитуда Фаза (град) Кетма-кетлик (0, 1 ёки 2)]]]. Параметр юқорида кўрсатилган параметрга ўхшаш тарзда берилади.

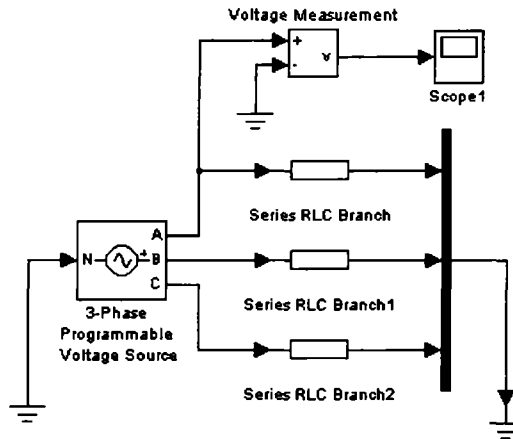
Harmonic timing (s): [Start End]

[Гармониканинг таъсир қилиш вақти (с) [Бошланиши Тугаши]]. Ушбу графада гармоникаларни ҳосил қилиш учун бошланиш ва тугаш вақтларининг вектори кўрсатилади.

Уч фазали дастурланувчи кучланиш манбаси идеал кучланиш манбаси бўлиб ҳисобланади (унинг ички қаршилиги нолга тенг).

Мисол:

Уч фазали дастурланувчи кучланиш манбасининг симметрик актив юкламага уланиши 14.2.7-расмда кўрсатилган. Вақт интервалининг 0.02 дан 0.06 с гача бўлган қисмида манба қўшимча равишда амплитудаси 0.5 н.б. га тенг бўлган тўғри кетма-кетлик кучланишининг учинчи гармоникасини ҳосил қилади.



3-phase Programmable Voltage Source (mask) (link)

This block implements a three-phase zero-impedance voltage source. The common node (neutral) of the three sources is accessible via the N terminal of the block. Time variation for the amplitude, phase and frequency of the fundamental can be pre-programmed. In addition, two harmonics can be superimposed on the fundamental.

Note: For "Phasor simulation", frequency variation and harmonic injection are not allowed. Specify Order = 1 and Seq = 1, 2 or 0 for additional fundamental components A and B in any sequence.

Parameters

Positive-sequence: [Amplitude(Vrms) Ph-Ph] Phase(deg.) Frequency(Hz)
 [30 0 50]

Time variation of: [Amplitude]

Type of variation: [Modulation]

Amplitude of the modulation (pu, Hz or deg.):

[0.4]

Frequency of the modulation(Hz):

[2]

Variation timing (s): [Start End]

[0 1 1.2]

Fundamental and/or Harmonic generation:

A: [Order(n) Amplitude(pu) Phase(deg.) Seq(0, 1 or 2)]

[3 0.5 0 0]

B: [Order(n) Amplitude(pu) Phase(deg.) Seq(0, 1 or 2)]

[0 0 0 0]

Timing (s): [Start End]

[0.02 0.06]

OK

Cancel

Help

Solver | Workspace I/O | Diagnostics | Advanced | Real-Time/Workshop

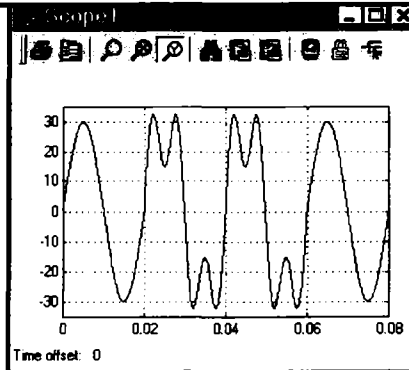
Simulation time
 Start time: 0.0 Stop time: 0.1

Solver options
 Type: [Variable-step] [ode23s (stiff/Mod. Rosenbrock)]

Max step size: [auto] Relative tolerance: [1e-5]
 Min step size: [auto] Absolute tolerance: [1e-6]
 Initial step size: [auto]

Output options
 [Refine output] Refine factor: [1]

OK Cancel Help



14.2.7-рас. Уч фазали дастурланувчи кучлиниш манбасининг симметрик актив юклагмага уланиши

14.3. Connectors — улагичлар

14.3.1. Ерга улагич Ground

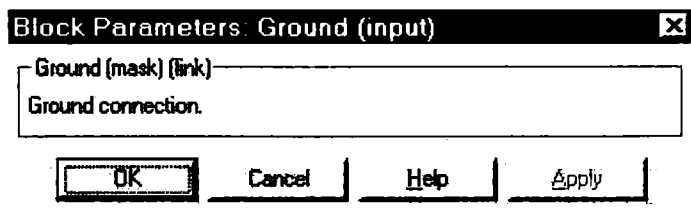
Пиктограммаси:



Вазифаси:

Ерга улашни таъминлайди.

Параметрларини ўрнатиш ойнаси:



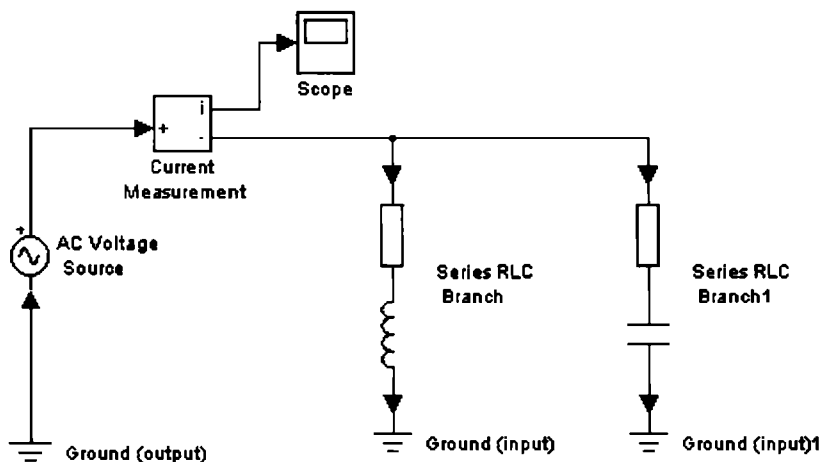
Параметрлари:

Йўқ.

Библиотекада ушбу блокнинг иккита варианты мавжуд: кириш портига эга — Ground (input) ва чиқиш портига эга — Ground (output).

Мисол:

Ground блокардан фойдаланишга мисол 14.3.1-расмда келтирилган. Мисолда манба чиқиш портига эга бўлган Ground блокига ва иккита кабул килгич кириш портига эга бўлган Ground блокига уланган.



14.3.1-расм. Ground блокардан фойдаланишга мисол

14.3.2. Нейтрал Neutral

Пиктограммаси:



Neutral (input)

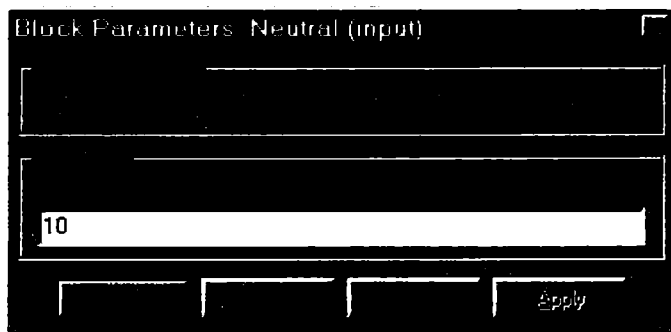


Neutral (output)

Вазифаси:

Тугун номерлари бир хил бўлган блокларни симсиз ўзаро электр боғлайди.

Параметрларини ўрнатиш ойнаси:



Параметрлари:

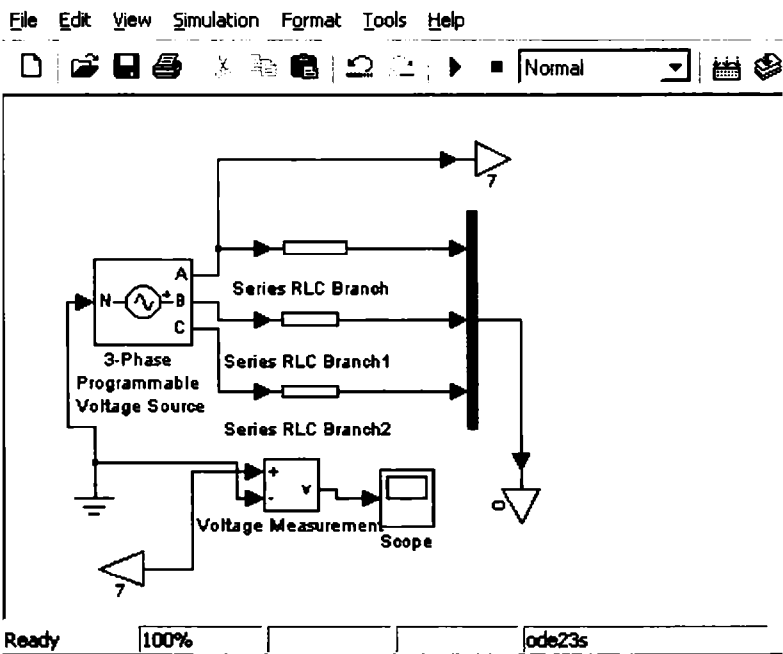
Node number:

[Тугуннинг номери].

Блок бир-биридан узоқда жойлашган электр тугунларни алоқа линиясиз (симсиз) боғлаш учун хизмат қилади. Тугун номери нолга тенг бўлган блок ерга уланишни таъминлайди. Библиотекада ушбу блокнинг иккита варианты мавжуд: кириш портига эга — Neutral (input) ва чиқиш портига эга — Neutral (output).

Мисол:

Neutral блокдан фойдаланишга мисол 14.3.2-расмда кўрсатилган. Тугун номери 7 бўлган иккита блок ўзаро электр боғланган. Нол номерли Neutral блок ерга уланишни таъминлайди.



14.3.2-расм. Neutral блоктан фойдаланишга мисол

14.3.3. L-кўринишли улагич L connector

Пиктограммаси:

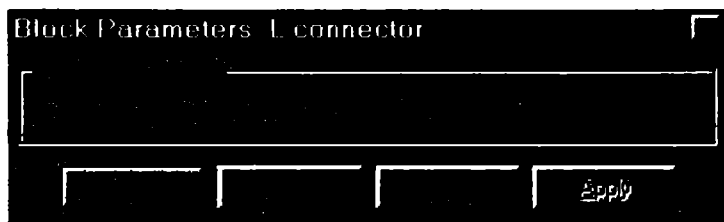


L connector

Вазифаси:

Иккита кировчи линияни (симни) улайди.

Параметрларини ўрнатиш ойнаси:

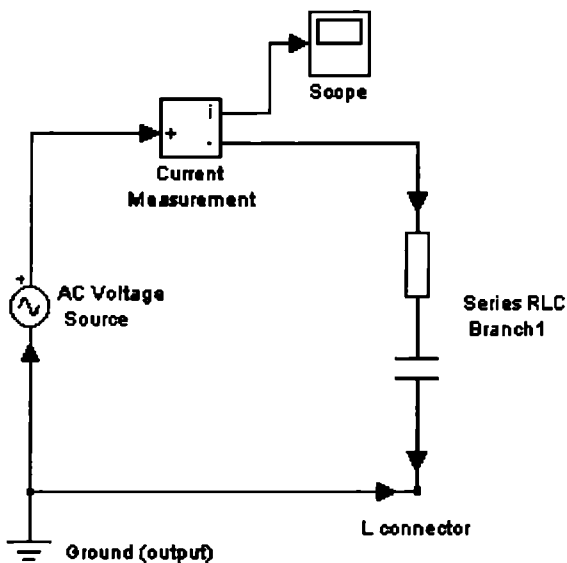


Параметрлари:

Йўқ.

Мисол:

L-кўринишдаги улагичдан фойдаланишга мисол 14.3.3-расмда келтирилган.



14.3.3-расм. L-кўринишдаги улагичдан фойдаланишга мисол

14.3.4. T-кўринишдаги улагич T connector

Пиктограммаси:

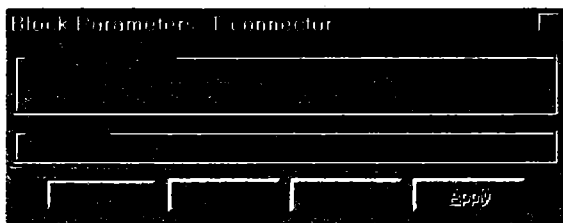
T connector



Вазифаси:

Иккита қирувчи линияни бирлаштиради.

Параметрларини бериш ойнаси:

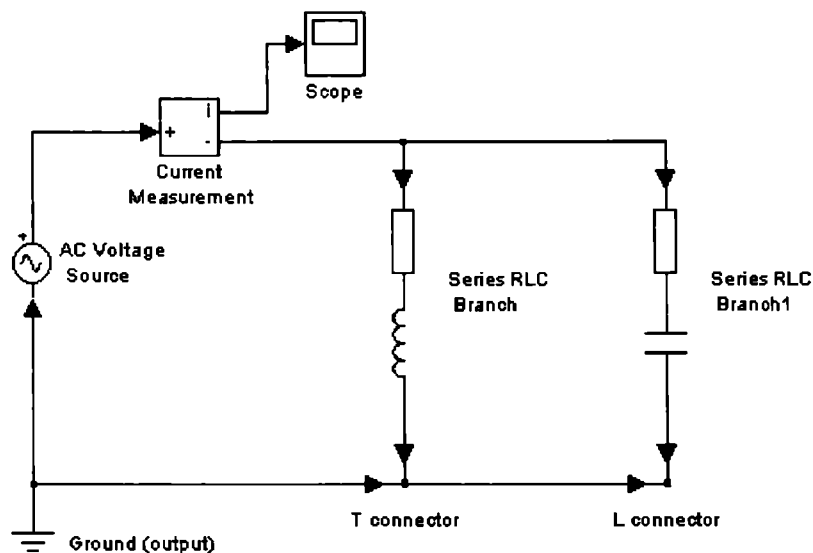


Параметрлари:

Йўқ.

Мисол:

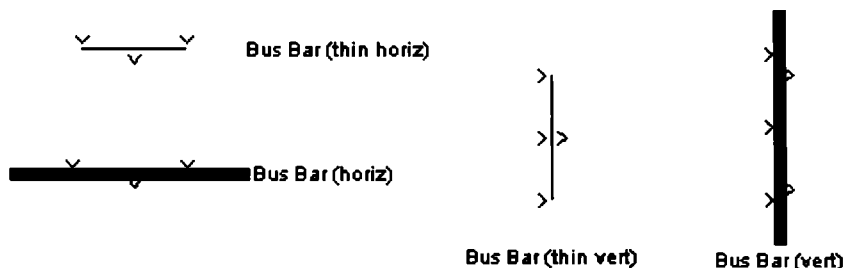
T-кўринишдаги улагичдан фойдаланишга мисол 14.3.4-расмда келтирилган.



14.3.4-расм. T -кўринишдаги улагичдан фойдаланиш

14.3.5. Шина Bus Bar

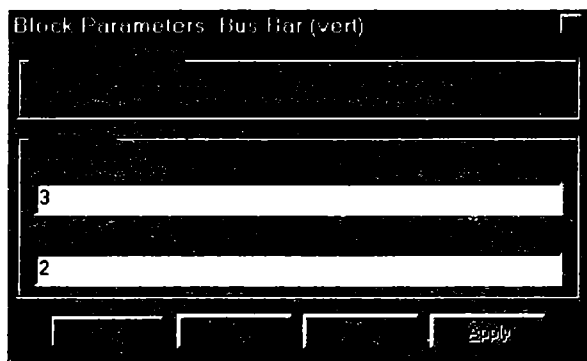
Пиктограммалари:



Вазифаси:

Бир неча кировчи ва чикувчи алоқа линияларни бирлаштиради.

Параметрларини ўрнатиш ойнаси:



Параметрлари:

Number of inputs:

[Киришлар сони].

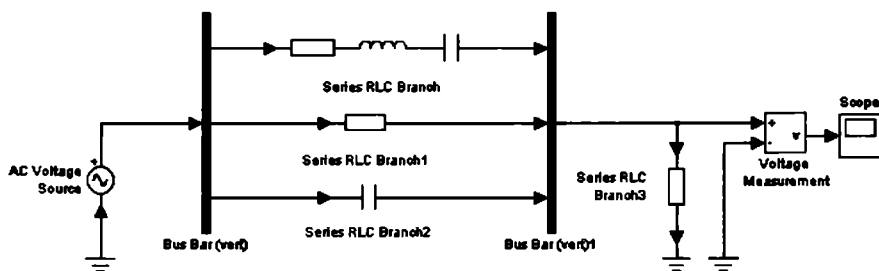
Number of outputs:

[Чиқишлар сони].

Библиотекада блокнинг тўртта варианты мавжуд: горизонтал ва вертикал жойлашган ҳамда юпқа ва қалин тасвири.

1-мисол:

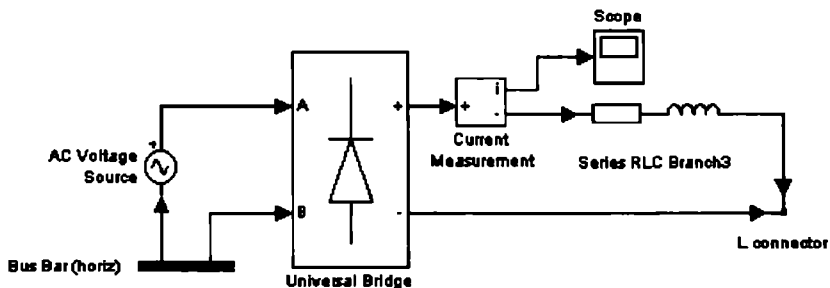
Bus Bar блокларидан фойдаланишга мисол 14.3.5-расмда келтирилган. Унда алоқа линияси аввал учта алоҳида линияга ажратилади (Bus Bar(vert), кейин эса яна бирлаштирилади (Bus Bar(vert1)).



14.3.5-расм. Bus Bar блокларидан фойдаланиш

2-мисол:

Шина блоки кириш ёки чиқиш портларига умуман эга бўлмаслиги ҳам мумкин. Бир неча чиқувчи алоқа линияларини бирлаштириш учун ҳам шина блокдан фойдаланиш мумкин (14.3.6-расмда иккита чиқувчи алоқа линияси бирлаштирилган).

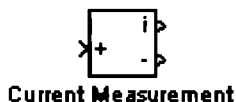


14.3.6-расм. Бир неча чикувчи алоқа линияларини бирлаштириш

14.4 Measurements — ўлчаш ва назорат қурилмалари

14.4.1. Ток ўлчاغич Current Measurement

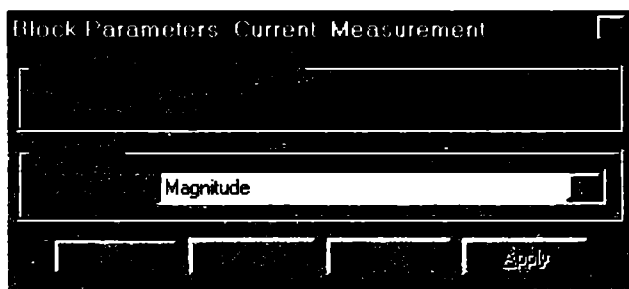
Пиктограммаси:



Вазифаси:

Токнинг оний қийматини ўлчайди. Блокнинг чиқиш сигнали одатдаги Simulink сигнал бўлиб ундан ҳар қандай Simulink-блок фойдаланиши мумкин.

Параметрларини ўрнатиш ойнаси:



Параметрлари:

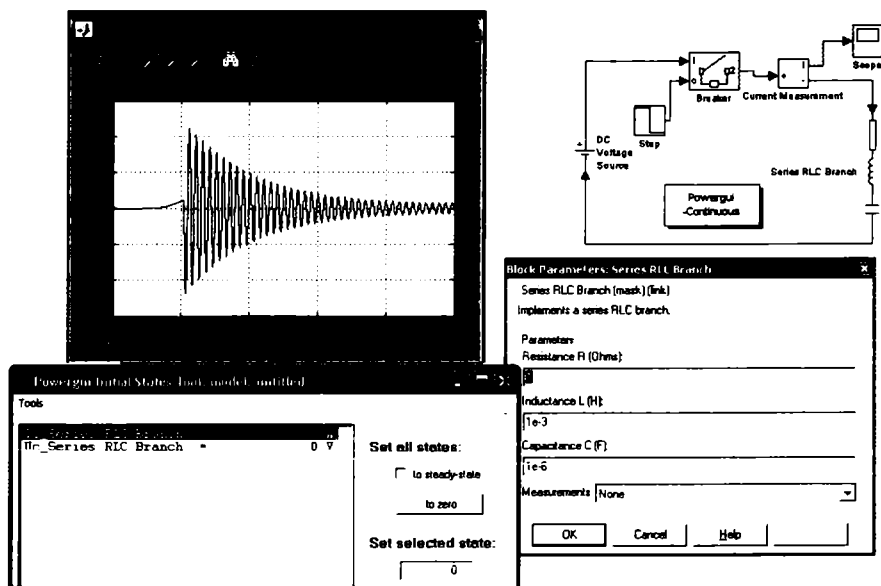
Output signal:

[Чиқиш сигнали]. Блок чиқиш сигналининг тури. Параметрнинг қийматларини танлаш фақат Powergui блоки ёрдамида ўзгарувчан токда ҳисоблаш режими (Phasor simulation) ўрнатилган бўлса мумкин. Ушбу ҳолда параметрнинг қийматлари қуйидаги рўйхатдан танланади:

- Magnitude — Амплитуда (скаляр сигнал);
- Complex — Комплекс сигнал;
- Real-Imag — Икки элементдан (сигналнинг ҳақиқий ва маъхум ташкил этувчилари) иборат вектор;
- Magnitude-Angle — Икки элементдан (сигналнинг амплитудаси ва фазаси) иборат вектор.

Мисол:

Current Measurement блокидан кетма-кет тебранувчи контурдаги токни ўлчаш учун фойдаланишга мисол 14.4.1-расмда кўрсатилган. Current Measurement блоки ёрдамида ҳосил қилинган Simulink-сигналдан токни осциллографда акс эттириш учун фойдаланилган. Схемани ҳисоблаш учун нолга тенг бўлган бошланғич шартлар Powergui блокида берилган.



14.4.1-расм. Current Measurement блокидан кетма-кет тебранувчи контурдаги токни ўлчаш учун фойдаланиш

14.4.2. Кучланиш ўлчигич Voltage Measurement

Пиктограммаси:

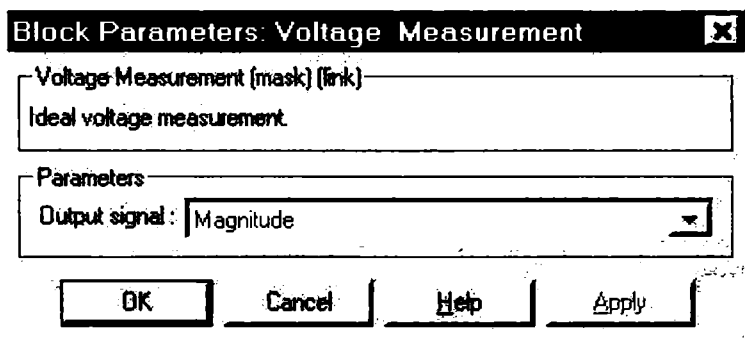


Voltage Measurement

Вазифаси:

Схеманинг икки тугуни орасидаги кучланишнинг оний қийматини ўлчайди. Блокнинг чиқиш сигнали одатаги Simulink сигнал бўлиб ундан ҳар қандай Simulink-блок фойдаланиши мумкин.

Параметрларини ўрнатиш ойнаси:



Параметрлари:

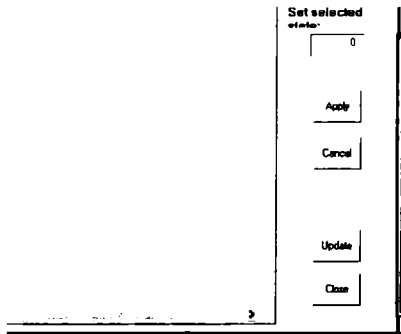
Output signal:

[Чиқиш сигнали]. Блок чиқиш сигналининг тури. Параметрнинг қийматларини танлаш фақат Powergui блоки ёрдамида ўзгарувчан токда ҳисоблаш режими (Phasor simulation) ўрнатилган бўлса мумкин. Ушбу ҳолда параметрнинг қийматлари қуйидаги рўйхатдан танланади:

- Magnitude — Амплитуда (скаляр сигнал);
- Complex — Комплекс сигнал;
- Real-Imag — Икки элементдан (сигналнинг ҳақиқий ва мавҳум ташкил этувчилари) иборат вектор;
- Magnitude-Angle — Икки элементдан (сигналнинг амплитудаси ва фазаси) иборат вектор.

Мисол:

Voltage Measurement блокидан кетма-кет тебранувчи контурнинг конденсаторидаги кучланишни ўлчаш учун фойдаланишга мисол 14.4.2-расмда кўрсатилган. Voltage Measurement блоки ёрдамида ҳосил қилинган Simulink-сигналдан кучланишни осциллографда акс эттириш учун фойдаланилган. Схемани ҳисоблаш учун нолга тенг бўлган бошланғич шартлар Powergui блокида берилган.



4.2-расм. Voltage Measurement блокд конденсаторидаги кучланишни

14.4.3. Мультиме

векторграммаси:

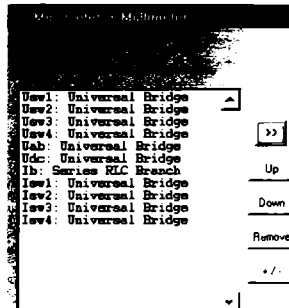


Multime

азифаси:

налог ойнасида Measurements (и) и мавжуд бўлган SimPowerSystem на кучланишларини ўлчайди.

параметрларини ўрнатиш ойнаси



Параметрлари:

Available Measurements

[Ўлчаниши мумкин бўлган ўзгарувчилар]. Ушбу графада блокларнинг Measurements параметрида белгиланган ўзгарувчиларнинг рўйхати акс этади. Рўйхатни Update клавишаси ёрдамида янгилаш мумкин.

Selected Measurements

[Ўлчанадиган ўзгарувчилар]. Ушбу графада Multimeter блокининг чиқишига узатиладиган ўзгарувчилар кўрсатилади. Ўлчанадиган ўзгарувчиларнинг рўйхатини бошқариш учун қуйидаги клавишалардан фойдаланиш мумкин:

- >> — Ажратилган ўзгарувчини ўлчанадиган ўзгарувчилар рўйхатига кўшиш;
- Up — Ўлчанадиган ўзгарувчилар рўйхатида ажратилган ўзгарувчини юқорига силжитиш;
- Down — Ўлчанадиган ўзгарувчилар рўйхатида ажратилган ўзгарувчини пастга силжитиш;
- Remove — Ўлчанадиган ўзгарувчилар рўйхатидан ажратилган ўзгарувчини олиб ташлаш;
- + / - — Ўлчанадиган ўзгарувчилар рўйхатида ажратилган ўзгарувчининг ишорасини ўзгартириш.

Output signal:

[Чиқиш сигнали]. Блок чиқиш сигналининг тури. Параметрнинг қийматларини танлаш фақат Powergui блоки ёрдамида ўзгарувчан токда ҳисоблаш режими (Phasor simulation) ўрнатилган бўлса мумкин. Ушбу ҳолда параметрнинг қийматлари қуйидаги рўйхатдан танланади:

- Magnitude — Амплитуда (скаляр сигнал);
- Complex — Комплекс сигнал;
- Real-Imag — Икки элементдан (сигналнинг ҳақиқий ва мавҳум ташкил этувчилари) иборат вектор;
- Magnitude-Angle — Икки элементдан (сигналнинг амплитудаси ва фазаси) иборат вектор.

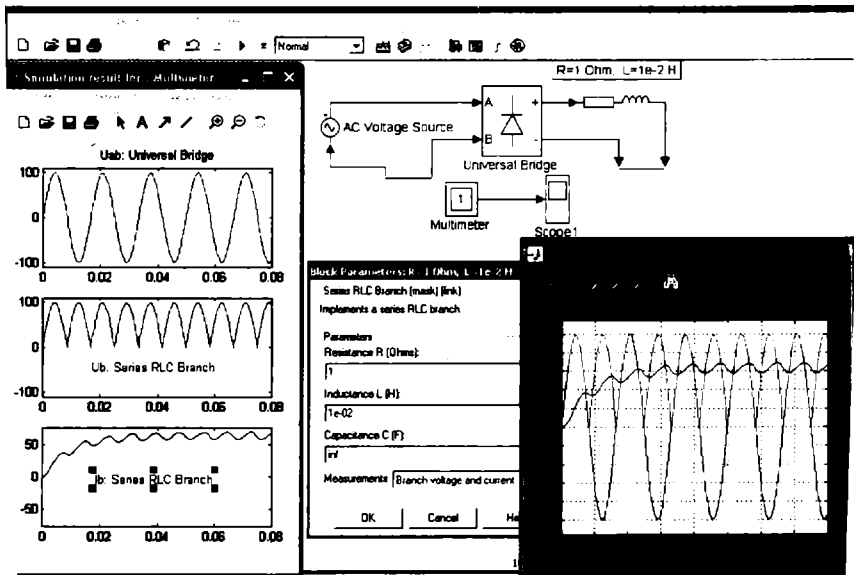
Блокни ток ва кучланишнинг оддий ўлчагичлари (Current Measurement ва Voltage Measurement) ўрнига ҳам ишлатиш мумкин. Параметрлар рўйхатида Measurements графаси мавжуд блокларнинг рўйхати 14.4.3-жадвалда келтирилган.

№	Блокнинг номи
1	AC Current Source Parallel RLC Branch
2	AC Voltage Source Parallel RLC Load
3	Controlled Current Source PI Section Line
4	Controlled Voltage Source Saturable Transformer
5	DC Voltage Source Series RLC Branch
6	Breaker Series RLC Load
7	Distributed Parameter Line Surge Arrester
8	Linear Transformer Three-Phase Transformer (Two and Three Windings)
9	Mutual Inductance
10	Universal Bridge

Блокнинг чиқишида ўлчанаётган ўзгарувчилар сигналларининг ектори ҳосил бўлади.

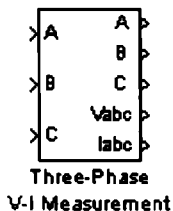
Мисол:

Актив-индуктив юклага ишловчи бир фазали кўприкли тўғри-агичнинг схемаси 14.4.3-расмда келтирилган. Multimeter блоку рдамида манбанинг кучланиши ва юклагадаги кучланиш ҳамда тоқ лчанади.



14.4.3-расм. Актив-индуктив юклага ишловчи бир фазали кўприкли тўғрилагичнинг схемаси

си:



нжирларда ток ва кучланишни ўлчаи
тини ўрнатиш ойнаси:

lock Parameters: Three-Phase V-I Measurement

phase-to-ground

V1

0

yes

I1

0

Complex

2009

си:

urement:

рни ўлчаш]. Ушбу графада ўлчана

аниш ўлчанмайди;

- phase-to-ground — Фаза кучланиши ўлчанади;
- phase-to-phase — Линия кучланиши ўлчанади.

Use a label:

[Меткадан фойдаланиш]. Байроқча ўрнатилганда сигнал From блокига узатилади. From блокнинг Goto tag параметри Signal label параметрида берилган метканинг номига тўғри келиши керак.

Signal label:

[Сигналнинг меткаси].

Voltages in p.u.:

[Кучланишларни нисбий бирликларда ўлчаш]. Байроқча ўрнатилганда ўлчанган кучланишлар қуйидаги ифодага асосан ўзгартирилади:

$$U_* = \frac{U}{U_6 \cdot \sqrt{2} / \sqrt{3}},$$

бу ерда U_6 — базис кучланиш, Base voltage графасида берилади.

Base voltage (Vrms phase-phase):

[Базис кучланиш (линия кучланишининг таъсир этувчи қиймати)].

Current measurement

[Токларни ўлчаш]. Ушбу графада токларни ўлчаш танланади:

- no — токлар ўлчанмайди;
- yes — токлар ўлчанади.

Use a label

[Меткадан фойдаланиш]. Байроқча ўрнатилганда сигнал From блокига узатилади. From блокнинг Goto tag параметри Signal label параметрида берилган метканинг номига тўғри келиши керак.

Signal label:

[Сигналнинг меткаси].

Currents in p.u.:

[Токларни нисбий бирликларда ўлчаш]. Байроқча ўрнатилганда ўлчанган токлар қуйидаги ифодага асосан ўзгартирилади:

$$I_* = \frac{I}{P_6 / (U_6 \cdot \sqrt{2} / \sqrt{3})},$$

бу ерда P_6 — базис қувват, Base power графасида берилади.

Base power (VA 3 phase)

[Базис қувват].

Output signal:

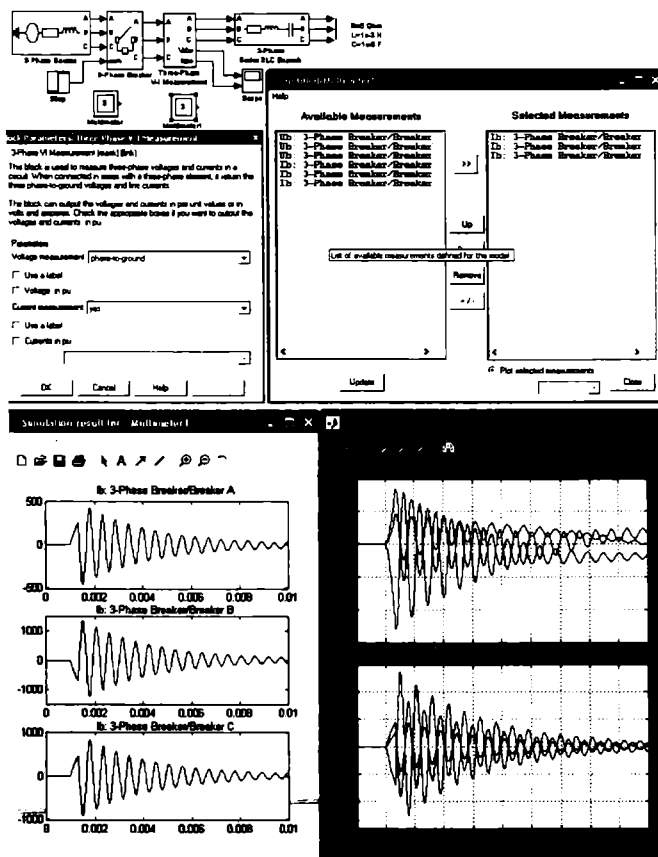
[Чиқиш сигнали]. Блок чиқиш сигналининг тури. Параметрнинг қийматларини танлаш фақат Powergui блоки ёрдамида ўзгарувчан токда ҳисоблаш режими (Phasor simulation) ўрнатилган бўлса мумкин. Ушбу ҳолда параметрнинг қийматлари қуйидаги рўйхатдан танланади:

agnitude — Амплитуда (скаляр сигнал);
 nplex — Комплекс сигнал;
 1-Imag — Икки элементдан (сигналнинг ҳақиқий ва
 икил этувчилари) иборат вектор;
 gnitude-Angle — Икки элементдан (сигналнинг ампл
 ғазаси) иборат вектор.
 инг чиқишида ўлчанаётган ўзгарувчилар сигналл
 ри ҳосил бўлади.

7:

3-индуктив юкламага ишловчи уч фазали кучлани
 ланиш схемаси 14.4.4-расмда кўрсатилган.

- Phase V - I Measurement блоки ёрдамида фаза то
 аги кучланиш ўлчанади.



. Актив-индуктив юкламага ишловчи уч фазали кучланиш м
 уланиш схемаси

14.4.5. Тўла қаршилик ўлчагичи Impedance Measurement

Пиктограммаси:

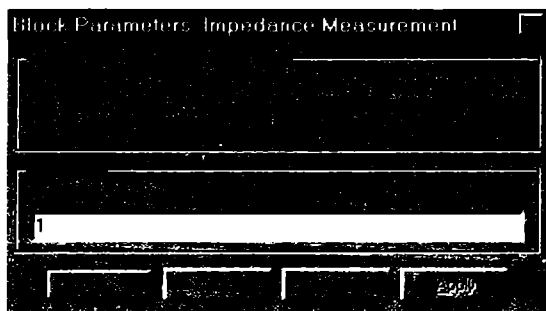


Impedance Measurement

Вазифаси:

Электр занжири участкаси тўла қаршилигининг (импедансининг) частотага боғлиқлигини ўлчайди.

Параметрларини ўрнатиш ойнаси:



Параметрлари:

Multiplication factor:

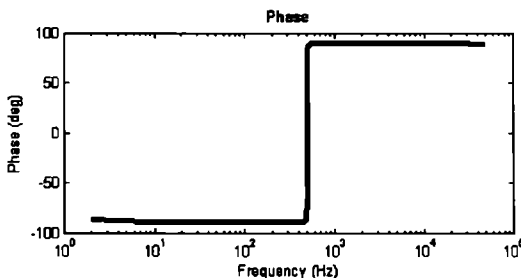
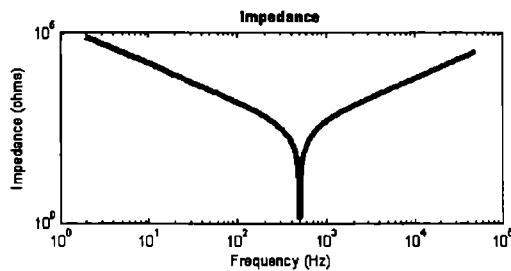
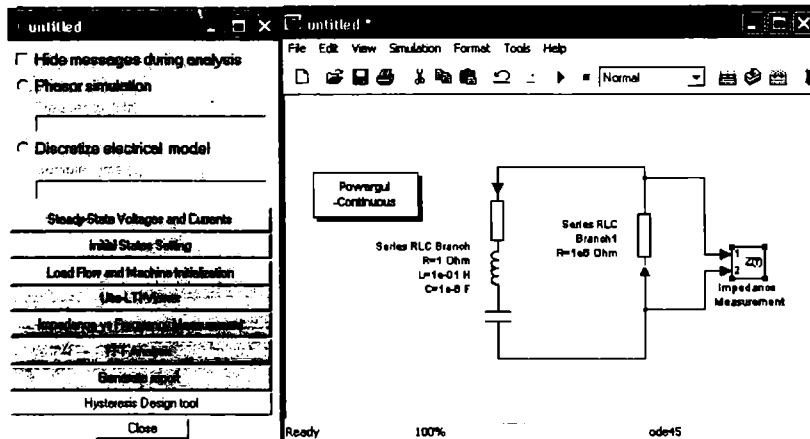
[Масштаб коэффициенти]. Параметрнинг бирдан фарқли қийматдан ўлчанаётган қийматни орттириш ёки камайтириш учун фойдаланилади. Масалан, иккита фаза орасидаги тўла қаршиликни ўлчашда параметрнинг қиймати 0.5 берилса фақат битта фазанинг тўла қаршилигига тенг бўлган натижа олинади.

Импедансининг частотага боғлиқлигини акс эттириш учун схемага Powergui блокини ўрнатиш зарур. Powergui блокининг диалог ойнасини очиб Impedance vs Frequency Measurements кнопкаси босилади ва янги очилган ойнада эса, Display кнопкаси босилади. Натижада, ойнада тўла қаршилик модули ва аргументининг частотага боғлиқлиги акс этади.

Тўла қаршилик ўлчагичидан фойдаланилганда, унинг ток манбаси асосида бажарилганлиги сабабли индуктив элементлар билан кетмакет улаш мумкин эмаслигини ҳисобга олиш зарур. Бундай чекланишни бартараф қилиш учун блок етарли даражада катта қаршиликка эга бўлган резистор билан шунтланади. Қаршилик схеманинг хоссаларига таъсири минимал бўлишига ҳаракат қилиш керак.

Мисол:

Кетма-кет тебранувчи контурнинг тўла қаршилигини ўлчаш Impedance vs Frequency Measurements блокини улаш схема Powergui блокининг ойнаси графиклари билан 14.4.5-расм кўрсатилган.



Measurement:



Axis :

- Logarithmic Impedance
- Linear Impedance
- Logarithmic Frequency
- Linear Frequency

Range (Hz):

[0.2; 500000]

- grid
- Save data to workspace

Update

Close

14.4.5-расм. Кетма-кет тебранувчи контурнинг тўла қаршилигини ўлчаш

14.5. Elements — электротехник элементлар

14.5.1. Кетма-кет RLC-занжир Series RLC Branch

Пиктограммаси:

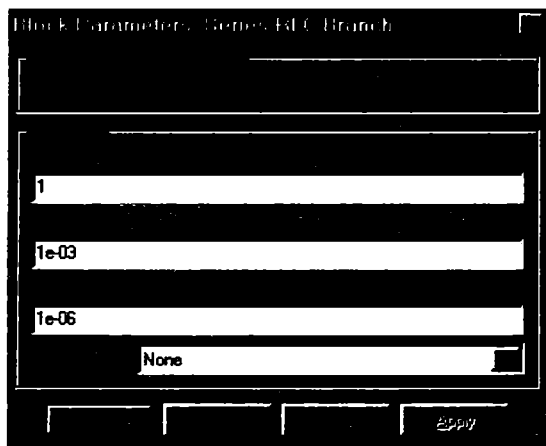


Series RLC Branch

Вазифаси:

Кетма-кет уланган резистор, индуктивлик ва конденсаторни моделлайди.

Параметрларини ўрнатиш ойнаси:



Параметрлари:

Resistance R (Ohms):

[Қаршилиқ (Ом)]. Актив қаршилиқнинг қиймати. Резисторнинг қиймати нол берилса у пиктограммада акс этмайди.

Inductance L (H):

[Индуктивлик (Гн)]. Индуктивликнинг қиймати. Индуктивликнинг қиймати нол берилса у пиктограммада акс этмайди.

Capacitance C (F):

[Сигим (Ф)]. Сигимнинг қиймати. Сигимнинг қиймати inf (чексизлик) берилса у пиктограммада акс этмайди.

Measurements:

[Ўлчанадиган ўзгарувчилар]. Параметр Multimeter блокига узатиладиган ўзгарувчиларни танлаш имкониятини беради. Параметрнинг қийматлари куйидаги рўйхатдан танланади:

None — акс эттириш учун ўзгарувчилар танланмайди;

Branch voltage Voltage — занжирнинг тугунларидаги кучланиш

Branch current — занжирдаги ток;

Branch voltage and current — занжирдаги кучланиш ва ток.

Multimeter блокада акс эттириладиган сигналларга куйидаги ме-
гар берилади:

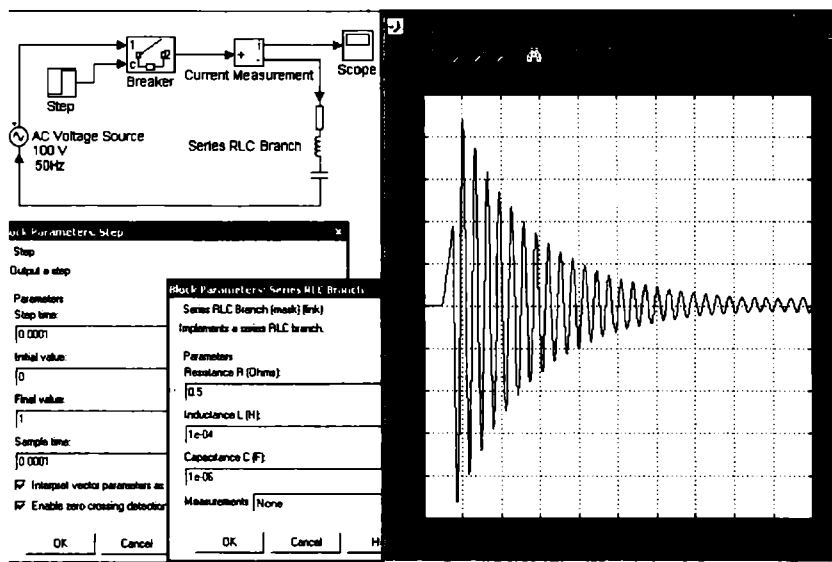
I_b — занжирдаги ток;

U_b — занжирдаги кучланиш.

Мисол:

Кетма-кет тебраниш контурининг схемаси 14.5.1-расмда келтирил-

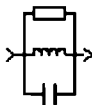
ди. Схемادا занжирнинг параметрлари: $R = 0.5$ Ом, $L = 0.0001$ Г
 $C = 0.000001$ Ф олинган.



14.5.1-расм. Кетма-кет тебраниш контурининг схемаси

14.5.2. Параллел RLC-занжир Parallel RLC Branch

Пиктограммаси:



Parallel RLC Branch

Вазифаси:

Резистор, индуктивлик ва конденсаторнинг параллел уланиши
деллайди.

Параметрларини ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters: Parallel RLC Branch

1

1e-03

1e-06

None

Done

Параметрлари:

Resistance R (Ohms):

[Қаршилик (Ом)]. Актив қаршиликнинг қиймати. Резисторнинг қиймати нол берилса у пиктограммада акс этмайди.

Inductance L (H):

[Индуктивлик (Гн)]. Индуктивликнинг қиймати. Индуктивликнинг қиймати нол берилса у пиктограммада акс этмайди.

Capacitance C (F):

[Сигим (Ф)]. Сигимнинг қиймати. Сигимнинг қиймати inf (чексизлик) берилса у пиктограммада акс этмайди.

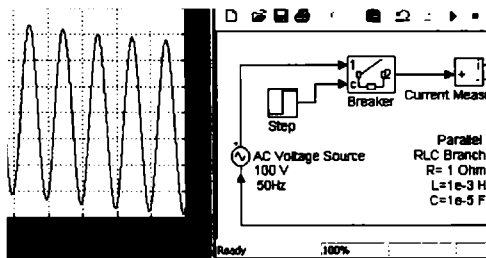
Measurements:

[Ўлчанадиган ўзгарувчилар]. Параметр Multimeter блокига узатиладиган ўзгарувчиларни танлаш имкониятини беради. Параметрнинг қийматлари куйидаги рўйхатдан танланади:

- None — акс эттириш учун ўзгарувчилар танланмайди;
- Branch voltage Voltage — занжирнинг тугунларидаги кучланиш;
- Branch current — занжирдаги ток;
- Branch voltage and current — занжирдаги кучланиш ва ток.
- Multimeter блокида акс эттириладиган сигналларга куйидаги меткалар бериледи:
- Ib — занжирдаги ток;
- Ub — занжирдаги кучланиш.

Мисол:

Параллел тебраниш контурининг схемаси 14.5.2-расмда келтирилган. Схемада занжирнинг параметрлари: $R = 1$ Ом, $L = 0.001$ Гн ва $C = 0.00001$ Ф олинган.



3-рasm. Параллел тебраниш контурининг схем

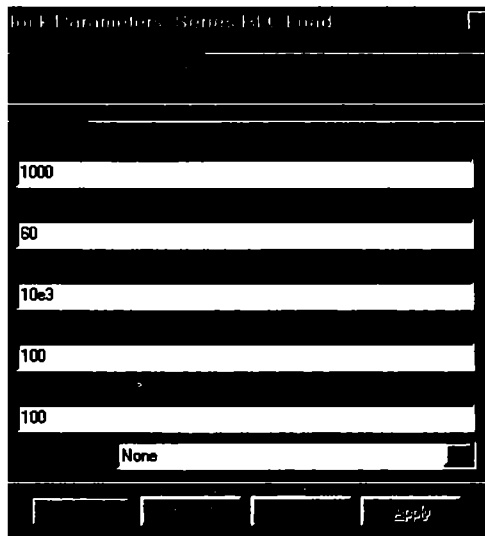
4. Кетма-кет RLC-юклама Series RLC Load

аси:



Series RLC Load

ланган резистор, индуктивлик ва конденсаторнинг параметрлари номинал кучланга теъмул қиладиган қувват орқали беришнинг қирини ўрнатиш ойнаси:



Параметрлари:

Nominal voltage V_n (V_{rms}):

[Номинал кучланиш (В)]. Элементларнинг қувватларини аниқлашда фойдаланилган кучланишнинг таъсир килувчи қиймати.

Nominal frequency f_n (Hz):

[Номинал частота (Гц)]. Элементларнинг қувватларини аниқлашда фойдаланилган частотанинг қиймати.

Active power P (W):

[Актив қувват (Вт)].

Inductive reactive power Q_L (positive var):

[Индуктивликнинг реактив қуввати (Вар)]. Индуктивлик истеъмол қиладиган реактив қувват.

Capacitive reactive power Q_C (negative var):

[Сигимнинг реактив қуввати (Вар)]. Конденсатор берадиган реактив қувват. Ушбу графада қувватнинг абсолют қиймати (ишораси ҳисобга олинмаган ҳолда) киритилади.

Measurements:

[Ўлчанадиган ўзгарувчилар]. Параметр Multimeter блокига узатиладиган ўзгарувчиларни танлаш имкониятини беради. Параметрнинг қийматлари қуйидаги рўйхатдан танланади:

None — акс эттириш учун ўзгарувчилар танланмайди;

Branch voltage Voltage — занжирнинг тугунларидаги кучланиш;

Branch current — занжирдаги ток;

Branch voltage and current — занжирдаги кучланиш ва ток.

Multimeter блокида акс-эттириладиган сигналларга қуйидаги меткалар берилади:

I_b — занжирдаги ток;

U_b — занжирдаги кучланиш.

Қувватларнинг қийматларини қуйидаги ифодалардан аниқлаш мумкин:

$$P = R \cdot \frac{U^2}{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C} - \omega L\right)^2},$$

$$Q_L = \omega L \cdot \frac{U^2}{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C} - \omega L\right)^2},$$

чак) частотаси,
чи қиймати.

Ўқитилганига мисол 14.5.3-расм

pick Parameters: AC Voltage Source
AC Voltage Source (mask) (link)
Ideal sinusoidal AC Voltage source

Parameters

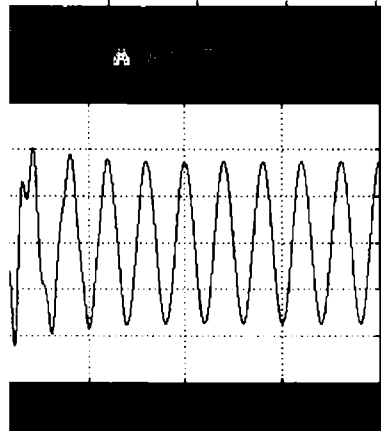
Peak amplitude [V]
| 100

Phase [deg]
| 0

Frequency [Hz]
| 50

Sample time:
| 0

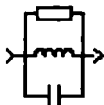
Measurements | None



Юклама занжири

14.5.4. Параллел RLC-юклама Parallel RLC Load

граммаси:



Parallel RLC Load

иси:

ел уланган резистор, индуктивлик ва конденсатор жирнинг параметрлари номинал кучланиш ва ча геъмол қиладиган қувват орқали берилади.

трларини ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters: Parallel RLC Load

1000
60
10e3
100
100
None

Apply

трлари:

l voltage V_n (Vrms):

ал кучланиш (В)]. Элементларнинг қувватларини а лган кучланишнинг таъсир қилувчи қиймати.

l frequency f_n (Hz):

ал частота (Гц)]. Элементларнинг қувватларини а лган частотанинг қиймати.

Active power P (W):

[Актив кувват (Вт)].

Inductive reactive power Q_L (positive var):

[Индуктивликнинг реактив куввати (Var)]. Индуктивлик истеъмол қиладиган реактив кувват.

Capacitive reactive power Q_C (negative var):

[Сиғимнинг реактив куввати (Var)]. Конденсатор берадиган реактив кувват. Ушбу графада кувватнинг абсолют қиймати (ишораси ҳисобга олинмаган ҳолда) киритилади.

Measurements:

[Ўлчанадиган ўзгарувчилар]. Параметр Multimeter блокига узатиладиган ўзгарувчиларни танлаш имкониятини беради. Параметрнинг қийматлари қуйидаги рўйхатдан танланади:

- None — акс эттириш учун ўзгарувчилар танланмайди;
- Branch voltage Voltage — занжирнинг тугунларидаги кучланиш;
- Branch current — занжирдаги ток;
- Branch voltage and current — занжирдаги кучланиш ва ток.

Multimeter блокида акс эттириладиган сигналларга қуйидаги меткалар берилади:

- I_b — занжирдаги ток;
- U_b — занжирдаги кучланиш.

Кувватларнинг қийматларини қуйидаги ифодалардан аниқлаш мумкин:

$$P = \frac{U^2}{R},$$

$$Q_L = \frac{U^2}{\omega L},$$

$$Q_C = U^2 \omega C,$$

бу ерда

P — актив кувват,

Q_L — индуктивликнинг реактив куввати,

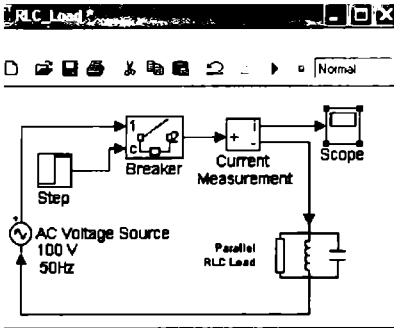
Q_C — сиғимнинг реактив куввати,

ω — кучланишнинг айланма (бурчак) частотаси,

U — кучланишнинг таъсир қилувчи қиймати.

Мисол:

Параллел юклама занжирдан фойдаланишга мисол 14.5.4-расмда келтирилган.



Block Parameters: Parallel RLC Load

Parallel RLC Load (mask) (link)

Implements a parallel RLC load.

Parameters:

Nominal voltage V_n (Vrms):
| 100

Nominal frequency f_n (Hz):
| 50

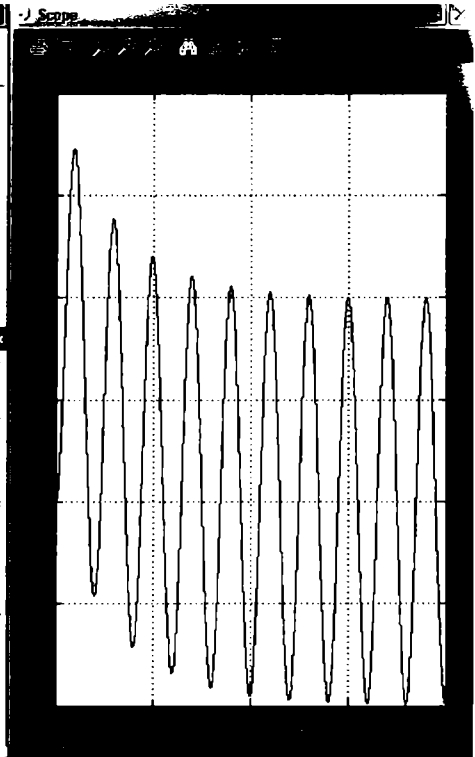
Active power P (W):
| 100

Inductive reactive Power Q_L (positive var):
| 100000

Capacitive reactive power Q_C (negative var):
| 100

Measurements: None

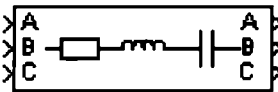
OK Cancel Help



14.5.4-рasm. Параллел юклама занжири

14.5.5. Уч фазали кетма-кет RLC-занжир 3-Phase Series RLC Branch

Пиктограммаси:

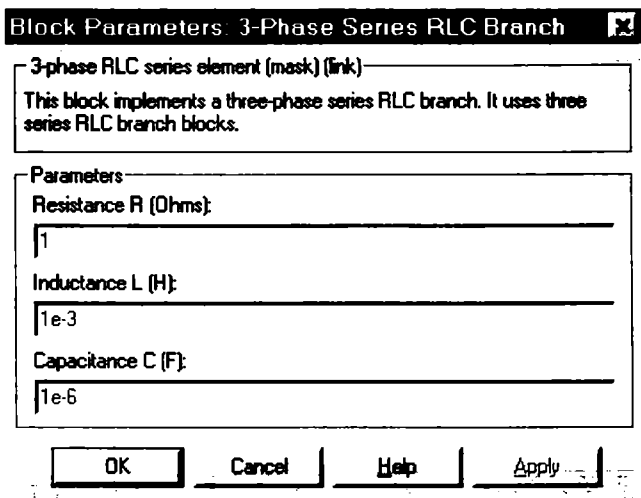


3-Phase
Series RLC Branch

Вазифаси:

Учта RLC-занжирдан иборат уч фазали занжирни моделлайди.

Параметрларини ўрнатиш ойнаси:



Параметрлари:

Resistance R (Ohms):

[Қаршилик (Ом)]. Битта фазадаги актив қаршиликнинг қиймати. Резисторнинг қиймати нол берилса у пиктограммада акс этмайди.

Inductance L (H):

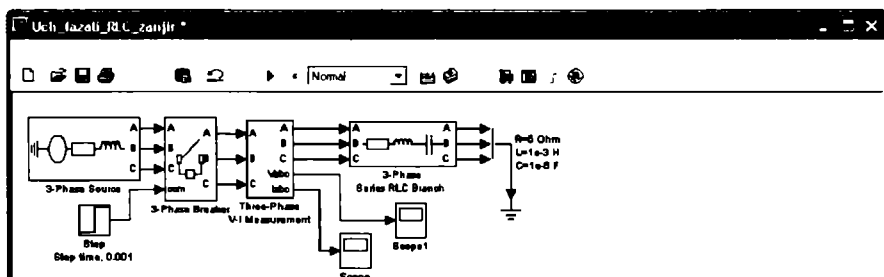
[Индуктивлик (Гн)]. Битта фазадаги индуктивликнинг қиймати. Индуктивликнинг қиймати нол берилса у пиктограммада акс этмайди.

Capacitance C (F):

[Сифим (Ф)]. Битта фазадаги сифимнинг қиймати. Сифимнинг қиймати inf (чексизлик) берилса у пиктограммада акс этмайди.

Мисол:

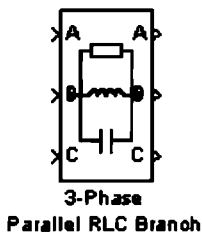
Уч фазали кетма-кет RLC-занжирнинг уч фазали кучланиш манбасига уланиш схемаси 14.5.5-расмда келтирилган. Уч фазали системадаги ток ва кучланишларни ўлчаш учун Three-Phase V-I Measurement блокидан фойдаланилган.



14.5.5-расм. Уч фазали кетма-кет RLC-занжирнинг уч фазали кучланиш манбасига уланиш схемаси

14.5.6. Уч фазали параллел RLC-занжир 3-Phase Parallel RLC Branch

Пиктограммаси:



Вазифаси:

Учта параллел RLC-занжирдан иборат уч фазали занжирни моделлайди.

Параметрларини ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters: 3-Phase Parallel RLC Branch

1
1e-3
1e-6

EPDF

Параметрлари:

Resistance R (Ohms):

[Қаршилиқ (Ом)]. Битта фазадаги актив қаршилиқнинг қиймати эзисторнинг қиймати нол берилса у пиктограммада акс этмайди.

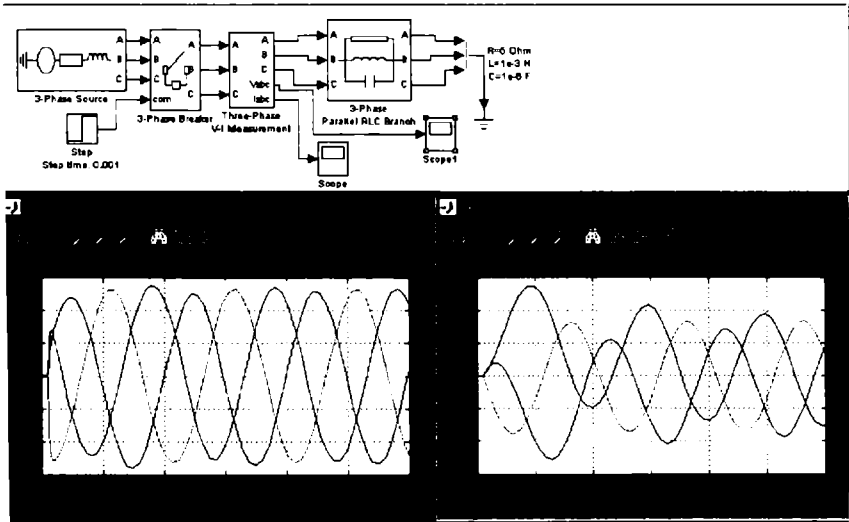
Inductance L (H):

[Индуктивлик (Гн)]. Битта фазадаги индуктивликнинг қиймати ндуктивликнинг қиймати нол берилса у пиктограммада акс этмайди

Capacitance C (F):

[Сигим (Ф)]. Битта фазадаги сигимнинг қиймати. Сигимнинг қиймати inf (чексизлик) берилса у пиктограммада акс этмайди.

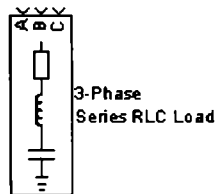
Мисол: Уч фазали параллел RLC-занжирнинг уч фазали кучланиш манбасига уланиш схемаси 14.1.5.6-расмда келтирилган. Уч фазали истемадаги ток ва кучланишларни ўлчаш учун Three-Phase V-measurement блокдан фойдаланилган.



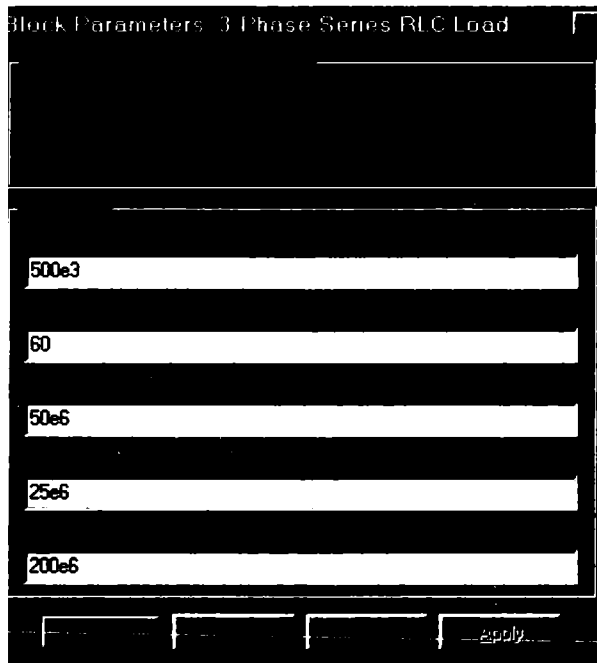
14.5.6-расм. Уч фазали параллел RLC-занжирнинг уч фазали кучланиш манбасига уланиш схемаси

14.5.7. Уч фазали кетма-кет RLC-юклама 3-Phase Series RLC Load

Пиктограммаси:



тма-кет RLC-юкламадан иборат уч фазали
 1. Занжир нейтралли ерга уланган юлдуз схема
 нжирнинг параметрлари номинал кучланиш ва
 г қувватлари орқали берилди.
 прларини ўрнатиш ойнаси:



рларини:

phase-phase voltage V_n (V_{rms}):

л линия кучланиши (В)]. Элементларининг қу
 фойдаланилган линия кучланишининг таъс

frequency f_n (Hz):

л частота (Гц)]. Элементларининг қувватларини
 ган частотанинг қиймати.

ase active power P (W):

азанинг актив қуввати (Вт)].

ase inductive reactive power Q_L (positive var):

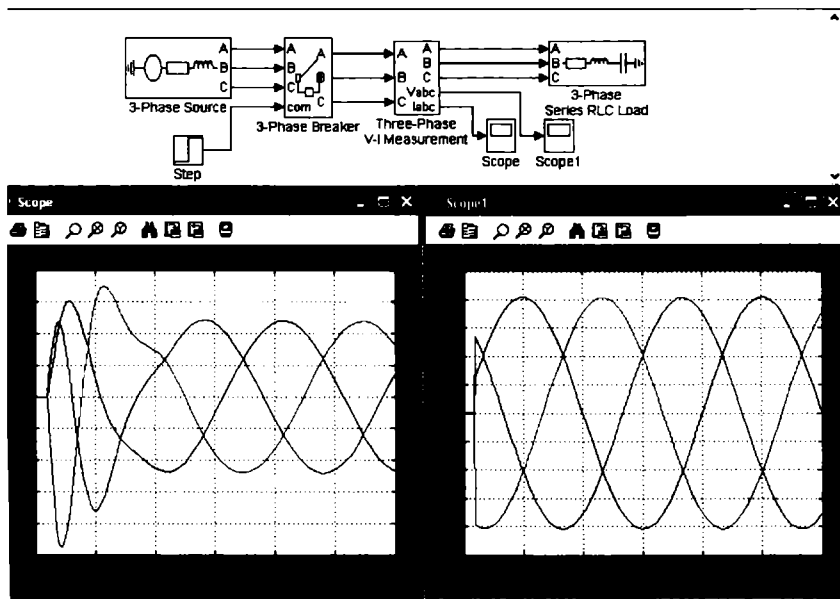
фаза индуктивликларининг реактив қувва
 к истеъмол қиладиган реактив қувват.

ase capacitive reactive power Q_C (negative var)

[Учала фаза сиғимларининг реактив қуввати (Var)]: Сиғим бе диган реактив қувват. Графага ишораси ҳисобга олинмаган ҳол д вватнинг абсолют қиймати киритилади.

Мисол:

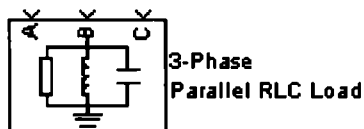
Уч фазали кетма-кет юклама занжирдан фойдаланишга мисо .5.7-расмда келтирилган.



14.5.7-расм. Уч фазали кетма-кет юклама занжир

14.5.8. Уч фазали параллел RLC-юклама 3-Phase Parallel RLC Load

Пиктограммаси:



Вазифаси:

Учта параллел RLC-юкламадан иборат уч фазали занжирн деллайди. Занжир нейтралери ерга уланган юлдуз схемаси бўйи ч анадиди. Занжирнинг параметрлари номинал кучланиш ва частота д зарларнинг қувватлари орқали бериллади.

рларини ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters: 3 Phase Parallel RLC Load

500e3

60

50e6

25e6

200e6

Apply

рлари:

phase-phase voltage V_n (V_{rms}):

[линия кучланиши (В)]. Элементларининг қўйдаланилган линия кучланишининг та

requency f_n (Hz):

частота (Гц)]. Элементларининг қувватларининг таъин частотанинг қиймати.

use active power P (W):

изанинг актив қуввати (Вт)].

use inductive reactive power Q_L (positive var):
аза индуктивликларининг реактив қувват с истъмол қиладиган реактив қувват.

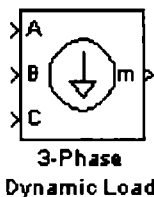
use capacitive reactive power Q_C (negative var):
аза сифимларининг реактив қуввати (Var)]
тив қувват. Графага ишораси ҳисобга олинган абсолют қиймати киритилади.

ни параллел юклама занжирдан фойдаланишга келтирилган.

14.5.8-расм. Уч фазали параллел юкломали занжир

14.5.9. Уч фазали динамик юклама 3-Phase Dynamic Load

Пиктограммаси:



Вазифаси:

Уч фазали динамик юклама блоки уч фазали, уч симли динамик юкломани моделлайди. Динамик юкламанинг актив қуввати P ва реактив қуввати Q тўғри кетма-кетлик кучланишининг функцияси каби ўзгаради. Тескари ва нол кетма-кетлик тоқлари моделланмайди.

Юкламанинг тўла қаршилиги кучланиш берилган V_{\min} қийматдан кичик бўлганда ўзгаришсиз қолади, катта бўлганда эса актив қувват P ва реактив қувват Q куйидаги ифода бўйича ўзгаради:

$$P(s) = P_0 \left(\frac{V}{V_0} \right)^{n_0} \frac{(1 + T_{p1}s)}{(1 + T_{p2}s)},$$

$$Q(s) = Q_0 \left(\frac{V}{V_0} \right)^{n_0} \frac{(1 + T_{p1}s)}{(1 + T_{p2}s)},$$

нғич тўғри кетма-кетлик кучланиши;
 актив ва реактив қувватларнинг V_0
 матлари;

етма-кетлик кучланиши;

кламанинг хусусиятларини бошқарув
 (1 дан 3 гача);

ктив қувват динамикасини бошқарувчи
 реактив қувват динамикасини бошқар

армас катталиқдаги ток юкламасини
 нг олинади, юкламанинг ўзгармас кат
 эриш учун n_p ва n_g иккига тенг бўлади
 рини ўрнатиш ойнаси:

The image shows a screenshot of a control panel or software interface. It features several input fields with numerical values:

- [500e3 60]
- [50e6 25e6]
- [0.994 -11.8]
- [1.32]
- [0 0 0 0]
- 0.7

Параметрлари:

Nominal L-L voltage and frequency [Vn(Vrms) fn (Hz)]: [Номинал линия кучланиши ва частота].

Active & reactive power at initial voltage [Po(W) Qo(var)]: [Бошланғич кучланишдаги актив ва реактив қувватлар].

Initial positive-sequence voltage Vo [Mag(pu) Phase (deg.)]: [Бошланғич тўғри кетма-кетлик кучланиши]. Параметр кучланиш модулининг Mag ва унинг бошланғич фазаси Phase қийматларини ўз ичига олувчи вектор кўринишида берилади. Бошланғич кучланиш нисбий бирликларда (номинал кучланишга нисбатан) ва фаза электр градусларда киритилади.

External control of PQ: [Актив ва реактив қувватларни ташқи бошқариш]. Байрокча ўрнатилса блокнинг пиктограммасида кўшимча порт ҳосил бўлади, унга P ва Q ни бошқариш учун иккита элементдан иборат бўлган вектор сигнал берилади.

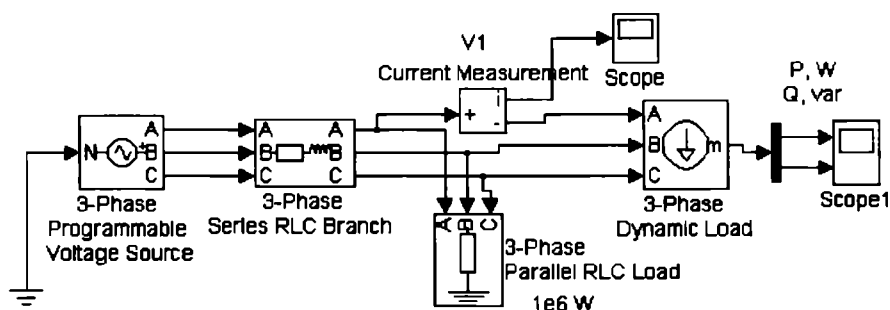
Parameters [p_r p_q]: [Параметрлари p_r ва p_q]. Юклама хусусиятларини бошқарувчи даража кўрсаткичлари.

Time constants [Tr1 Tr2 Tq1 Tq2] (s): [Юкломанинг вақт доимийси].

Minimum voltage Vmin (pu): [Минимал кучланиш Vmin]. Параметр нисбий бирликларда берилади.

Мисол:

Уч фазали динамик юкламадан фойдаланишга мисол 14.5.9-расмда келтирилган. Уч фазали динамик юклама 3-Phase Dynamic Load ток манбаси асосида яратилганлиги сабабли, уни индуктив элементларга кетма-кет улаб бўлмайди. Шунинг учун динамик юкламага параллел кичик актив юклама (1 MW) уланган.



14.5.10. Яшиндан ҳимояловчи разрядник Surge Arrester

Пиктограммаси:



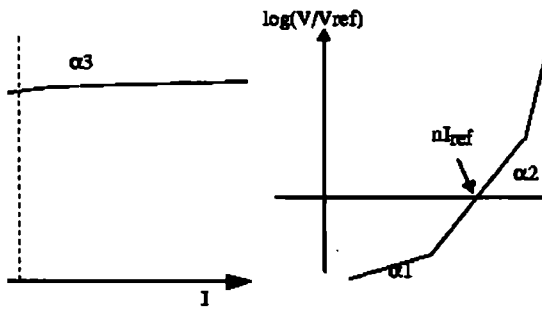
Вазифаси:

Яшиндан ҳимояловчи разрядник (варистор) ночизикли вольт-ампер характеристикали резистор бўлиб, энергетик жиҳозларни ўтқизишлардан ҳимоя қилади. Конструктив жиҳатдан разрядник керамик (фарфор) корпус ичига жойлаштирилган металл оксидлардан иборат. Варисторнинг ночизикли характеристикаси қуйидаги экспоненциал функциянинг учта комбинацияси кўринишидир:

$$\left(\frac{V}{V_{ref}} \right) = K_i \left(\frac{I}{I_{ref}} \right)^{1/\alpha_i},$$

ерда V ва I — разрядникнинг кучланиши ва токи,
 V_{ref} ва I_{ref} — разрядникнинг ҳимоя кучланиши ва ушбу кучланишдаги токи,

K_i ва α_i — ночизикли боғланиш i -чи участкасининг параметрлари.
Разрядник вольт-ампер характеристикасининг графиклари 14.5.10.1-расмда оддий ва логарифмик масштабларда кўрсатилган.



см. Разрядник вольт-ампер характеристиксининг 1

ларини ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters: Surge Arrester

500e+03

2

500

[.955 50]

[1.0 25]

[.9315 16.5]

None

Apply

лари:

voltage Vref:

чланиши].

columns:

сид дисklarдаги устунлар сони].

current per column Iref:

и Vref бўлганда битта устуннинг токи Vref

егментининг К ва \square па-

егментининг К ва \square па-

егментининг К ва \square па-

раметрнинг қийматлари

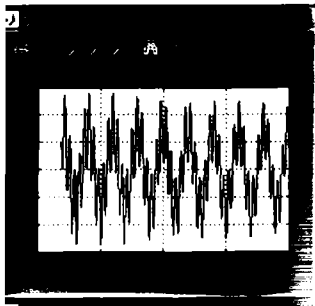
тар танланмаган;

аги кучланиш;

н ток;

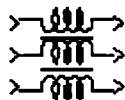
аги кучланиш ва ток.

мисол 14.5.10.2-расмда
реал параметрлари олин-
14, $\varphi = 90^\circ$. Схема ишга
ланади ва конденсаторда
блоки (разрядник) кучла-
нг олдини олади.



14.5.11. Ўзаро индуктивлик Mutual Inductance

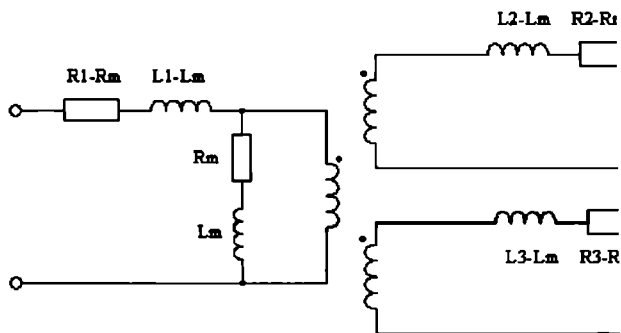
Пиктограммаси:



Mutual Inductance

Вазифаси:

Ўзаро индуктивлик блоки магнит боғланишга эга ва ўтказгичларни моделлаш учун хизмат қилади. Ўзаро моделининг схемаси 14.5.11.1-расмда кўрсатилган.



14.5.11.1-расм. Ўзаро индуктивлик моделининг схем

Параметрларини ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters: Mutual Inductance

[1.1 1.1e-03]

[1.1 1.1e-03]

[1.1 1.1e-03]

[1.0 1.0e-03]

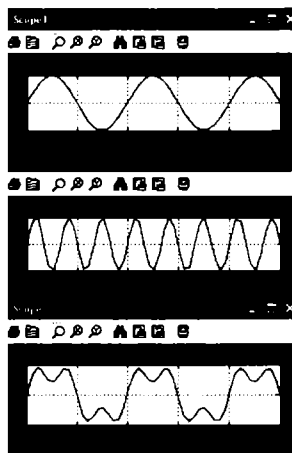
None

L1(H):
илиги ва индуктивли
айрокча белгиланмаса

L2(H):
илиги ва индуктивли
L3(H):
илиги ва индуктивлиги
]:
а индуктивлиги].

параметрнинг киймати
увчилар танланмаган;
нг кучланишлари;
нг тоқлари;
ўлгамларнинг кучлани
метрлари қуйидаги чек
асмга қаранг):

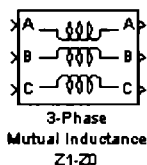
даланишга мисол 14.



кидан фойдаланишга мисол

14.5.12. Уч фазали ўзаро индуктивлик 3-Phase Mutual Inductance Z1-Z0

Пиктограммаси:



Вазифаси:

Блок фазалар орасида индуктив боғланишга эга бўлган уч фазали занжирни моделлаш учун мўлжалланган. Уч фазали ўзаро индуктивлик моделининг асоси сифатида уч чўлғамли Mutual Inductance блоки ишлатилади. Ўзаро индуктивлик блокиннинг параметрлари, уч фазали ўзаро индуктивлик учун берилган тўғри ва тескари кетма-кетлик параметрлари бўйича, қуйидаги ифодаларга асосан ҳисобланади:

$$R_s = (2R_1 + R_0)/3,$$

$$L_s = (2L_1 + L_0)/3,$$

$$R_m = (R_0 - R_1)/3,$$

$$L_m = (L_0 - L_1)/3,$$

бу ерда

R_0 ва R_1 — уч фазали ўзаро индуктивлик блокиннинг нол ва тўғри кетма-кетлик қаршиликлари,

L_0 ва L_1 — уч фазали ўзаро индуктивлик блокиннинг нол ва тўғри кетма-кетлик индуктивликлари,

R_s ва R_m — ўзаро индуктивлик блоки ҳар бир чўлғамининг хусусий қаршилиги ва ўзаро қаршилиги,

L_s ва L_m — ўзаро индуктивлик блоки ҳар бир чўлғамининг хусусий индуктивлиги ва ўзаро индуктивлиги.

Параметрларини бериш ойнаси:

Block Parameters 3 Phase Mutual Inductance
✕

3-phase RL positive & zero-sequence impedance (mask)

This block implements a three phase impedance with mutual coupling between phases. Self impedances and mutual impedances are set by entering positive and zero sequences parameters.

Parameters

Positive-sequence parameters: [R1 (Ohms) L1 (H)]

[0.02 50e-3]

Zero-sequence parameters: [R0 (Ohms) L0 (H)]

[0.3 100e-3]

OK

Cancel

Help

Apply

Параметрлари:

Positive-sequence parameters [R1 (Ohms) L1 (H)]:

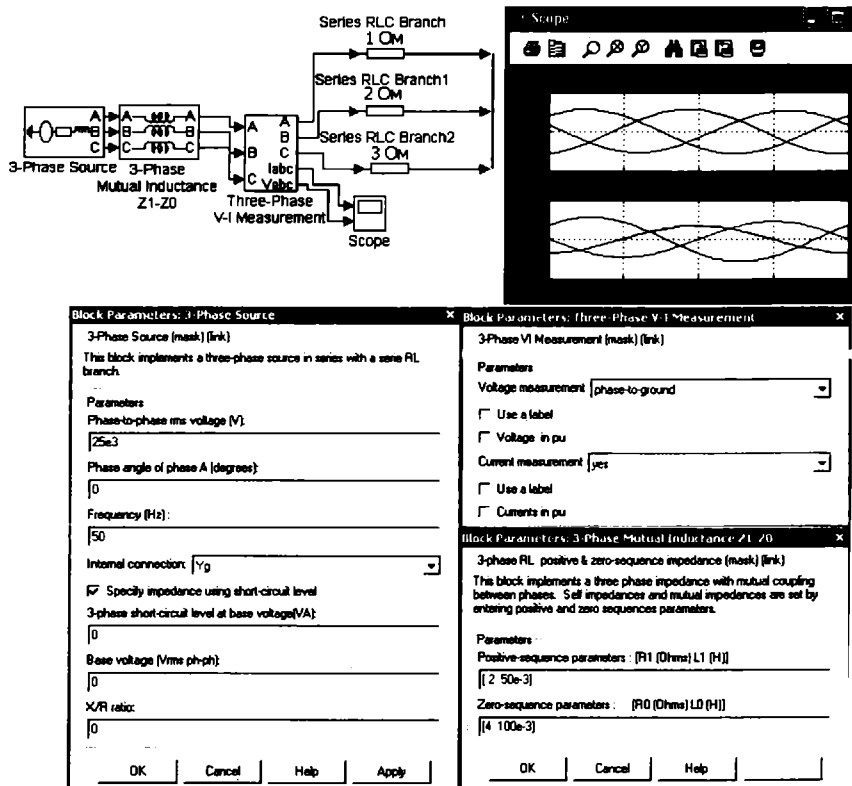
[Тўғри кетма-кетлик параметрлари]. Тўғри кетма-кетлик қаршили ва индуктивлиги.

Zero-sequence parameters [R0 (Ohms) L0 (H)]:

[Нол кетма-кетлик параметрлари]. Нол кетма-кетлик қаршили ва индуктивлиги.

Мисол:

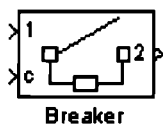
Уч фазали ўзаро индуктивлик блокдан фойдаланишга мис 14.5.12-расмда келтирилган.



14.5.12-расм. Уч фазали ўзаро индуктивлик блокдан фойдаланишга мисол

14.5.13. Ўзгарувчан ток виключатели (ўчиргичи) Breaker

Пиктограммаси:



Breaker

тоқни улаб-узиш қурилмасини моделлайди. ки бириктирилган таймер ёрдамида бошқ. ш бирлик бошқариш сигнали воситасид. нда нол сатҳли сигнал ёрдамида берилади. айганда узилади. Қурилма виключателнинг. ин учкун (ёй) сўндирувчи RC-занжирга эга. арини ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters: Breaker1 ✕

Breaker (mask) (link)

Implements a circuit breaker with internal resistance R_{on} (R_{on} , required by model, cannot be set to zero).
 First input (1) and output (2) are the two breaker terminals. 2nd input (c) is a Simulink logical signal controlling the breaker. When 2nd input becomes greater than zero the breaker closes instantaneously. When 2nd input becomes zero, the breaker opens at the next current zero-crossing.

Parameters

Breaker resistance R_{on} (Ohm):

Initial state (0 for 'open', 1 for 'closed'):

Snubber resistance R_s (Ohms):

Snubber capacitance C_s (F):

Switching times (s):

Sample time of the internal timer T_s (s):

External control of switching times

Measurements

OK Cancel Help Apply

ари:

stance R_{on} (Ohm):

лнинг уланган ҳолатдаги қаршилиги (C (0 for 'open', 1 for 'closed')

лнинг бошлангич ҳолати (0 — узилган, 1

stance R_s (Ohm):

вчи занжирнинг қаршилиги (Ом)].

acitance C_s (F):

вчи занжирнинг сиғими (Φ)].

[вақти]. Параметр виключателнинг иш
 эктор сифатида берилади. Масалан, узил
 [5 0.01 0.02 0.03] вектор билан берилга
 2с вақт моментларида уланишини ҳамд
 арида узилишини билдиради.

l timer Ts (s):

инг дискретланиш қадами].

ng times:

шқариш]. Байроқча белгиланса блокнинг
 чи кириш порти ҳосил бўлади. Бирли
 алитнинг уланишини таъминлайди. Но
 'зилиши учун команда бўлиб ҳисобланад
 ток нолгача пасайганда содир бўлади.

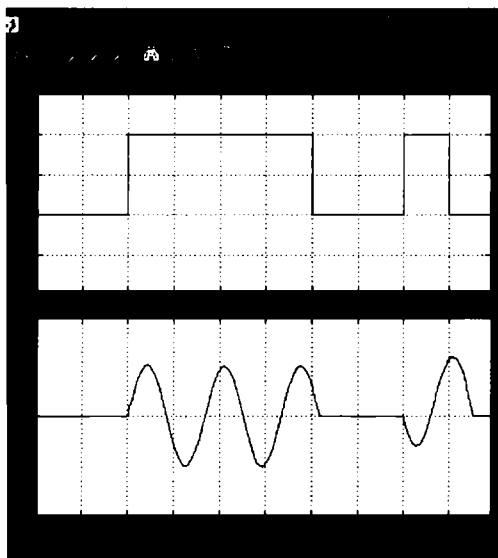
ар]. Ушбу параметрнинг киймати куй:

чун ўзгарувчилар тапланмайди;

Элемент қисмаларидаги кучланиш;

энтдаги ток;

ent — Элементдаги кучланиш ва ток.

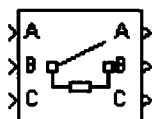


ламида актив-индуктив юкламани ўзгарувчан
 манбасига улаш схема

энти ердамида актив-индуктив юклам
 ёасига улаш схемаси 14.5.13-расмд
 аммадан Breaker элементи занжирда
 узилишини кўриш мумкин.

зали ўзгарувчан ток виключатели 3-Р

аси:



3-Phase Breaker

гокни узадиган уч фазали қурилман
 лан бошқариладиган учта Breaker бл

оини ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters: 3-Phase Breaker

open

[4/60 10/60]

0

0.001

1e6

inf

None

Параметрлари:

Initial status of breakers:

[Калитнинг бошланғич ҳолати]. Параметрнинг қиймати қуйидаги рўйхатдан олинади:

- open — ҳамма калитлар очик;
- closed — ҳамма калитлар ёпик.

Switching of phase A:

[A фазадаги калитни бошқариш]. Байроқча белгиланмаган бўлса калит бошқарилмайди. Калитнинг ҳолати Initial status of breakers параметри билан аниқланади.

Switching of phase B:

[B фазадаги калитни бошқариш]. Байроқча белгиланмаган бўлса калит бошқарилмайди. Калитнинг ҳолати Initial status of breakers параметри билан аниқланади.

Switching of phase C:

[C фазадаги калитни бошқариш]. Байроқча белгиланмаган бўлса калит бошқарилмайди. Калитнинг ҳолати Initial status of breakers параметри билан аниқланади.

Transition times (s):

[Виключателнинг ишлаш вақти]. Параметр виключателнинг ишлаш вақтларини аниқловчи вектор кўринишида берилади.

Sample time of the internal timer Ts (s):

[Бириктирилган таймернинг дискретланиш қадами].

External control of switching times:

[Ишлаш вақтини ташқи бошқариш]. Байроқча белгиланса блокнинг пиктограммасида бошқарувчи кириш порти ҳосил бўлади. Бирлик сатҳли бошқарувчи сигнал калитнинг уланишини таъминлайди. Нол сатҳли сигнал эса калитнинг узилиши учун команда бўлиб ҳисобланади ва бунда калитнинг узилиши ток нолгача пасайганда содир бўлади.

Breaker resistance Ron(Ohm):

[Виключателнинг уланган ҳолатдаги қаршилиги (Ом)].

Initial state (0 for 'open', 1 for 'closed'):

[Виключателнинг бошланғич ҳолати (0 — узилган, 1 — уланган)].

Snubber resistance Rs(Ohm):

[Учқун сўндирувчи занжирнинг қаршилиги (Ом)].

Snubber capacitance Cs(F):

[Учқун сўндирувчи занжирнинг сифими (Ф)].

Measurements:

анадиган ўзгарувчилар]. Ушбу параметрнинг киймати қўйхатдан танланади:

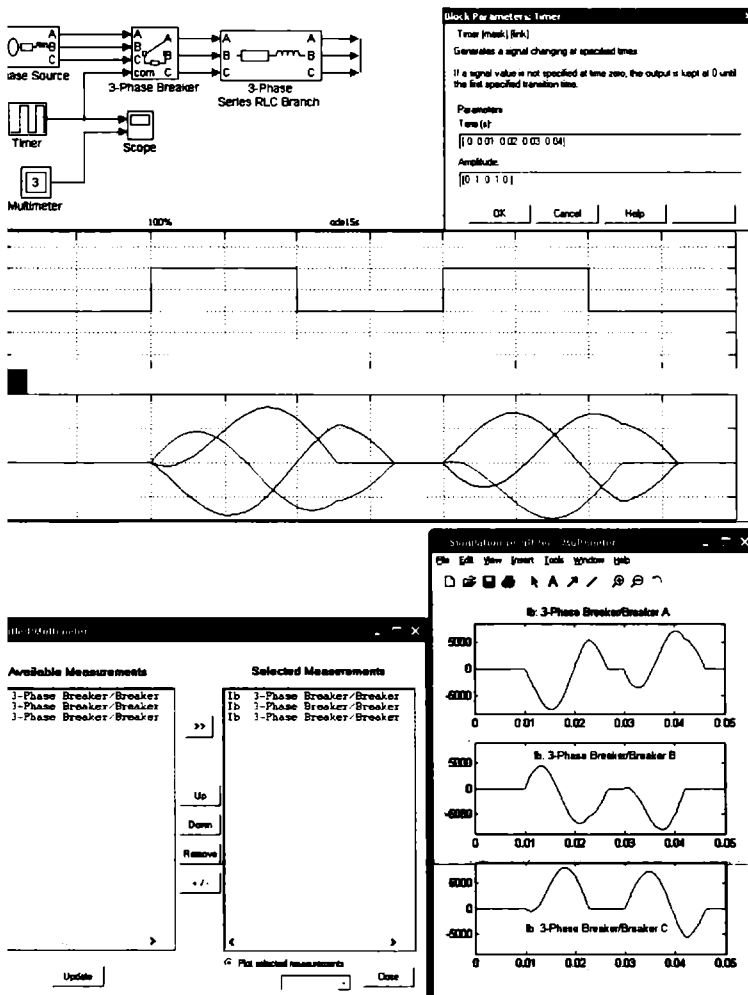
one — аск эттириш учун ўзгарувчилар танланмайди;

branch voltage Voltage- Элемент қисмаларидаги кучланиш

branch current — элементдаги ток;

branch voltage and current — Элементдаги кучланиш ва тоқол:

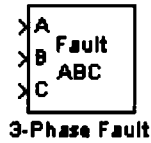
фазали вилючателдан фойдаланишга мисол 14.5.14-расилган. Вилючател Timer блоқи ёрдамида бошқарилади. Timer блоқи фаза тоқларини ўлчашни амалга оширади.



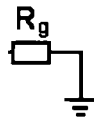
14.5.14-расм. Уч фазали вилючателдан фойдаланишга мисол

3-фазали қисқа туташтиргич 3-Р1

си:



Вазифаси:



иски
хемаси

Фазаларни ўзаро ва е
қурилмани моделлайди.
гичнинг схемаси 14.5.15.1
ган. Агар блок параметрл
берилмаган бўлса ерга ул
нинг қиймати узилган ҳо
тенг қилиб ўрнатилади.

ни ўрнатиш ойнаси:

Параметрлари:

Phase A Fault:

[А фазадаги калитни бошқариш]. Байроқча белгиланмаган бўлса калит бошқарилмайди. Калитнинг ҳолати, агар блок бириктирилган таймердан бошқарилаётган бўлса Transition status параметри билан ёки ташқи сигнал билан бошқарилаётган бўлса Initial statusof fault параметри билан аниқланади.

Phase B Fault:

[В фазадаги калитни бошқариш]. Байроқча белгиланмаган бўлса калит бошқарилмайди. Калитнинг ҳолати, агар блок бириктирилган таймердан бошқарилаётган бўлса Transition status параметри билан ёки ташқи сигнал билан бошқарилаётган бўлса Initial statusof fault параметри билан аниқланади.

Phase C Fault:

[С фазадаги калитни бошқариш]. Байроқча белгиланмаган бўлса калит бошқарилмайди. Калитнинг ҳолати, агар блок бириктирилган таймердан бошқарилаётган бўлса Transition status параметри билан ёки ташқи сигнал билан бошқарилаётган бўлса Initial statusof fault параметри билан аниқланади.

Fault resistance Ron(Ohm):

[Калитларнинг уланган ҳолатдаги қаршилиги (Ом)].

Ground Fault:

[Ерга туташув]. Байроқча белгиланган бўлса ерга туташув ҳосил килинади.

Ground resistance Rg(Ohm):

[Ерга туташтиргичнинг қаршилиги (Ом)]. Унинг қиймати нолга тенг бўлмаслиги керак.

External control of switching times:

[Ишлаш вақтини ташқи бошқариш]. Байроқча белгиланса блокнинг пиктограммасида бошқарувчи кириш порти ҳосил бўлади. Бирлик сатҳли бошқарувчи сигнал калитнинг уланишини таъминлайди. Нол сатҳли сигнал эса калитнинг узилиши учун команда бўлиб ҳисобланади.

Transition status [1 0 1...]:

[Калитларнинг ҳолати]. Transition times вектори билан берилади (0 — калит узилган, 1 — калит уланган). Параметр блок бириктирилган таймер ёрдамида бошқарилганда ўринли.

Transition times (s):

[Калитнинг ишлаш вақти]. Параметр калитнинг ишлаш моментларини аниқловчи вақт қийматларининг вектори кўринишида берилади. Параметр блок бириктирилган таймер ёрдамида бошқарилганда ўринли.

Sample time of the internal timer Ts (s):

[Бириктирилган таймернинг дискретланиш вақти].

Initial status of fault [Phase A Phase BPhase C]:

[Калитларнинг бошланғич ҳолати]. Параметр бошланғич ва momentiда калитларнинг ҳолатини аниқловчи учта элементдан иб рат вектор кўринишида берилади. Элементнинг қиймати 1 бўл уланган ва 0 бўлса узилган бошланғич ҳолатга мос бўлади. Параме курилмани ташқи бошқаришда ўринли.

Snubbers resistance $R_s(\text{Ohm})$:

[Учқун сўндирувчи занжирнинг қаршилиги (Ом)].

Snubbers capacitance $C_s(\text{F})$:

[Учқун сўндирувчи занжирнинг сиғими (Ф)].

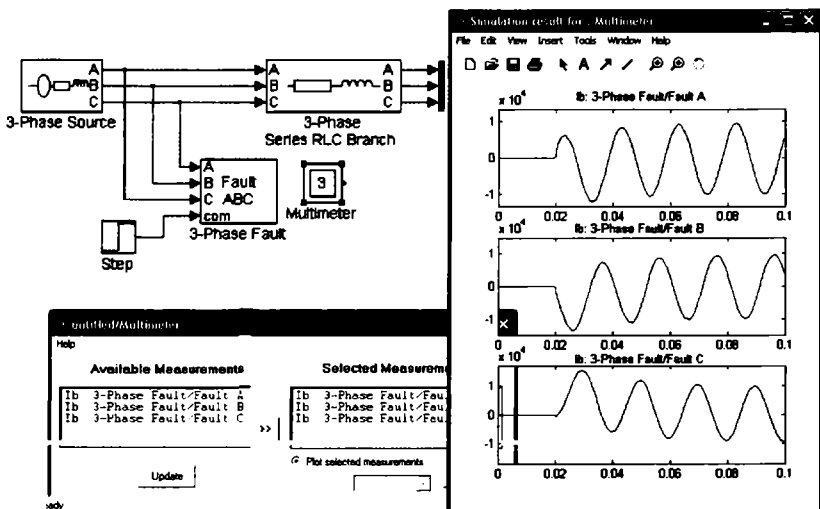
Measurements:

[Ўлчанадиган ўзгарувчилар]. Ушбу параметрнинг қиймати куй даги рўйхатдан танланади:

- None — аск эттириш учун ўзгарувчилар танланмайди;
- Branch voltage Voltage- қисқа туташтиргичнинг кириш қисм ларидаги кучланиш;
- Branch current — қисқа туташтиргичнинг тоқлари;
- Branch voltage and current — қисқа туташтиргичнинг кучлани лари ва тоқлари.

Мисол:

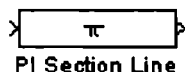
Уч фазали қисқа туташтиргичдан фойдаланишга мисол 14.5.15 расмда келтирилган. Вақтнинг 0.02с momentiда фазалар ўртасида қис туташув ҳосил қилинади. Курилмани бошқариш Step блоқи ёрдами амалга оширилади. Фаза тоқлари Multimeter блоқи ёрдамида ўлчанад



14.5.15.2-расм. Уч фазали қисқа туташтиргичдан фойдаланишга мисол

14.5.16. Параметрлари жамланган электр узатиш линияси PI Section Line

Пиктограммаси:



Вазифаси:

Параметрлари жамланган бир фазали электр узатиш линиясини моделлайди. Реал электр узатиш линияларида қаршиликлар, индуктивлик ва сиғим линия бўйлаб бир текис тақсимланган бўлади. Линиянинг тақрибий модели (14.5.16.1-расм) бир ёки бир неча параметрлари тўпланган бир хил секциялардан иборат бўлади. Секциялар сони моделлашда қамраб олиш зарур бўлган частоталар диапазони-га боғлиқ. Секциялар сонини тахминан қуйидаги ифодага асосан аниқлаш мумкин:

$$f_{\max} = \frac{Nv}{8l},$$

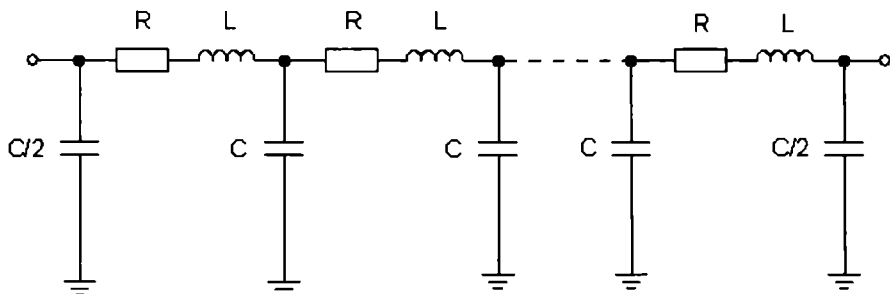
бу ерда

f_{\max} — максимал частота,

$v = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, — тарқалиш тезлиги км/с ларда, индуктивлик Гн/км ва сиғим Ф/км ларда,

l — линиянинг узунлиги, км,

N — секциялар сони.



14.5.16.1-расм. Параметрлари жамланган бир фазали электр узатиш линиясининг тақрибий модели

ларини ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters: PI Section Line

60
0.2568
2e-03
8.6e-09
100
1
None

OK Cancel

лари:

used for R L C specification (Hz):

г ишчи частотаси (Гц)].

per unit length (Ohm/km):

ликдаги линиянинг қаршилиги (Ом/км)].

per unit length (H/km):

ликдаги линиянинг индуктивлиги (Гн/км)

e per unit length (F/km):

ликдаги линиянинг сиғими (Ф/км)].

l):

г узунлиги (км)].

pi sections:

и секциялар сони].

nts:

ган ўзгарувчилар]. Параметрнинг қийма

тнати:

тнанидан ўзгарувчилар йўқ;

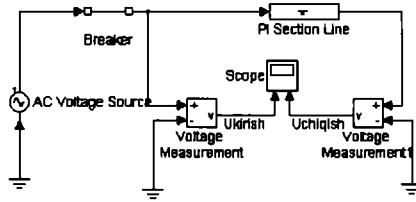
output voltages — кириш ва чиқиш кучлаш

output currents- кириш ва чиқиш тоқлари;

l voltages and currents — ҳамма кучланиш ва тоқлар.

исол:

чланиши 500 кВ ва узунлиги 300км бўлган электр уз сини манбага улаш ва узиш жараёнларини моделловчи с 6.2- расмда кўрсатилган. Схемадаги виключател (Breaker) г бўлган вақт momentiда уланади ва 0,04с га тенг бўлган ттида узилади. Осциллограммалардан линияда содир бўлад /тация (ички) ўтакучланишларни кўриш мумкин.



Simulation Parameters: Electrical Network 1

Solve | Workspace I/O | Diagnostics | Advanced | Real-time Workshop

Simulation time
Start time: 0:0 Stop time: 0:1

Solve options
Type: Variable-step | ode15s (stiff/NDF)

Max step size: auto Relative tolerance: 1e-3
Min step size: auto Absolute tolerance: auto
Initial step size: auto Maximum order: 5

Output options
Refine output | Refine factor: 1

OK Cancel Help

Block Parameters: AC Voltage Source

AC Voltage Source (mask) (link)
Ideal sinusoidal AC Voltage source.

Parameters
Peak amplitude (V): 500e3
Phase (deg): 0
Frequency (Hz): 50
Sample time: 0

Measurements: None

OK Cancel Help

Block Parameters: Breaker

Breaker (mask) (link)
Implements a circuit breaker with internal resistance Ron (Ron, required by model, cannot be set to zero)
First input (1) and output (2) are the two breaker terminals. 2nd input (3) is a Simulink logical signal controlling the breaker. When 2nd input becomes greater than zero the breaker closes instantaneously. When 2nd input becomes zero, the breaker opens at the next current zero-crossing.

Parameters
Breaker resistance Ron (Ohm): 0.01
Initial state (0 for 'open', 1 for 'closed'): 1
Snubber resistance Rn (Ohm): Inf
Snubber capacitance Cn (F): Inf
Switching times (s): [0.02 0.04]
Sample time of the internal timer Ts (s): 0
 External control of switching times

Measurements: None

OK Cancel Help Apply

Block Parameters: PI Section Line

PI Section Line (mask) (link)
PI section transmission line.

Parameters
Frequency used for R L C specification (Hz): 50
Resistance per unit length (Ohm/A.m): 0.2568
Inductance per unit length (H/A.m): 2e-03
Capacitance per unit length (F/A.m): 8.6e-09
Length (km): 300
Number of pi sections: 1

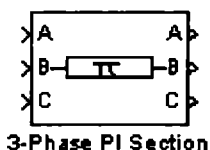
Measurements: None

OK Cancel Help Apply

14.5.16.2-расм. Кучланиши 500 кВ ва узунлиги 300км бўлган
электр узатиш линиясини манбага улаш ва узиш жараёнларини
моделловчи схема

5.17. Параметрлари жамланган уч фазали электр узатиш линияси 3-Phase PI Section Line

Пиктограммаси:



Вазифаси:

Параметрлари жамланган уч фазали электр узатиш линиясининг фазаларининг ўзаро индуктивлигини ҳисобга олган ҳолда модел битта секциядан иборат. Бир неча секциядан иборат бўлган ҳолда ҳисоб қилиш учун керакли миқдордаги блоклар кетма-кет қилинади.

Параметрларини ўрнатиш ойнаси:

- Three-phase transmission line pi-section (mask) (link)

This block implements a three-phase PI section line to represent a three-phase transmission line. This block represents only one PI section. To implement more than one PI section, you simply need to connect copies of this block in series.

- Parameters

Frequency used for R L C specification (Hz):

60

Positive- and zero-sequence resistances [R1 (Ohms/km) R0

[0.01273 0.3864]

Positive- and zero-sequence inductances [L1(H/km) L0 (H/km)]:

[0.9337e-3 4.1264e-3]

Positive- and zero-sequence capacitances [C1(F/km) C0(F/km)]:

[12.74e-9 7.751e-9]

Line length (km):

100

Apply

травари:

су used for R L C specification (Hz):

инг ишчи частотаси (Гц)].

- and zero-sequence resistances [R1 (Ohms/km)

унликдаги линиянинг тўғри ва нол кетма-кетлик параметр вектор кўринишида берилди.

- and zero-sequence inductances [L1(H/km) L0 (H/km)]:

унликдаги линиянинг тўғри ва нол кетма-кетлик параметр вектор кўринишида берилди.

- and zero-sequence capacitances [C1(F/km) C0(F/km)]:

унликдаги линиянинг тўғри ва нол кетма-кетлик параметр вектор кўринишида берилди.

tion length (km):

инг узунлиги (км)].

ги 100 км бўлган уч фазали линияни манбаг узиш жараёнларини моделловчи схема 14.5.

Ўлган уч фазали линияни
узиш жараёнларини
схема

ган электр узатиш линияси
meters Line



meters Line

азали электр узатиш линияс

и:

- Distributed Parameters Line (mask) [link]

Implements a N-phases distributed parameter line model. The R,L, and C line parameters are specified by [N*N] matrices.

To model a two-, three-, or a six-phase symmetrical line you can either specify complete [N*N] matrices or simply enter sequence parameters vectors: the positive and zero sequence parameters for a two-phase or three-phase transposed line, plus the mutual zero-sequence for a six-phase transposed line (2 coupled 3-phase lines).

- Parameters

Number of phases N

3

Frequency used for R L C specification (Hz)

60

R

[0.01273 0.3664]

L

[0.9337e-3 4.1264e-3]

C

[12.74e-9 7.751e-9]

g

300

None

при:

phases N:

ни].

used for R L C specification (Hz):

ишчи частотаси (Гц)].

per unit length (Ohms/km) [N*N matrix] or

км линиянинг қаршилиги (Ом/км)].

per unit length (H/km) [N*N matrix] or [

км линиянинг индуктивлиги (Гн/км)].

per unit length (F/km) [N*N matrix] or [

км линиянинг сифими (Ф/км)]:

км):

узунлиги (км)].

ts:

ан ўзгарувчилар]. Параметрнинг қий

анади:

аш учун ўзгарувчилар йўқ;

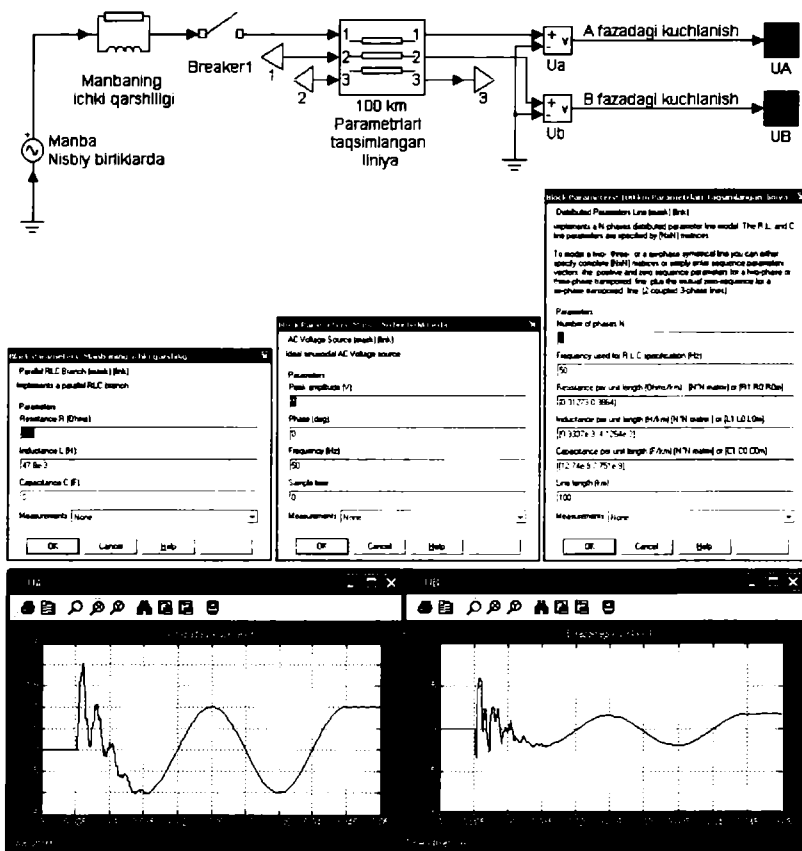
and voltages — линиянинг кириш ва чи

нишлар.

Икки, уч ёки олти фазали симметрик линияни моделлаш учун ниянинг параметрларини $N \times N$ (N — фазалар сони) ўлчамли матр кўринишида ёки тўғри кетма-кетлик параметрларини бериш керак. И ёки уч фазали транспонирланган линия учун тўғри ва нол кетма-кет параметрларини киритиш мумкин. Олти фазали транспонирланган ния учун кўшимча равишда нол кетма-кетлик параметрларини (ўз қаршилиқ, индуктивлик ва сиғим) киритиш зарур. Носимметрик лини моделлаш учун $N \times N$ ўлчамли параметрлар матрицаси бериледи.

Мисол:

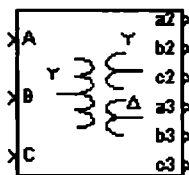
Узунлиги 100км ва кучланиши 750 кВ бўлган юкلامасиз эле узатиш линиясини манбага улаб узиш жараёнларини моделло. схема 14.5.18-расмда кўрсатилган. Схемадаги виключател 0.1 секундга тенг бўлган вақт momentiда уланади ва 0.04 секундга т бўлган вақт momentiда узилади.



14.5.18-расм. Узунлиги 100км ва кучланиши 750 кВ бўлган юкلامасиз эле узатиш линиясини манбага улаб узиш жараёнларини моделловчи схема

азали уч чўлғамли трансформатор Transformer (Three Windings)

су:



Three-Phase
Transformer
(Three Windings)

ўлғамли трансформаторни моделлайди
аторлардан ташкил топган. Моделда
ланиш характеристикасини ҳисобга
ини ўрнатиш ойнаси:

Parameter: Three-Phase Transformer

ABC as input terminals

[250e6 , 60]

Y

[735e3 , 0.002 , 0.08]

Y

[315e3 , 0.002 , 0.08]

Delta (D1)

[315e3 , 0.002 , 0.08]

600

[0.0 ; 0.0024, 1.2 ; 1.0, 1.52]

None

Параметрлари:

Port configuration:

[Портлар конфигурацияси]. Параметр блокдаги портларнинг турини (кириш ёки чиқиш) ўзгартириш имкониятини беради. Параметрнинг қиймати қуйидагича танланади:

- ABC as input terminals — бирламчи чўлғамнинг қисмалари (A, B и C) кириш ва иккиламчи чўлғамнинг қисмалари (abc) чиқиш бўлади;
- ABC as output terminals — бирламчи чўлғамнинг қисмалари (A, B и C) чиқиш ва иккиламчи чўлғамнинг қисмалари (abc) кириш бўлади.

Nominal power and frequency [Pn(VA) fn(Hz)]:

[Трансформаторнинг номинал қуввати (ВА) ва частотаси (Гц)].

Winding 1 (ABC) connection:

[Бирламчи чўлғамнинг уланиш схемаси]. Ушбу параметрнинг қиймати қуйидагича танланади:

- Y — юлдуз;
- Yn — нейтралли юлдуз;
- Yg — ерга уланган нейтралли юлдуз;
- Delta(D1) — биринчи гуруҳли учбурчак;
- Delta(D11) — ўн биринчи гуруҳли учбурчак.

Winding parameters [V1 Ph-Ph(V), R1(pu), L1(pu)]:

[Биринчи чўлғамнинг параметрлари]. Линия кучланиши (В), чўлғамнинг актив қаршилиги (нисбий бирликларда), чўлғамнинг индуктивлиги (нисбий бирликларда).

Winding 2 (abc) connection:

[Иккинчи чўлғамнинг уланиш схемаси]. Ушбу параметрнинг қиймати қуйидаги жадвалдан танланади:

- Y — юлдуз;
- Yn — нейтралли юлдуз;
- Yg — ерга уланган нейтралли юлдуз;
- Delta(D1) — биринчи гуруҳли учбурчак;
- Delta(D11) — ўн биринчи гуруҳли учбурчак.
- Winding parameters [U2 Ph-Ph(V), R2(pu), L2(pu)]:
- [Иккинчи чўлғамнинг параметрлари]. Линия кучланиши (В), чўлғамнинг актив қаршилиги (нисбий бирликларда), чўлғамнинг индуктивлиги (нисбий бирликларда). Winding 3 (abc) connection:

- [Учинчи чўлгамнинг уланиш схемаси]. Ушбу параметрнинг қиймати қуйидаги жадвалдан танланади:
- Y — юлдуз;
- Y_n — нейтралли юлдуз;
- Y_g — ерга уланган нейтралли юлдуз;
- $\Delta(D1)$ — биринчи гуруҳли учбурчак;
- $\Delta(D11)$ — ўн биринчи гуруҳли учбурчак

Winding parameters [U3 Ph-Ph(V), R2(pu), L2(pu)]:

[Учинчи чўлгамнинг параметрлари]. Линия кучланиши (В), чўлгамнинг актив қаршилиги (нисбий бирликларда), чўлгамнинг индуктивлиги (нисбий бирликларда).

Saturable core:

[Тўйинувчи магнит ўзақ]. Байроқча белгиланган бўлса трансформаторнинг модели ночизикли бўлади.

Magnetization resistance $R_m(\text{pu})$:

[Магнитланиш занжирининг қаршилиги (нисбий бирликларда)].

Magnetization inductance $L_m(\text{pu})$:

[Магнитланиш занжирининг индуктивлиги (нисбий бирликларда)].

Параметр чизикли трансформаторни моделлашда ўринли (Saturable core байроқчаси ўрнатилмаганда).

Saturation characteristic (pu) [$i_1, \phi_1; i_2, \phi_2; \dots$]

[Тўйинувчи магнит ўзакнинг характеристикаси]. Магнитловчи ток ва магнит оқимининг қийматлари нисбий бирликларда берилади. Параметр ночизикли трансформаторни моделлашда ўринли (Saturable core байроқчаси ўрнатилганда).

Simulate hysteresis:

[Гистерезисни моделлаш]. Байроқча ўрнатилганда магнитланиш характеристикасида гистерезис ҳисобга олинади.

Hysteresis Data Mat file:

[Гистерезис характеристикасини ўз ичига олувчи маълумотлар файлининг номи]. Маълумотлар файлини Powergui блоқи ёрдамида ҳосил қилиш мумкин. Параметр Simulate hysteresis байроқчаси ўрнатилганда ўринли.

Specify initial fluxes [$\phi_0A, \phi_0B, \phi_0C$]:

[ABC фазалар учун бошланғич магнит оқимлар]. Параметр ночизикли трансформаторни моделлашда ўринли (Saturable core байроқчаси ўрнатилганда).

Measurements:

[Ўлчанадиган ўзгарувчилар]. Ушбу параметрнинг қиймати қуйидаги рўйхатдан танланади:

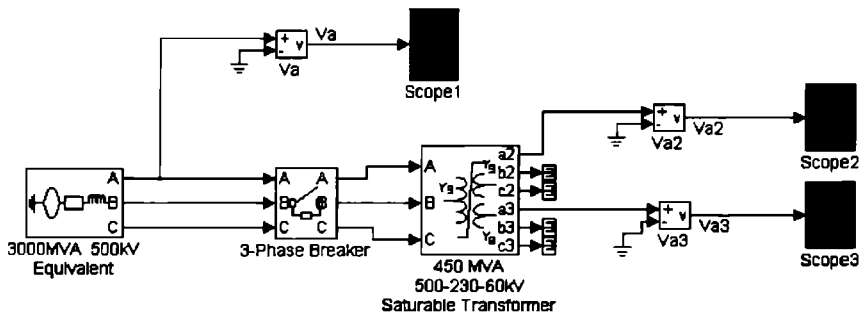
- Winding voltages — чўлғамлардаги кучланишлар;
- Winding currents — чўлғамлардаги тоқлар;
- Flux and excitation current (I_{mag_IRm}) — салт юриш оқими ва тоқи;
- Flux and magnetization current (I_{mag}) — магнитлаш оқими ва тоқи;

All Measurements (V, I, Flux) — ҳамма кучланишлар, тоқлар ва магнит оқимлар.

Чўлғамларнинг актив қаршилиқлари, индуктивликлари ва магнитлаш занжирининг параметрлари нисбий бирликларда чизиқли трансформаторнинг моделидаги сингари киритилади.

Магнитланиш характеристикаси ночизиқли трансформаторнинг моделидагига ўхшаш тарзда берилади.

Уч фазали уч чўлғамли трансформаторнинг моделидан фойдаланишга мисол 14.5.19-расмда кўрсатилган.



3-Phase Source (break) [link]
This block implements a three-phase source in series with a user RL branch.

Parameters

Phase-to-phase rms voltage [V]
[500k]

Phase angle of phase A [degrees]
[0]

Frequency [Hz]
[50]

Internal connection: [Yg]

Specify impedance: [Yes]

Source resistance [Ω]
[5.55]

Source inductance [mH]
[0.221]

OK Cancel Help

Three-Phase Breaker (break) [link]
Connect this block in series with the three-phase element you want to switch. You can define the breaker using directly from the dialog box or apply an external logical signal. If you check the External control box, the external control input will appear.

Parameters

Initial status of breakers: [Closed]

Switching of phase A
 Switching of Phase B
 Switching of phase C

Transition times [s]
[0.05]

Sample time of the external time [s]
[0]

External control of switching times

Breakers resistance [Ohm] [0.01]

Switchers resistance [Ohm] [100e6]

Switchers capacitance [pF] [inf]

Measurements: [break as current]

OK Cancel Help

Three-Phase Transformer (Three Windings) (break) [link]
This block implements a three-phase transformer by using three single-phase transformers. Set the winding connection to 'Yy' when you want to access the neutral point of the Wye (for winding 1 and 2 only).

Parameters

Post Configuration: [None]

Neutral point and frequency [Pr/N/N] [inf/50]

Winding 1 (ABC) connection: [Yg]
Winding parameters [V1 Ph-Ph(Wm), R1[Ω], L1[mH]]
[500k/0.002/0.08]

Winding 2 (abc-2) connection: [Yg]
Winding parameters [V2 Ph-Ph(Wm), R2[Ω], L2[mH]]
[220k/0.002/0.08]

Winding 3 (abc-3) connection: [Yg]
Winding parameters [V3 Ph-Ph(Wm), R3[Ω], L3[mH]]
[15k/0.015/0.33]

Saturable core

Magnetization resistance [kOhm]
[500]

Saturation characteristic [kV] [1, 0.91, 0.82, ...]
[0.0/0.01/2/0/1.52]

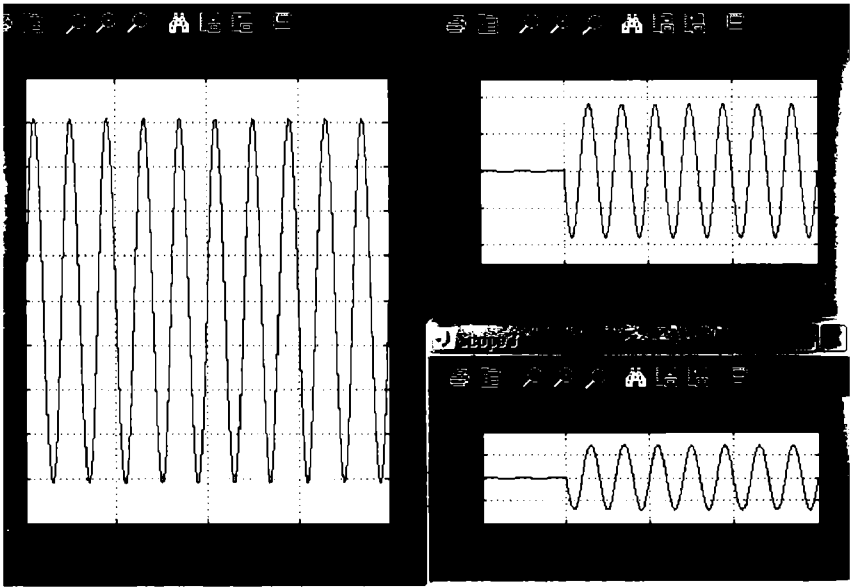
Saturable hysteresis

Specify initial fluxes

Initial fluxes [mWb] [0.0]

Measurements: [Fluxes and magnetization current | I[mag]]

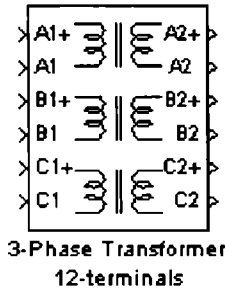
OK Cancel Help



14.5.19-расм. Уч фазали уч чўлгамли трансформаторнинг моделидан фойдаланишга мисол

**14.5.20. Уч фазали чизикли трансформатор (12-чикишли)
Three-phase Linear Transformer (12-terminals)**

Пиктограммаси:



Вазифаси:

Уч фазали чизикли трансформаторни моделлайди. Модел учта би-зали чизикли трансформаторлардан тузилган. Блок трансформаторларнинг ҳар бир чиқиши учун алоҳида қисмаларга эга.

Параметрларини ўрнатиш ойнаси:

Three-phase Linear Transformer 12-terminals (mask) (link)

This block implements three single-phase two-winding transformers. All winding terminals are accessible.

Parameters

[Three-phase rated power(VA) Frequency (Hz)]

[10e6 60]

Winding 1 : [phase voltage(Vrms) R(pu) X(pu)]:

[10e3 0.002 0.05]

Winding 2 : [phase voltage(Vrms) R(pu) X(pu)]:

[25e3 0.002 0.05]

Magnetizing branch : [Rm(pu) Xm(pu)]:

[200 200]

OK Cancel Help Apply

ирлари:

ase rated power and frequency [Pn(VA) fn(Hz)]

ли номинал тўла қувват (ВА) ва номинал час

1 parameters [V1(Vrms) R1(pu) L1(pu)]:

чи чўлғамнинг параметрлари. Чўлғам кучл:

вчи қиймати (В), чўлғамнинг актив қаршили

дуктивлиги (н.б.).

2 parameters:

лчи чўлғамнинг параметрлари. Чўлғам кучл

вчи қиймати (В), чўлғамнинг актив қаршили

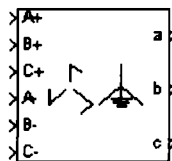
дуктивлиги (н.б.).

ation branch [Rm(pu) Lm(pu)]:

лаш занжирининг қаршилиги (н.б.) ва инд

1. Бирламчи чўлғами зигзагга уланган уч фаз ансформатор Zigzag Phase-Shifting Transformer

амма:



Zigzag
Phase-Shifting Transformer

чўлғами зигзагта уланган уч фазали транс
 Модел учта уч фазали трансформатор асоси
 . магнит ўзак материали магнитланиш хар:
 зикчилигини ҳисобга олиш мумкин.
 ларини ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters Zigzag Phase-Shifting Transf

[100e6 60]

10e3

[30e3 +15]

Yg

[0.0032 0.08]

[0.002 0.08]

[0.002 0.08]

500

[0.0 ; 0.0024,1.2 ; 1.0,1.52]

None

ларини:

power and frequency [Pn(VA) fn(Hz)];
 трансформаторнинг номинал қуввати (ВА) ва част
 отота (Hz) [zigzag] nominal voltage Vp [Vrms Ph-Ph];
 трансформатор бирламчи чўлғами номинал линия
 қилувчи қиймати].

Secondary nominal voltage and phase shift [V3(Vrms Ph-Ph) Phi(Deg)]:

[Трансформатор иккиламчи чўлғами номинал линия кучланишининг таъсир қилувчи қиймати ва иккиламчи чўлғам кучланишининг фазавий силжиши (эл. град)].

Secondary winding (abc) connection :

[Иккинчи чўлғамнинг уланиш схемаси]. Ушбу параметрнинг қиймати куйидаги жадвалдан танланади:

- Y — юлдуз;
- Yn — нейтралли юлдуз;
- Yg — ерга уланган нейтралли юлдуз;
- Delta(D1) — биринчи гуруҳли учбурчак;
- Delta(D11) — ўн биринчи гуруҳли учбурчак.

Winding 1 (zig-zag) : [R1(pu) L1(pu)]:

[Биринчи чўлғамнинг параметрлари]. Бир фазали уч чўлғамли трансформатор биринчи чўлғамининг актив қаршилиги (нисбий бирликларда) ва индуктивлиги (нисбий бирликларда).

Winding 2 (zig-zag) : [R2(pu) L2(pu)]:

[Иккинчи чўлғамнинг параметрлари]. Бир фазали уч чўлғамли трансформатор биринчи чўлғамининг актив қаршилиги (нисбий бирликларда) ва индуктивлиги (нисбий бирликларда).

Winding 3 (secondary): [R3(pu) L3(pu)]:

[Учинчи чўлғамнинг параметрлари]. Бир фазали уч чўлғамли трансформатор биринчи чўлғамининг актив қаршилиги (нисбий бирликларда) ва индуктивлиги (нисбий бирликларда).

Saturable core:

[Тўйинувчи магнит ўзақ]. Байроқча белгиланган бўлса трансформаторнинг модели ночизикли бўлади.

Magnetizing branch: [Rm(pu) Lm(pu)]:

[Магнитлаш занжирининг параметрлари]. Магнитлаш занжирининг актив қаршилиги (н.б.) ва индуктивлиги (н.б.). Параметр Saturable core байроқчаси ўрнатилмаган бўлса ўринли (чизикли трансформатор моделланади).

Magnetization resistance Rm(pu):

[Магнитланиш занжирининг қаршилиги (нисбий бирликларда)]. Параметр Saturable core байроқчаси ўрнатилмаган бўлса ўринли.

Saturation characteristic (pu) [i1 , phi1 ; i2 , phi2 ; ...]:

[Тўйинувчи магнит ўзақнинг характеристикаси]. Магнитловчи ток ва магнит оқимининг қийматлари нисбий бирликларда берилади. Параметр ночизикли трансформаторни моделлашда ўринли (Saturable core байроқчаси ўрнатилганда).

Measurements:

[Ўлчанадиган ўзгарувчилар]. Ушбу параметрнинг қиймати қуйидаги рўйхатдан танланади:

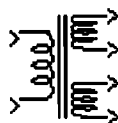
- None — ўлчаш учун ўзгарувчилар танланмаган;
- Phase voltages — чўлғамларнинг фаза кучланишлари;
- Phase currents — чўлғамларнинг фаза тоқлари;
- Fluxes and excitation current ($I_{mag} + IR_m$) — салт юриш оқими ва тоқи;
- Fluxes and magnetization current (I_{mag}) — магнитлаш оқими ва тоқи;

All Measurements (V, I, Fluxes) — ҳамма кучланишлар, тоқлар ва магнит оқимлар.

Чўлғамларнинг актив қаршилиқлари, индуктивлиқлари ва магнитлаш занжирининг параметрлари нисбий бирликларда чизиқли трансформаторнинг моделидаги сингари киритилади.

14.5.22. Чизиқли трансформатор Linear Transformer

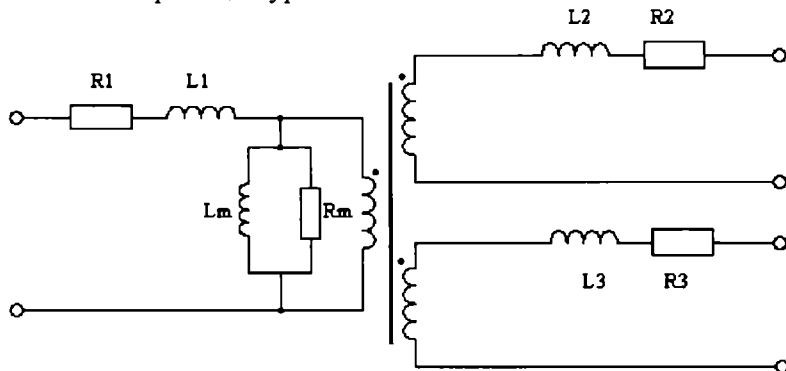
Пиктограммаси:



Linear Transformer

Вазифаси:

Уч ёки икки чўлғамли бир фазали трансформаторни моделлайди. Магнит ўзак материали магнитланиш характеристикасининг нозизиқлилиги ҳисобга олинмайди. Трансформаторнинг алмаштириш схемаси 14.41-расмда кўрсатилган.



14.5.22-расм. Трансформаторнинг алмаштириш схемаси

Three windings linear transformer.

Parameters

Nominal power and frequency [Pn(VA) fn(Hz)]:

[250e6 60]

Winding 1 parameters [V1(Vrms) R1(pu) L1(pu)]:

[735e3/sqrt(3) 0.002 0.08]

Winding 2 parameters [V2(Vrms) R2(pu) L2(pu)]:

[315e3/sqrt(3) 0.002 0.08]

Winding 3 parameters [V3(Vrms) R3(pu) L3(pu)]:

[60e3 0.005 0.02]

Winding 4 parameters [V4(Vrms) R4(pu) L4(pu)]:

[500 500]

None

Apply

лари:

power and frequency [Pn(VA) fn(Hz)]:

и тўла кувват (ВА) ва номинал частота (Гц)]

1 parameters [V1(Vrms) R1(pu) L1(pu)]:

чўлғамнинг параметрлари. Чўлғамдаги кувватнинг қиймати (В), чўлғамнинг актив қаршилик кўрсаткичи (н.б.).

2 parameters:

чўлғамнинг параметрлари. Чўлғамдаги кувватнинг қиймати (В), чўлғамнинг актив қаршилик кўрсаткичи (н.б.).

ings transformer:

ли трансформатор]. Байроқча белгиланган иккиламчи чўлғам, белгиланмаса битта.

3 parameters:

чўлғамнинг параметрлари. Чўлғамдаги кувватнинг қиймати (В), чўлғамнинг актив қаршилик кўрсаткичи (н.б.).

Magnetization resistance and reactance [Rm(pu) Lm(pu)]:

[Магнитланиш занжирининг қаршилиги (н.б.) ва индуктивлиги (н.б.)].

Measurements:

[Ўлчанадиган ўзгарувчилар]. Параметрнинг киймати куйидаги рўйхатдан олинади:

- Winding voltages — чўлғамларнинг кучланишлари;
- Winding currents — чўлғамларнинг токлари;
- Magnetization current — магнитлаш токи;
- All voltages and currents — ҳамма ток ва кучланишлар.

Чўлғамларнинг актив қаршиликлари ва индуктивликлари ҳамда магнитлаш занжирининг параметрлари нисбий бирликларда бериллади. Ҳар бир чўлғам учун қаршилик ва индуктивликларнинг нисбий кийматлари куйидаги ифодаларга асосан ҳисобланади:

$$R_* = \frac{R}{R_6},$$

$$L_* = \frac{L}{L_6},$$

бу ерда R_* и L_* — қаршилик ва индуктивликларнинг нисбий кийматлари, R ва L — қаршилик ва индуктивликларнинг абсолют кийматлари,

$$R_6 = \frac{U_n^2}{P_n},$$

— базис қаршилик,

$$L_6 = \frac{R_6}{2 \cdot \pi \cdot f_n}$$

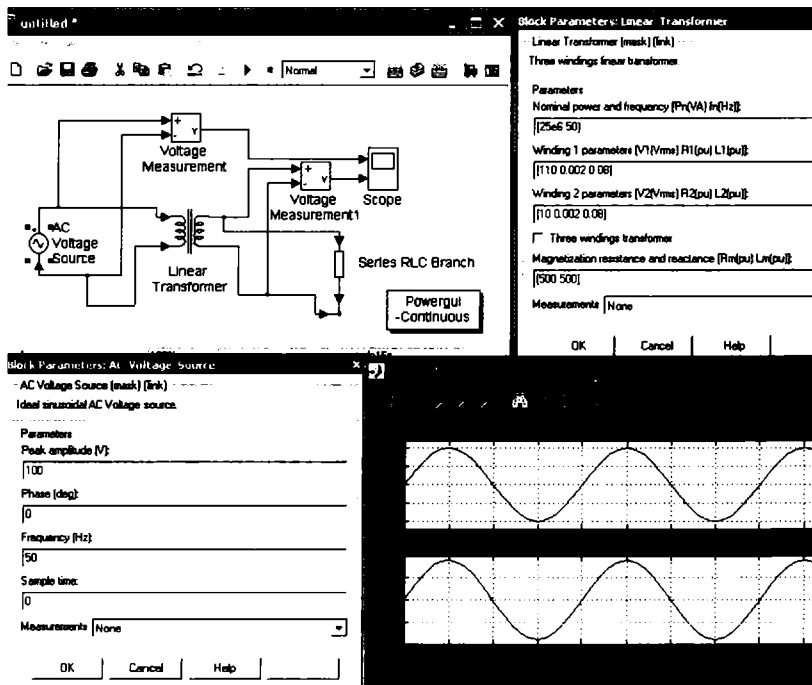
— базис индуктивлик,

U_n — чўлғамнинг номинал кучланиши, f_n — номинал частота.

Магнитлаш занжирининг параметрларини магнитлаш токининг кийматидан фойдаланиб топиш мумкин. Магнитлаш токи номинал токка нисбатан % ларда бериллади.

Мисол:

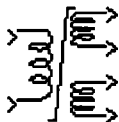
Актив юклamani таъминлаш учун икки чўлғамли чизикли трансформатордан фойдаланилган схема 14.5.22-расмда кўрсатилган.



14.5.23-расм. Актив юклamani таъминлаш учун икки чўлғамли чизикли трансформатордан фойдаланилган схема

14.5.23. Ночизикли трансформатор Saturable Transformer

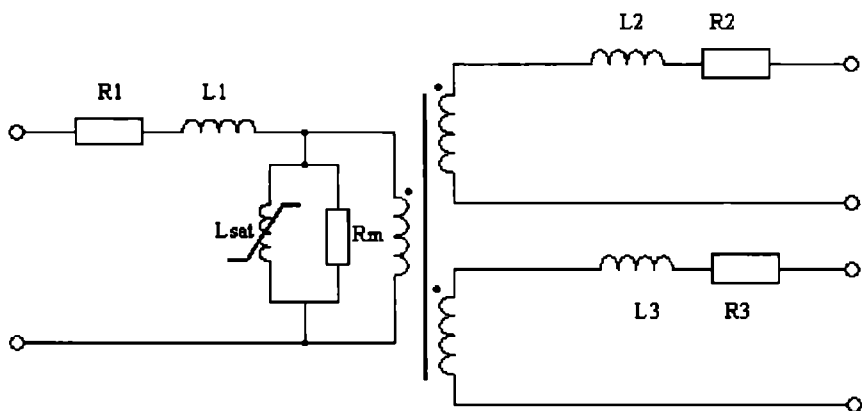
Пиктограммаси:



Saturable Transformer

Вазифаси:

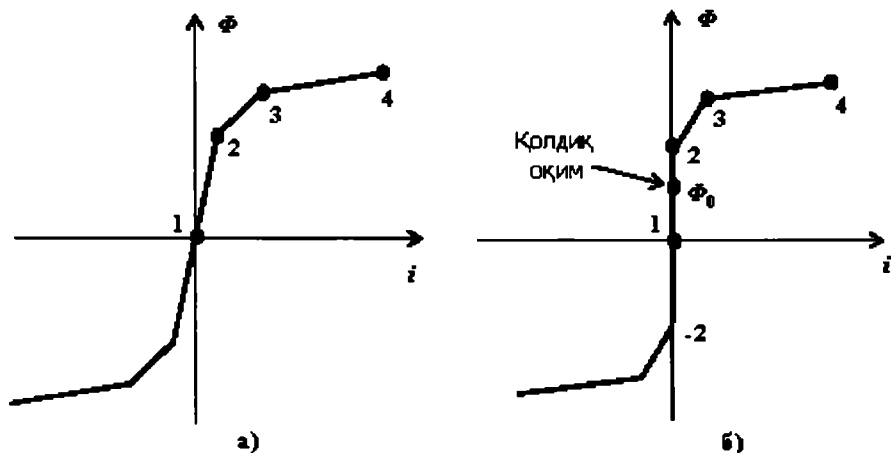
Уч ёки икки чўлғамли бир фазали трансформаторни моделла оделда магнит ўзак материали магнитланиш характеристикаси очизиклилиги ҳисобга олинган. Трансформаторнинг алмашти ремаси 14.5.23.1-расмда кўрсатилган.



14.5.23.1-расм. Ночизикли трансформаторнинг алмаштириш схемаси

Моделда магнитлаш занжирининг қаршилиги R_m магнит ўзақдаги актив исрофларни ва ночизикли индуктивлик L_{sat} магнит ўзақнинг тўйинишини ҳисобга олади.

Моделда ночизикли характеристика, магнит ўзақдаги магнит оқим ва магнитлаш токи орасидаги боғланиш чизикли қисмлардан иборат бўлган боғланиш кўринишида берилади (14.5.23.2 а-расм). Моделда магнит ўзақдаги қолдиқ магнит оқимни киритиш имконияти ҳам мавжуд. Ушбу ҳолда ночизикли характеристиканинг иккинчи нуктаси нолга тенг бўлган токка мос бўлиши керак (14.5.23.2 б-расм).



14.5.23.2-расм. Ночизикли трансформаторнинг магнит ўзағидаги магнит оқим ва магнитлаш токи орасидаги боғланиш

рларини ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters: Saturable Transformer x

Saturable Transformer (mask) (link)
Three winding saturable transformer.

Parameters

Nominal power and frequency [Pn(VA) fn(Hz)]:
[35e3 60]

Winding 1 parameters [V1(Vrms) R1(pu) L1(pu)]:
[10000 0.002 0.08]

Winding 2 parameters [V2(Vrms) R2(pu) L2(pu)]:
[240 0.002 0.08]

Three windings transformer

Winding 3 parameters [V3(Vrms) R3(pu) L3(pu)]:
[240 0.002 0.08]

Saturation characteristic [I1(pu) phi1(pu); i2 phi2; ...]:
[0 0; 0.1 1.2; 1.3 2.6; 2.5; 4 12]

Core loss resistance and initial flux [Rm(pu) phi0(pu)] or [Rm(pu)] only:
[500 0.8]

Simulate hysteresis

Measurements None

рлари:

power and frequency [Pn(VA) fn(Hz)]:

[тўла қувват (ВА) ва номинал частота (Гц)]

[parameters [V1(Vrms) R1(pu) L1(pu)]:

[чўлғамнинг параметрлари. Чўлғам кучл
зчи қиймати (В), чўлғамнинг актив қаршил
[уктивлиги].

] parameters:

[чўлғамнинг параметрлари. Чўлғам кучл
зчи қиймати (В), чўлғамнинг актив қаршил
[уктивлиги].

dings transformer:

мли трансформатор]. Байроқча ўрнатилса т
пккиламчи чўлғамга ёки ўрнатилмаса битта
бўлади.

] parameters:

[Учинчи чўлғамнинг параметрлари. Чўлғам кучланишининг таъсир қилувчи қиймати (В), чўлғамнинг актив қаршилиги (н.б.) ва сочилиш индуктивлиги].

Saturation characteristic [$i_1(\varphi)$ $\varphi_1(\varphi)$; $i_2 \varphi_2$; ...]:

[Магнит ўзакнинг тўйиниш характеристикаси].

Core loss resistance and initial flux [$R_m(\varphi)$ $\varphi(\varphi)$] or [$R_m(\varphi)$] only:

[Магнитлаш занжирининг қаршилиги (н.б.) ва қолдик оқим (н.б.) ёки фақат магнитлаш занжирининг қаршилиги (н.б.).

Simulate hysteresis:

[Гистерезис моделлаш]. Байроқча белгиланса магнитлаш характеристикасида гистерезис ҳисобга олинади.

Hysteresis Data Mat file:

[Гистерезис характеристикасини ўз ичига олувчи маълумотлар файлининг номи]. Маълумотлар файли Powergui блоки ёрдамида ҳосил қилиниши мумкин.

Measurements:

[Ўлчанадиган ўзгарувчилар]. Параметрнинг қиймати қуйидаги рўйхатдан танланади:

- Winding voltages — чўлғамлардаги кучланишлар;
- Winding currents — чўлғамлардаги тоқлар;
- Flux and excitation current (I_{mag_IRm}) — магнит оқими ва салт юриш тоқи;
- Flux and magnetization current (I_{mag}) — магнит оқими ва магнитловчи тоқ;
- All Measurements (V, I, Flux) — ҳамма кучланишлар, тоқлар ва оқим.

Чўлғамларнинг актив қаршиликлари ва индуктивликлари ҳамда магнитлаш занжирининг қаршиликлари нисбий бирликларда чизиқли трансформаторнинг моделидагига ўхшаш тарзда киритилади.

Магнитлаш характеристикаси (0, 0) нуқтадан бошлаб магнитловчи тоқ ва оқим қийматларининг жуфтликлари билан берилади. Тоқ ва оқимнинг нисбий қийматлари қуйидаги ифодалардан аниқланади:

$$I_* = \frac{I}{I_0},$$
$$\Phi_* = \frac{\Phi}{\Phi_0},$$

бу ерда

I_* и Φ_* — қаршилик ва индуктивликнинг нисбий қийматлари,

I и Φ — қаршилик ва индуктивликнинг абсолют қийматлари,

$$I_6 = \frac{P_n}{U_1} \sqrt{2},$$

– базис ток,

$$\Phi_6 = \frac{V_1}{2 \cdot \pi \cdot f_n} \sqrt{2}$$

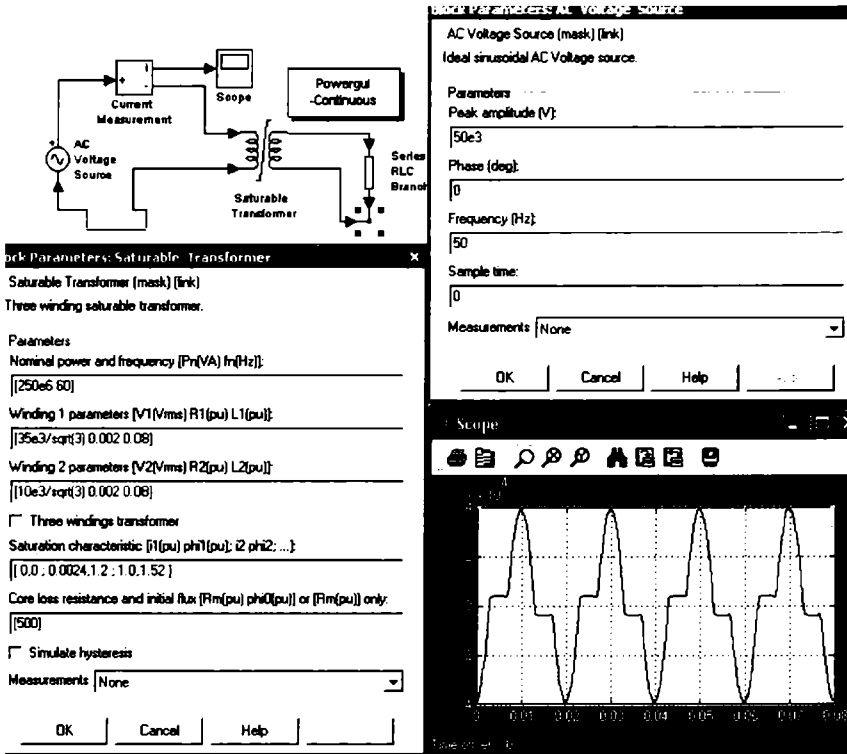
– базис оқим,

U_1 — бирламчи чўлғамнинг номинал кучланиши,

f_n — номинал частота.

Мисол:

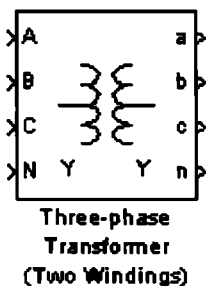
Икки чўлғамли ночизикли трансформаторнинг актив юклама ланиш схемаси 14.5.23.3-расмда келтирилган. Расмдаги осцилл раммадан трансформаторнинг бирламчи токи ночизикли характер га эканлигини кўриш мумкин.



14.5.23.3-расм. Икки чўлғамли ночизикли трансформаторнинг актив юклама гуланиш схемаси

фазали икки чўлғамли трансформатор T_1 Transformer (Two Windings)

маси:



амли уч фазали трансформаторни моделли трансформатор асосида бажарилган. Моделнинг асосий параметрларини ва унинг асосий характеристикасининг нозичликлари:

парини ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters: Three phase Transformer (1)

[250e6 , 60]

Yn

[424.35e3 , 0.002 , 0.08]

Yn

[315e3 , 0.002 , 0.08]

500

500

None

Apply

Параметрлари:

Nominal power and frequency [Pn(VA) fn(Hz)]:

[Трансформаторнинг номинал қуввати (ВА) ва частотаси (Гц)].

Winding 1 (ABC) connection [Y, Yn, Yg, Delta(D1), Delta(D11)]:

[Бирламчи чўлғамнинг уланиш схемаси]. Параметрнинг қиймати куйидаги рўйхатдан олинади:

- Y — юлдуз,
- Yn — нейтралли юлдуз,
- Yg — нейтралли ерга уланган юлдуз,
- Delta(D1) — биринчи гуруҳли учбурчак (юлдузга уланишга нисбатан кучланиш 300 эл. градусга олдинга силжиган),
- Delta(D11) — ўн биринчи гуруҳли учбурчак (юлдузга уланишга нисбатан кучланиш 300 эл. градусга орқада қолади).

Winding 1 parameters [V1 Ph-Ph(V), R1(pu), L1(pu)]

[Бирламчи чўлғамнинг параметрлари]. Линия кучланиши (В), чўлғамнинг актив қаршилиги (н.б.) ва индуктивлиги (н.б.).

Winding 2 (abc) connection [Y, Yn, Yg, Delta(D1), Delta(D11)]

[Иккиламчи чўлғамнинг уланиш схемаси]. Параметрнинг қиймати куйидаги рўйхатдан олинади:

- Y — юлдуз,
- Yn — нейтралли юлдуз,
- Yg — нейтралли ерга уланган юлдуз,
- Delta(D1) — биринчи гуруҳли учбурчак (юлдузга уланишга нисбатан кучланиш 300 эл. градусга олдинга силжиган),
- Delta(D11) — ўн биринчи гуруҳли учбурчак (юлдузга уланишга нисбатан кучланиш 300 эл. градусга орқада қолади).

Winding 2 parameters [U2 Ph-Ph(V), R2(pu), L2(pu)]:

[Иккиламчи чўлғамнинг параметрлари]. Линия кучланиши (В), чўлғамнинг актив қаршилиги (н.б.) ва индуктивлиги (н.б.).

Saturable core:

[Тўйинувчи магнит ўзак]. Байроқча белгиланса трансформаторнинг модели ночизикли бўлади.

Magnetization resistance Rm(pu):

[Магнитловчи занжирнинг қаршилиги (н.б.).

Magnetization inductance Lm(pu):

[Магнитловчи занжирнинг индуктивлиги (н.б.)]. Параметр чизикли трансформаторни моделлашда ўринли (Saturable core байроқчаси белгиланмаган).

Saturation characteristic (pu) [$i_1, \phi_{i1}; i_2, \phi_{i2}; \dots$]

[Магнит ўзакнинг тўйиниш характеристикаси]. Магнитловчи ток ва магнит оқимининг қийматлари нисбий бирликларда берилади. Параметр ночизикли трансформаторни моделлашда ўринли (Saturable core байроқчаси белгиланган).

Simulate hysteresis:

[Гистерезис моделлаш]. Байроқча белгиланса магнитлаш характеристикасида гистерезис ҳисобга олинади.

Hysteresis Data Mat file:

[Гистерезис характеристикасига эга бўлган маълумотлар файлининг номи]. Маълумотлар файлини Powergui блоқи ёрдамида ҳосил қилиш мумкин.

Specify initial fluxes [$\phi_{i0A}, \phi_{i0B}, \phi_{i0C}$]:

[A, B ва C фазалар учун бошланғич магнит оқимлари]. Параметр ночизикли трансформаторни моделлашда ўринли (Saturable core байроқчаси белгиланган).

Measurements:

[Ўлчанадиган ўзгарувчилар]. Параметрнинг қиймати куйидаги рўйхатдан танланади:

- Winding voltages — чўлғамлардаги кучланишлар;
- Winding currents — чўлғамлардаги тоқлар;
- Flux and excitation current (I_{mag_IRm}) — магнит оқими ва салт юриш тоқи;
- Flux and magnetization current (I_{mag}) — магнит оқими ва магнитловчи тоқ;
- All Measurements (V, I, Flux) — ҳамма кучланишлар, тоқлар ва оқим.

Чўлғамларнинг актив қаршилиқлари ва индуктивликлари ҳамда магнитлаш занжирининг қаршилиқлари нисбий бирликларда чизикли трансформаторнинг моделидагига ўхшаш тарзда киритилади.

Магнитлаш характеристикаси ночизикли трансформаторнинг моделидагига ўхшаш тарзда берилади.

Мисол:

14.5.24-расмда уч фазали икки чўлғамли трансформатордан инвертор схемасида фойдаланишга мисол келтирилган

The device block parameter values in a given block may vary with modulation. Set command (M1, M2, M3) to (E, F, G) to bridge.

Depending on the number of bridge arms, refer to the Terminal block parameter list. The block can be used when the bridge arms are phase balanced or unbalanced.

Press Help for details on input() and output().

See pwr()PwrM and pwr()PwrM documentation respectively for application examples of single phase and three phase power using the block.

Parameters

Generator Mode [Generator] [Block]

Series Impedance [R1] [Block]

Series Inductance [L1] [Block]

Series Capacitance [C1] [Block]

Series Resistance [R2] [Block]

Series Inductance [L2] [Block]

Series Capacitance [C2] [Block]

Series Resistance [R3] [Block]

Series Inductance [L3] [Block]

Series Capacitance [C3] [Block]

Phase of output voltage [deg] [Block]

Phase of output voltage [deg] [Block]

Measurements [None] [Block]

OK Cancel Help

Two-Phase Impedance Unbalanced Impedance [Block]

Parameters

Number of bridge arms [2] [Block]

Per configuration [ABC] or output terminal [Block]

Subblock resistance R1 [Ohm] [Block]

Subblock capacitance C1 [pF] [Block]

Power factor device [GET / Output] [Block]

Run [Done] [Block]

Forward voltage [Direct V] [Direct V] [Block]

[1] [1] [1] [Block]

[1] [0] [1] [0] [1] [Block]

[1] [0] [2] [0] [4] [1] [Block]

Measurements [None] [Block]

OK Cancel Help

Three-Phase Impedance Unbalanced Impedance [Block]

Parameters

Number of bridge arms [3] [Block]

Per configuration [ABC] or output terminal [Block]

Subblock resistance R1 [Ohm] [Block]

Subblock capacitance C1 [pF] [Block]

Power factor device [GET / Output] [Block]

Run [Done] [Block]

Forward voltage [Direct V] [Direct V] [Block]

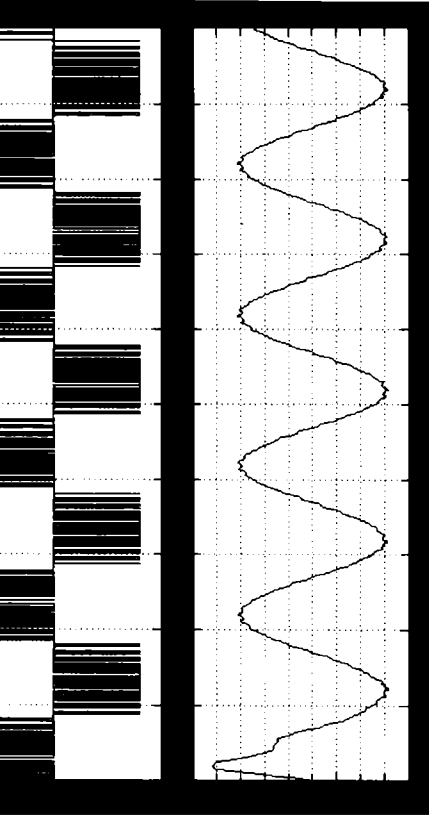
[1] [1] [1] [Block]

[1] [0] [1] [0] [1] [Block]

[1] [0] [2] [0] [4] [1] [Block]

Measurements [None] [Block]

OK Cancel Help

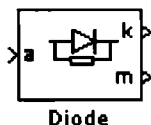


.5.24-расм. Уч фазали икки чўлгамли трансформатордан инвертор схемасид
фойдаланишга мисол

14.6. Power Electronics — куч электроникаси элементлари

14.6.1. Куч диоднинг модели Diode

Пиктограммаси:



Диоднинг модели кетма-кет уланган резистор R_{on} , индуктивлик L_{on} , ўзгармас кучланиш манбаси V_f ва калит SW дан иборат (14.6.1.1-расм). Калитнинг ишлашини мантик блоки бошқаради. Диодда мусбат кучланиш бўлганда ($V_{ak} - V_f$) калит уланади ва прибордан ток ўта бошлайди. Калитнинг (диоднинг) узилиши диоддан ўтаётган ток I_{ak} нолгача пасайганда содир бўлади.

Диод моделининг статик вольт-ампер характеристикаси 14.6.1.2-расмда кўрсатилган.

Моделда диодга параллел демпфирловчи кетма-кет RC — занжир уланган.

Диод параметрларини бериш ойнаси 14.6.1.3-расмда кўрсатилган.

Блокнинг параметрлари:

Resistance R_{on} (Ohm)-[Уланган ҳолатдаги қаршилиги (Ом)];

Inductance L_{on} (H)-[Уланган ҳолатдаги индуктивлиги (Гн)];

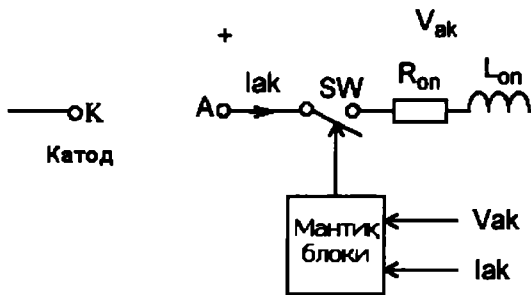
Forward voltage U_f (V)-[Тўғри йўналишдаги кучланиш тушиши (В)];

Initial current I_c (A)-[Токнинг бошланғич қиймати (А)]. Агар унинг қиймати нол бўлса моделлаш диоднинг ёпик ҳолатидан бошланади. Моделлаш диоднинг очик ҳолатидан бошланиши учун токнинг бошланғич қиймати сифатида мусбат қиймат берилиши керак;

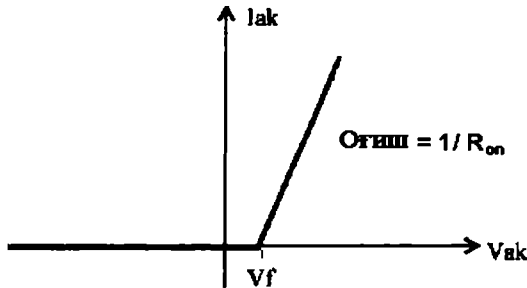
Snubber resistance R_s (Ohm)-[Демпфирловчи занжирнинг қаршилиги (Ом)].

Snubber capacitance C_s (F)-[Демпфирловчи занжирнинг сифими (Ф)].

Блокнинг чиқиш портида (m билан белгиланган) икки элементдан иборат вектор Simulink-сигнал шаклланади. Биринчи элемент — анод токи, иккинчи элемент эса — анод-катод кучланиши.



14.6.1.1-расм. Диоднинг модели



14.6.1.2-расм. Диод моделининг статик вольт-ампер характе...

Block Parameters: Diode x

Diode (mask) (link)

Implements a diode in parallel with a series RC snubber circuit. In on-state the Diode model has an internal resistance (R_{on}) and inductance (L_{on}). For most applications the internal inductance should be set to zero. The Diode impedance is infinite in off-state mode.

Parameters

Resistance R_{on} (Ohms):

Inductance L_{on} (H):

Forward voltage V_f (V):

Initial current I_c (A):

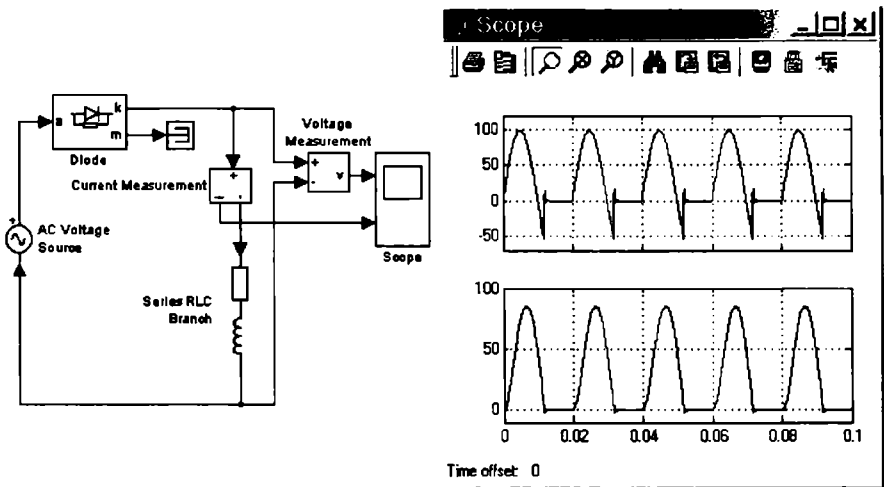
Snubber resistance R_s (Ohms):

Snubber capacitance C_s (F):

14.6.1.3-расм. Диод параметрларини бериш ойнаси

Мисол:

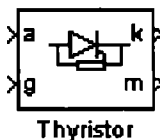
Актив-индуктив юкламага ишловчи битта ярим даврли тўғри-лагичнинг модели 14.6.1.4-расмда кўрсатилган.



14.6.1.4-расм. Актив-индуктив юкламага ишловчи битта ярим даврли тўғрилагичнинг модели

14.6.2. Тиристор Thyristor, Detailed Thyristor

Пиктограммаси:

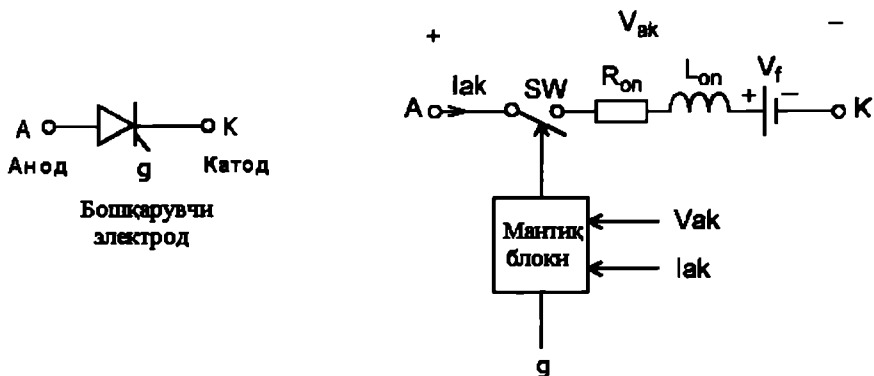


Вазифаси:

Тиристорни моделлайди. SimPowerSystem библиотекасида тиристорнинг иккита модели мавжуд: Thyristor (соддалаштирилган модел) ва Detailed Thyristor (аниклаштирилган модел).

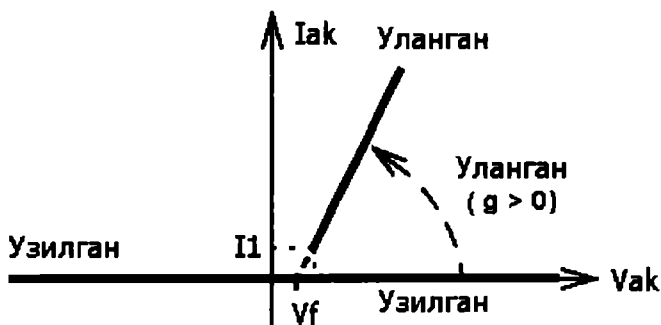
Тиристорнинг соддалаштирилган модели кетма-кет уланган резистор R_{on} , индуктивлик L_{on} , доимий кучланиш манбаси V_f ва калит SW дан иборат (14.6.2.1-расм). Калитнинг ишлашини мантиқ блоки бошқаради. Тиристорда мусбат кучланиш ($V_{ak} - V_f$) ва бошқарувчи электродда (g) мусбат сигнал бўлганда калит уланади ва прибордан ток ўта бошлайди. Тиристордан ўтаётган ток I_{ak} нолгача пасайганда калит узилади (тиристор ёпилади).

Аниқлаштирилган моделда бошқарувчи импульснинг давомийлиги тиристор уланаётган вақтда анод токи тиристорнинг ушлаб туриш токидан (I_1) катта бўлиши учун етарли бўлиши керак. Акс ҳолда тиристор очилмайди. Тиристор ёпилаётган вақтда манфий анод-катод кучланишни қўйиш вақти тиристорнинг ёпилиш вақтидан (T_q) катта бўлиши керак.



14.6.2.1-расм. Тиристорнинг соддалаштирилган модели

Тиристор моделининг уланган ва узилган ҳолати учун статик вольт-ампер характеристикалари 14.6.2.2-расмда кўрсатилган.



14.6.2.2-расм. Тиристор моделининг уланган ва узилган ҳолати учун статик вольт-ампер характеристикалари

Моделда тиристорга параллел демпфирловчи функцияни бажарувчи кетма-кет RC-занжир уланган.

Параметрларини киритиш ойнаси:

Block Parameters Thyristor x

- Thyristor (mask) (link)

Thyristor in parallel with a series RC snubber circuit. In on-state the Thyristor model has an internal resistance (R_{on}) and inductance (L_{on}). For most applications the internal inductance should be set to zero. In off-state the Thyristor as an infinite impedance.

- Parameters

Resistance R_{on} (Ohms):

1e-03

Inductance L_{on} (H):

0

Forward voltage V_f (V):

0.8

Initial current I_c (A):

0

Snubber resistance R_s (Ohms):

10

Snubber capacitance C_s (F):

4.7e-6

OK

Cancel

Help

Apply

параметрлари:

ζ_{on} (Ohm):

элатдаги қаршилик (Ом)],

L_{on} (H):

элатдаги индуктивлик (Гн)].

таге U_f (V):

алишдаги кучланиш тушиши (В)].

nt I_c (A):

ошланғич қиймати (А)]. Ушбу параметр

лса моделлаш тиристорнинг ёпиқ ҳол

ан бўлса тиристорнинг очик ҳолатида (

istance R_s (Ohm):

овчи занжирнинг қаршилиги (Ом)].

capitance C_s (F):

овчи занжирнинг сиғими (Ф)].

urrent I_i (A):

иш токининг қиймати (А)]. Ушбу пара

гирилган моделида берилади.

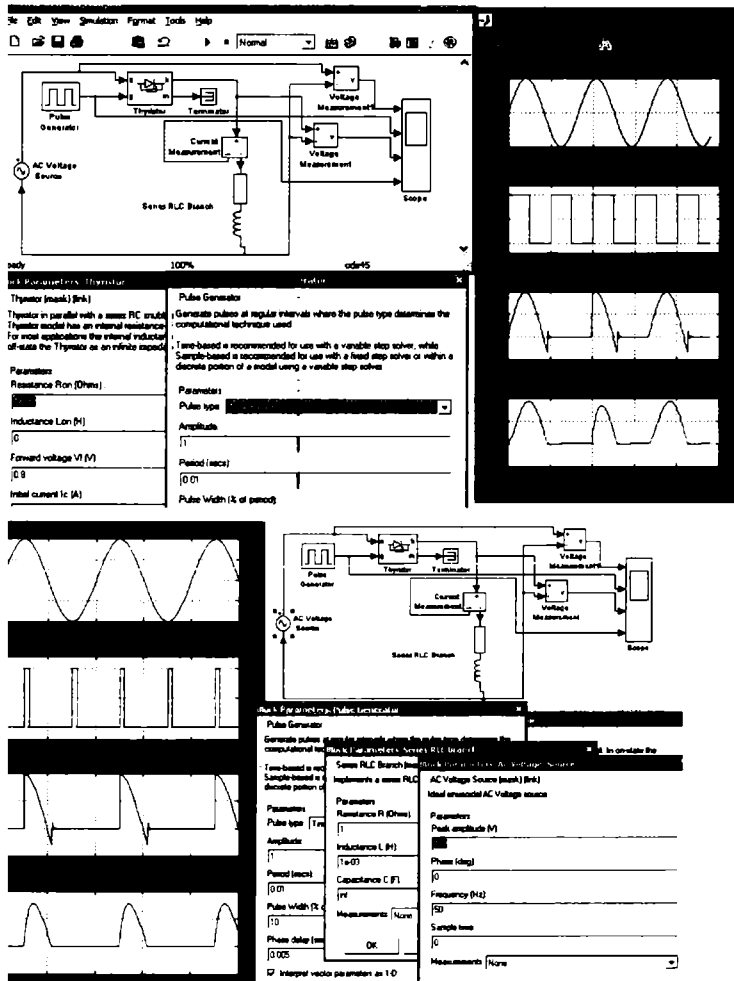
е T_q (s):

кти (с)]. Ушбу параметр тиристорнинг ан

лади.

окнинг чиқиш портида (m билан белгиланган) икки элемент бўлган вектор Simulink-сигнал шаклланади. Унинг битти — тиристорнинг анод токи, иккинчиси — тиристор сатод кучланиши.

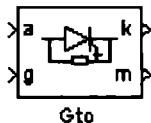
исол: Актив индуктив юклагамага ишловчи битта ярим давралиги келтирилган. Тиристорнинг ишловчи импульслар Pulse Generator блоки ёрдамида шаклланди, бунда тиристорни бошқариш бурчагининг қиймати генератор (Pulse Generator) фазавий кечиктириш давомийлиги (t) билан аниқланади.



4.6.2.3-расм. Актив индуктив юклагамага ишловчи битта ярим давралиги келтирилган. Тиристорнинг ишловчи импульслар Pulse Generator блоки ёрдамида шаклланди, бунда тиристорни бошқариш бурчагининг қиймати генератор (Pulse Generator) фазавий кечиктириш давомийлиги (t) билан аниқланади.

14.6.3. Тўла бошқарилувчи тиристор GTO Thyristor

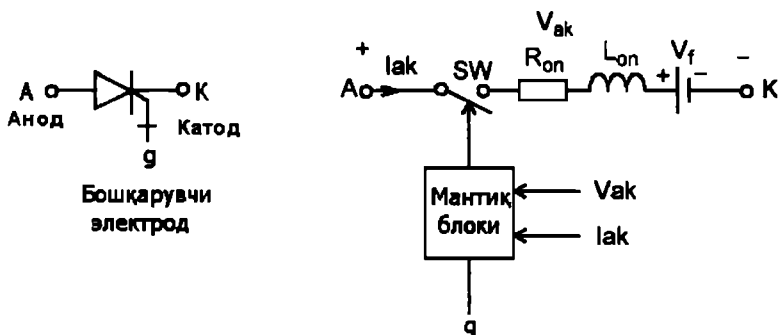
Пиктограммаси:



Вазифаси:

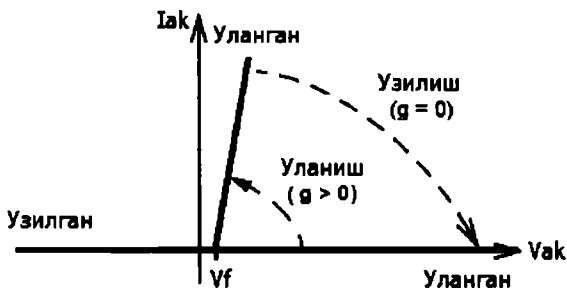
Тўла бошқарилувчи тиристорни моделлайди.

Тўла бошқарилувчи тиристорнинг модели кетма-кет уланган резистор R_{on} , индуктивлик L_{on} , доимий кучланиш манбаси V_f ва калит SW дан иборат (14.6.3.1-расм). Мантик блоки калитнинг ишлашини бошқаради. Тиристорда мусбат кучланиш ($V_{ak} - V_f$) ҳамда бошқарувчи электродида(g) мусбат сигнал бўлганда калит уланади ва прибордан ток ўта бошлайди. Приборни узиш (ёпиш) учун бошқарувчи сигнални нолга тенг бўлган қийматгача камайтириш етарли. GTO- тиристор анод токи нолгача камайганда ҳам ёпилади.



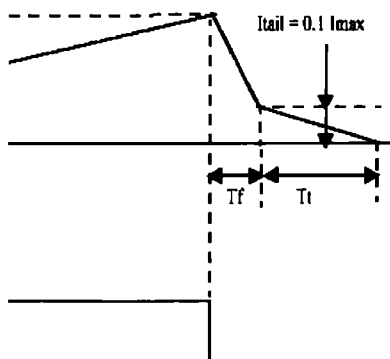
14.6.3.1-расм. Тўла бошқарилувчи тиристорнинг модели

Тўла бошқарилувчи тиристорнинг уланган ва узилган ҳолатлари учун статик вольт-ампер характеристикалари 14.6.3.2-расмда келтирилган.



14.6.3.2-расм. Тўла бошқарилувчи тиристорнинг уланган ва узилган ҳолатлари учун статик вольт-ампер характеристикалари

орга параллел, демпфирлаш ва
 эжир уланган. Бундан ташқари
 ҳам ҳисобга олинган. Тиристор
 а бўлинган (14.6.3.3-расм). Би
 тидаги токнинг (I_{max}) ўндан б
 Tf) ва иккинчи участка анод
 кечикиши (чўзилиши)ни хар:



1.3-расм. Тиристорнинг ёпилиш жар:

қрини бериш ойнаси:

Block Parameters: Gto ✖

Gto (mask) (link)

Implements a GTO thyristor in parallel with a series RC snubber circuit. In on-state the GTO model has internal resistance (R_{on}) and inductance (L_{on}). In off-state the GTO model has infinite impedance. The internal inductance cannot be set to zero.

Discretization of the GTO is available only through the Universal Bridge block.

Parameters:

Resistance R_{on} (Ohms):

Inductance L_{on} (H):

Forward voltage V_f (V):

Current 10% fall time T_f (s):

Current tail time T_t (s):

Initial current I_c (A):

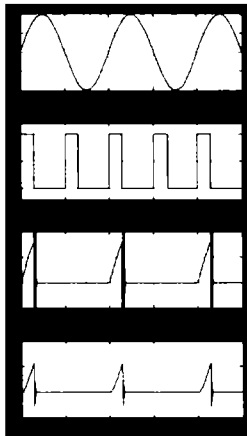
Snubber resistance R_s (Ohms):

Snubber capacitance C_s (F):

ε параметрлари:
се Ron (Ohm):
н ҳолатдаги қарши
се Lon (H):
н ҳолатдаги индук
voltage U_f (V):
йўналишдаги кучла
10% fall time T_f (s)
г узилиш моменти,

tail time T_t (s):
ш (чўзилиш) вақт
атан 10% дан нолга
urrent I_c (A):
г бошланғич қийм
бўлса моделлаш
илган бўлса тирис
resistance R_s (Ohm)
ирловчи занжирни
capacitance C_s (F):
ирловчи занжирни
г m билан белгилан
ган вектор Simulink
ристорнинг анод
, кучланиши.

с кучланиш ростла
ибу ростлагичнинг
бошқарувчи импулс



14.6.3.4-расм. Импульс

14.6.4. Биполяр IGBT транзистор

Затвори изоляцияланган биполяр IGBT транзисторнинг модели кетма-кет резистор R_{on} , индуктивлик L_{on} , ўзгармас кучланиш манбаси V_f ва калит SW дан иборат (14.6.4.1-расм). Мантик блоки калитни бошқаради. IGBT транзистор очилиши учун коллектор-эмиттер кучланиши мусбат ва V_f дан катта ҳамда унинг затворига мусбат ($g > 0$) сигнал берилиши керак. IGBT транзистор затворидаги кучланиш нолгача ($g = 0$) камайганда ёпилади. Коллектор-эмиттер кучланиши манфий бўлганда транзистор ёпик ҳолатда бўлади.

IGBT транзистор моделининг уланган ва узилган ҳолатлари учун статик вольт-ампер характеристикалари 14.6.4.2-расмда кўрсатилган.

Моделда транзисторга параллел демпфирловчи функцияни бажарувчи кетма-кет RC-занжир уланган.

Моделда транзисторнинг ёпилиш вакти ҳам ҳисобга олинган. Ёпилиш жараёни иккита участкага бўлинган (14.6.4.3-расм) ва пасайиш вакти (T_f) ҳамда кечикиш вакти (T_r) билан характерланади. Пасайиш вақтида ток $0,1I_{max}$ гача камаяди, бу ерда I_{max} — тиристорнинг ёпилиш momentiдаги максимал ток. Кечикиш вақтида эса ток $0,1I_{max}$ дан нолгача пасаяди.

IGBT транзисторнинг параметрларини ўрнатиш ойнаси 14.6.4.4-расмда кўрсатилган.

IGBT транзисторнинг параметрлари:

Resistance R_{on} (Ohm) — [Уланган ҳолатдаги қаршилиқ (Ом)];

Inductance L_{on} (H) — [Уланган ҳолатдаги Индуктивлик (Гн)];

Forward voltage V_f (V) — [Тўғри йўналишдаги кучланиш пасайиши (В)];

Current 10% fall time T_f (s) — [Ёпилиш жараёнида токнинг $0,1I_{max}$ гача пасайиш вақти (с)];

Current tail time T_t (s) — [Кечикиш вақти (с). Токнинг $0,1I_{max}$ дан нолгача пасайиш вақти];

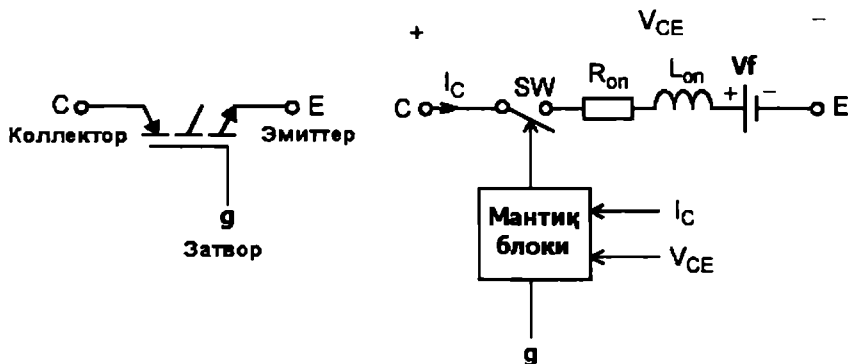
Initial current I_c (A) — [Токнинг бошланғич қиймати (А)]. Агар унинг қиймати нол бўлса моделлаш транзисторнинг ёпик ҳолатидан бошланади. Моделлаш транзисторнинг очик ҳолатидан бошланиши учун токнинг бошланғич қиймати сифатида мусбат қиймат берилиши керак;

Snubber resistance R_s (Ohm) — [Демпфирловчи занжирнинг қаршилиги (Ом)];

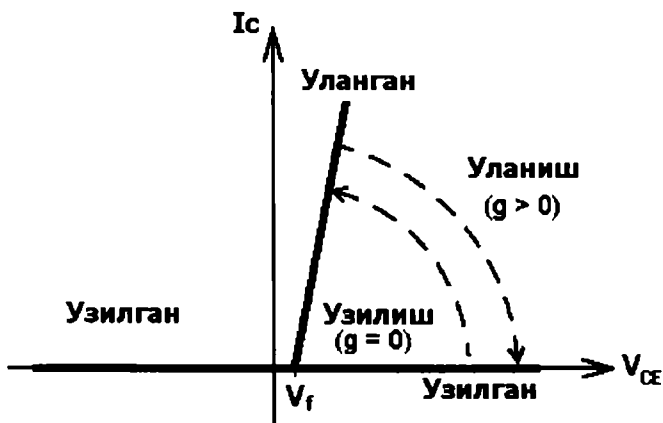
Snubber capacitance C_s (F) — [Демпфирловчи занжирнинг сифими (Φ)].

Блокнинг чиқиш портида (m билан белгиланган) икки элементдан иборат вектор Simulink-сигнал шаклланади. Биринчи элемент — транзисторнинг коллектор-эмиттер токи, иккинчи элемент эса — транзисторнинг коллектор-эмиттер кучланиши.

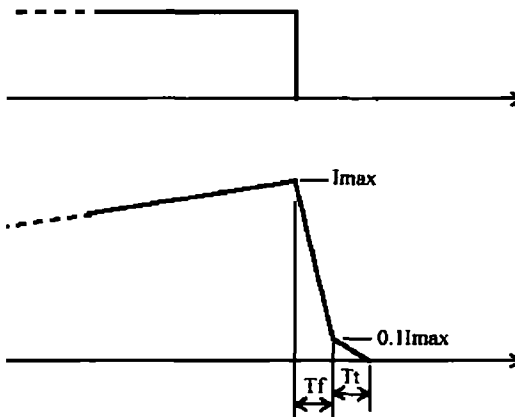
Нореверсив кенглик-импульс ўзгармас кучланиш ўзгарткичи моделининг схемаси 14.6.4.5-расмда кўрсатилган. Унда транзистор юклагага нисбатан параллел уланган. Расмда актив-сигим юклагадаги кучланиш ва токнинг графиклари ҳам келтирилган.



14.6.4.1-расм. Затвори изоляцияланган биполяр IGBT транзисторнинг модели



14.6.4.2-расм. IGBT транзистор моделининг уланган ва узилган ҳолатлари учун статик вольт-ампер характеристикалари



4.3-расм. IGBT транзисторнинг ёпилиш жара

Block Parameters: IGBT ✕

- IGBT (mask) (link)

Implements an IGBT device in parallel with a series RC snubber circuit. In on-state the IGBT model has internal resistance (R_{on}) and inductance (L_{on}). In off-state the IGBT model has infinite impedance. The internal inductance cannot be set to zero.

Discretization of the IGBT is available only through the Universal Bridge block.

- Parameters

Resistance R_{on} (Ohms):

Inductance L_{on} (H):

Forward voltage V_f (V):

Current 10% fall time T_f (s):

Current tail time T_t (s):

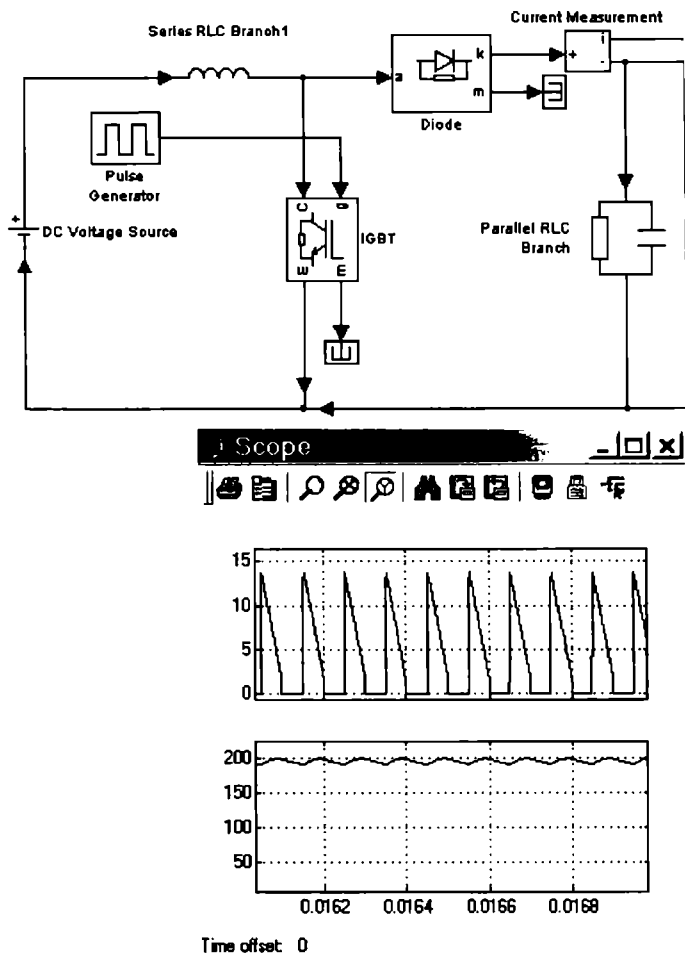
Initial current I_c (A):

Snubber resistance R_s (Ohms):

Snubber capacitance C_s (F):

OK
Cancel
Help
Apply

м. IGBT транзисторнинг параметрларини ўрнат



14.6.4.5-расм. Нореврсив кенглик-импульс ўзгармас кучлани моделининг схемаси

14.6.5. Mosfet транзистор

Вазифаси: параллел уланган тескари диодли майд зисторини моделлайди.

Mosfet транзисторнинг модели кетма-кет уланган индуктивлик L_{on} ва калит SW дан иборат (14.6.5.1-блоки калитнинг ишини бошқаради. Mosfet транзис кучланиши мусбат ва затворига мусбат сигнал ($g >$ очилади. Затвордаги сигнал нолгача камайганда ($g =$

зистор ёпилади. Сток-исток кучланиши манфий бўлганда транзистор ёпик ҳолатда бўлади ва ток тескари диод орқали ўтади.

Mosfet транзистор моделининг статик вольт-ампер характеристикалари уланган ва узилган ҳолатлар учун 14.6.5.2-расмда кўрсатилган.

Моделда Mosfet транзисторга параллел демпфирловчи кетма-кет RC-занжир уланган.

Mosfet транзисторнинг параметрларини ўрнатиш ойнаси 14.6.5.3-расмда келтирилган

Mosfet транзисторнинг параметрлари:

MOSFET on-state resistance R_{on} (Ohm): [Уланган ҳолатдаги қаршилиги (Ом)].

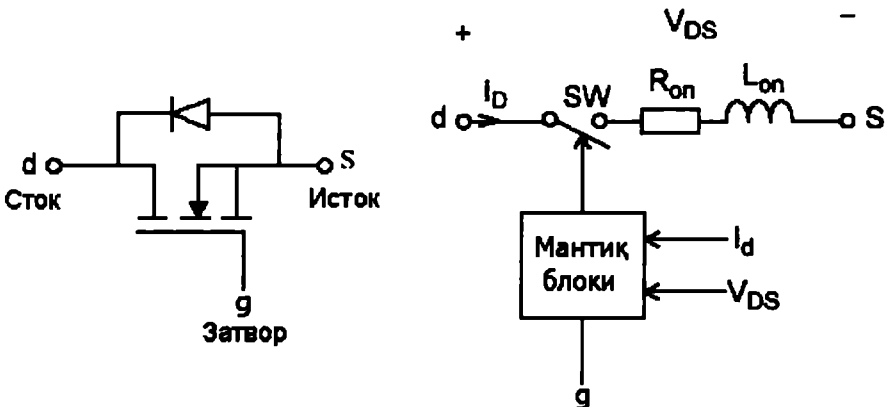
MOSFET on-state inductance L_{on} (H): [Уланган ҳолатдаги индуктивлиги (Гн)].

Initial current I_c (A): [Токнинг бошланғич қиймати (А)]. Ушбу параметрнинг қиймати нол бўлса моделлаш транзисторнинг ёпик ҳолатидан бошланади, мусбат бўлса очик ҳолатидан бошланади.

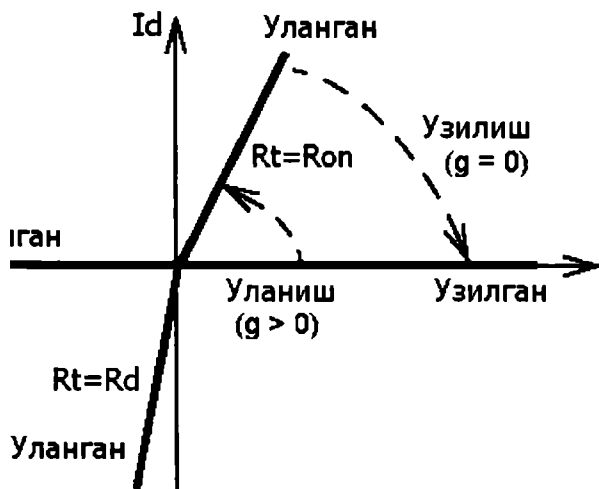
Snubber resistance R_s (Ohm): [Демпфирловчи занжирнинг қаршилиги (Ом)].

Snubber capacitance C_s (F): [Демпфирловчи занжирнинг сиғими (Ф)].

Блокнинг m билан белгиланган чиқиш портида икки элементдан иборат бўлган вектор Simulink-сигнал шаклланади. Унинг биринчи элементи — транзисторнинг сток-исток токи ва иккинчи элементи-транзисторнинг сток-исток кучланиши бўлади.



14.6.5.1-расм. Mosfet транзисторнинг модели



5.2-расм. Mosfet транзистор моделининг статик вольт-ампер характеристикалари

Block Parameters Mosfet

- Mosfet (mask) (link)

MOSFET in parallel with a series RC snubber circuit. In on-state the MOSFET model has internal resistance (R_{on}) and inductance (L_{on}). In off-state the MOSFET model has infinite impedance. The internal inductance cannot be set to zero. Discretization of the MOSFET is available only through the Universal Bridge block.

Parameters

MOSFET on-state resistance R_{on} (Ohms):

MOSFET on-state inductance L_{on} (H):

Internal diode resistance R_d (Ohms):

Initial current I_c (A):

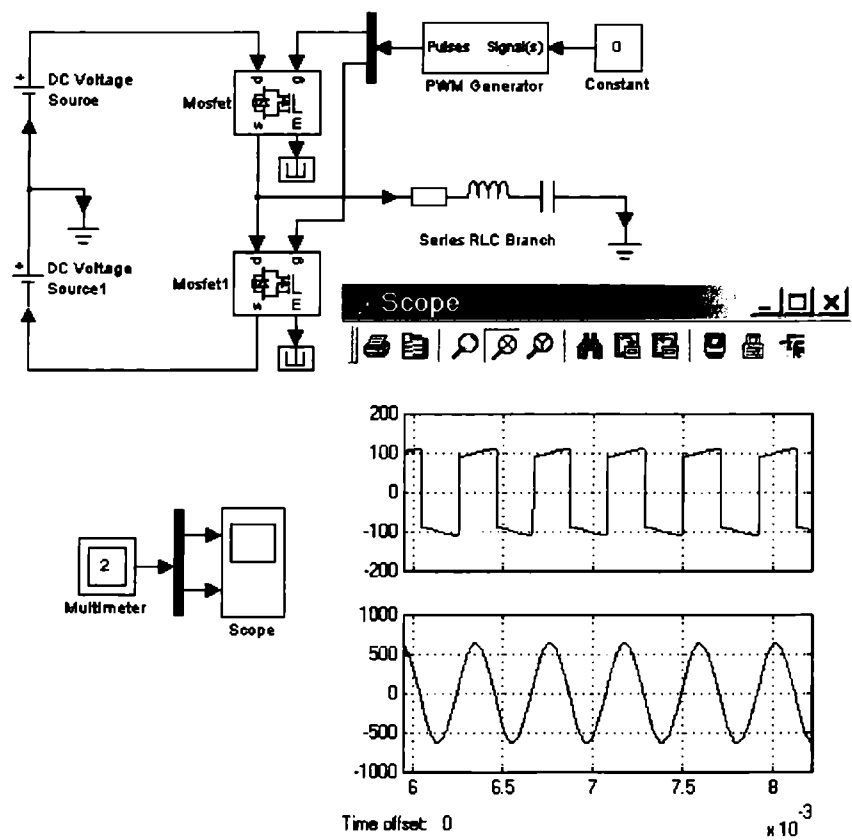
Snubber resistance R_s (Ohms):

Snubber capacitance C_s (F):

расм. Mosfet транзисторнинг параметрларини ўрнатиш

Мисол:

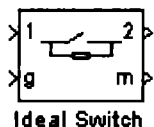
Резонанс юкламага ишловчи ярим кўприкли бир фазали инвертор схемасининг модели 14.6.5.4-расмда кўрсатилган.



14.6.5.4-расм. Резонанс юкламага ишловчи ярим кўприкли бир фазали инвертор схемасининг модели

14.6.6. Идеал калит Ideal Switch

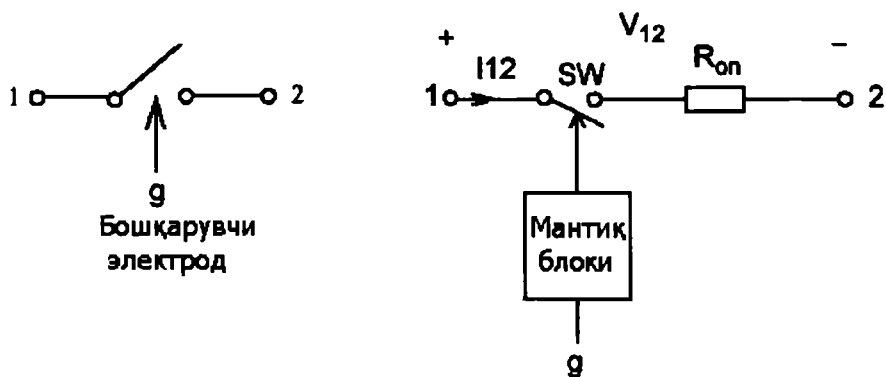
Пиктограммаси:



Вазифаси:

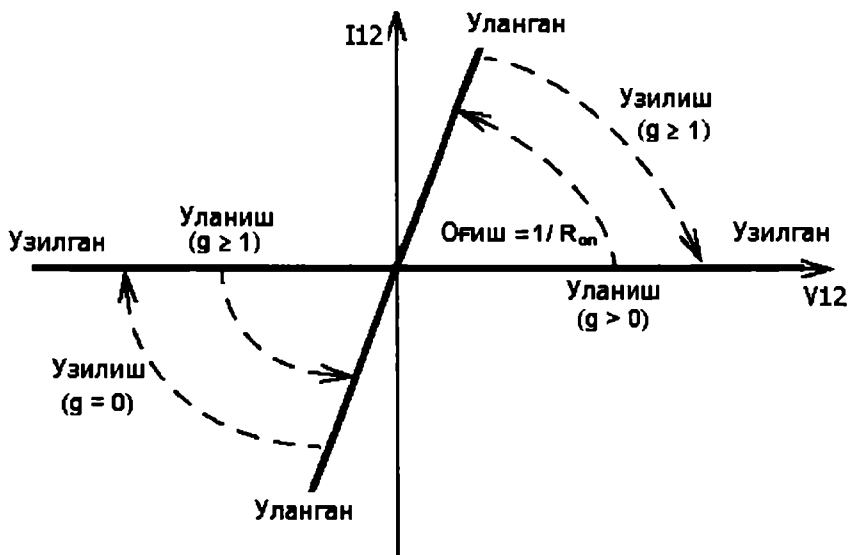
Идеал калитни моделлайди.

Калитнинг модели кетма-кет уланган R_{on} резистор ва SW клитдан иборат (14.6.6.1-расм). Мантик блоки калитнинг ишлашини бошқаради. Калит бошқарувчи киришига бирлик мусбат сигнал ($g \geq 1$) берилганда уланади, затворидаги сигнал нолгача камайганда ($g = 0$)узилади.



14.6.6.1-расм. Идеал калитни модели

Уланган ва узилган ҳолатлар учун калит моделининг статик вольт-ампер характеристикалари 14.6.6.2-расмда келтирилган.



14.6.6.2-расм. Калит моделининг статик вольт-ампер характеристикалари

калит контактларига параллел демпфирлаш ва кетма-кет RC-занжир уланган.

трларни бериш ойнаси:

Block Parameters: Ideal Switch x

[Ideal Switch \(mask\) \(link\)](#)

Switch controlled by a gate signal, in parallel with a series RC snubber circuit. In on-state the Switch model has an internal resistance (Ron). In off-state this internal resistance is infinite. The internal resistance must be greater than zero.

The switch model is on-state when the gate signal (g) is set to 1.

Parameters

Internal resistance Ron (Ohms):

Initial state (0 for 'open', 1 for 'closed'):

Snubber resistance Rs (Ohms):

Snubber capacitance Cs (F):

из параметрлари:

иче Ron (Ohm);

ин ҳолатдаги қаршилиги (Ом)],

tate:

нғич ҳолат]. Ушбу параметрнинг қиймати калит
н 1 ва ёпик ҳолати учун 0 берилади.

· resistance Rs (Ohm):

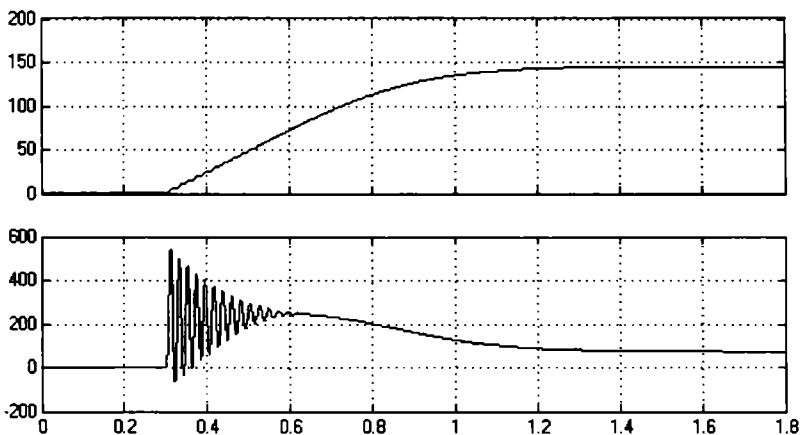
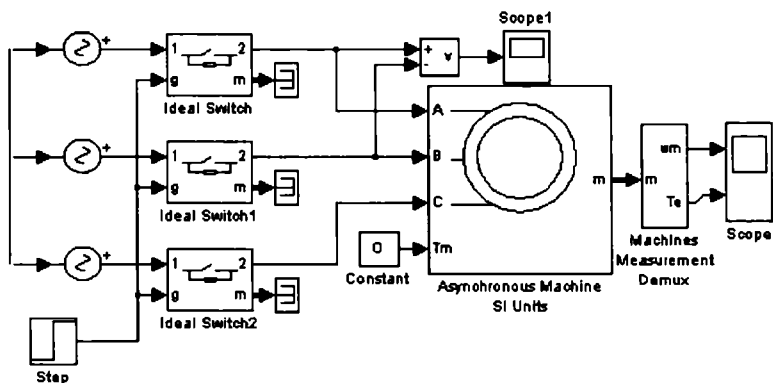
ирловчи занжирнинг қаршилиги (Ом)].

· capacitance Cs (F):

ирловчи занжирнинг сифими (Ф)].

нг m билан белгиланган чиқиш портида икки эл
ринчиси-калитдаги ток, иккинчиси-калитдаги қ
ulink-сигнал ҳосил бўлади.

он электр двигателни учта калит (Ideal Switch)
иаш схемасининг модели 14.6.6.3-расмда. Калит
и сигналлар Step блоки ёрдамида ҳосил қилина

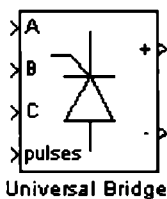


Time offset: 0

14.6.6.3-расм. Асинхрон электр двигателни учта калит (Ideal Switch) ёрдамида манбага улаш схемасининг модели

14.6.7. Универсал кўприк Universal Bridge

Пиктограммаси:



Универсал кўприкнинг модели қуйидагиларни танлаш имкониятини беради:

- кўприк елкаларининг сони (1 дан 3 гача);
- ярим ўтказгичли приборларнинг тури (диодлар, тиристорлар, идеал калит, тўла бошқарилувчи GTO тиристорлар, IGBT ва MOSFET транзисторлар).

Моделда А, В ва С қисмаларнинг турини (кириш ёки чиқиш) ҳам танлаш мумкин (14.6.7.1-расм).

Универсал кўприкнинг параметрларини ўрнатиш ойнаси 14.6.7.2-расмда келтирилган.

Универсал кўприкнинг параметрлари: Number of bridge arms — [Кўприкдаги елкалар сони]. Рўйхатдан олинади: 1, 2 ёки 3; Port configuration — [Портларнинг конфигурацияси]. Ушбу параметр портнинг қайси қисмалари кириш ва қайсилари чиқиш қисмалари бўлишини белгилайди. Унинг қиймати қуйидаги рўйхатдан олинади:

- ABC as input terminals — А, В и С қисмалар кириш бўлади;
- ABC as output terminals — А, В и С қисмалар чиқиш бўлади.

Snubber resistance R_s (Ohm) — [Демпфирловчи занжирнинг каршилиги (Ом)]; Snubber capacitance C_s (F) — [Демпфирловчи занжирнинг сиғими (Ф)]; Power Electronic device — [Кўприкнинг ярим ўтказгичли қурилмаларининг тури]. Ушбу параметрнинг қиймати қуйидаги рўйхатдан олинади:

- Diodes — диодлар;
- Thyristors — тиристорлар;
- GTO / Diodes — тескари диод билан шунтланган тўла бошқарилувчи тиристорлар;
- MOSFET / Diodes — тескари диод билан шунтланган MOSFET-транзисторлар;
- IGBT / Diodes — тескари диод билан шунтланган IGBT-транзисторлар;
- Ideal Switches — идеал калит.

Measurements — [Ўлчанадиган ўзгарувчилар]. Ушбу параметр Multimeter блокига ўтказиладиган ўзгарувчиларни танлаш имкониятини беради. Танланган ўзгарувчиларни кейинчалик Score блоки ёрдамида кўриш мумкин. Ўлчанадиган ўзгарувчиларни қуйидаги

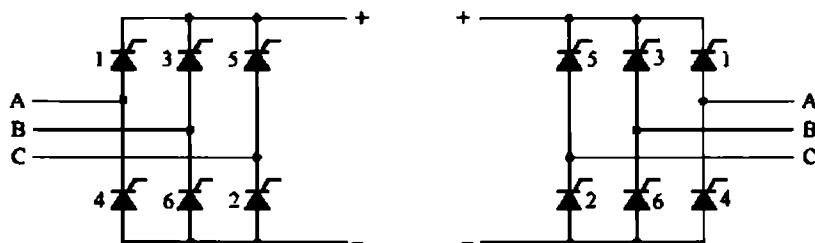
рўйхатдан танлаш мумкин:

- None — ўзгарувчилар танланмаган;
- Device voltages — ярим ўтказгичли қурилмадаги кучланишлар;
- Device currents — ярим ўтказгичли қурилмаларнинг тоқлари;
- UAB UBC UCA UDC voltages — кўприк қисмаларидаги кучланишлар;
- All voltages and currents — кўприкнинг ҳамма кучланиш ва тоқлари.
- Multimeter блокида акс эттириладиган сигналлар куйидагича белгиланади:
- Usw1, Usw2, Usw3, Usw4, Usw5, Usw6 — калитлардаги кучланишлар;
- Isw1, Isw2, Isw3, Isw4, Isw5, Isw6 — калитларнинг тоқлари;
- Uab, Ubc, Uca, Udc — кўприкнинг қисмаларидаги кучланишлар.

Юқорида келтирилган параметрлардан ташқари диалог ойнасида танланган ярим ўтказгичли приборлар учун ҳам параметрлар берилади.

Актив-индуктив юкламага ишловчи уч фазали тиристорли тўғрилагичнинг схемаси 14.6.7.3-расмда келтирилган. Тўғрилагич инвертор режимига 0,06 с га тенг бўлган вақт momentiда ўтказилади. Графиклардан кўриниб турганидек, бунда тўғрилагичнинг чиқиш кучланиши ишорасини ўзгартиради.

Тесқари диод билан шунтланган IGBT-транзисторларда бажарилган бир фазали инверторнинг схемаси 14.6.7.4-расмда келтирилган. Инверторнинг юкласи резонанс характерга эга бўлганлиги сабабли ундаги ток синусоидал характерга эга.



14.6.7.1-расм. Универсал кўприк Universal Bridge

This block implement a bridge of selected power electronic devices. Series RC snubber circuits are connected in parallel with each switch device. For most applications the internal inductance should be set to zero.

Parameters

Number of bridge arms | 1 |

Port configuration | ABC as input terminals |

Snubber resistance R_s [Ohms] | 1000 |

Snubber capacitance C_s [F] | 0.5e-6 |

Power Electronic device | IGBT / Diodes |

Ron [Ohms] | 1e-4 |

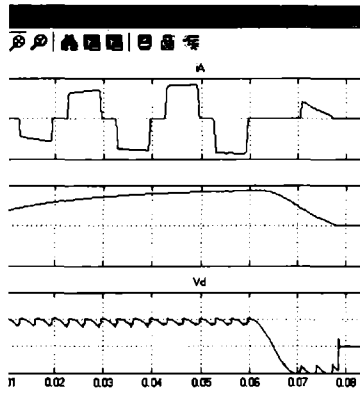
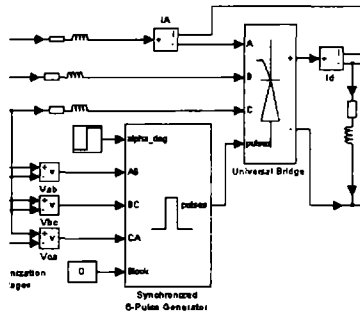
Forward voltages [Device Vt[V], Diode Vtd[V]] | [2 1] |

[Tt (s), Tr (s)] | [1e-6, 2e-6] |

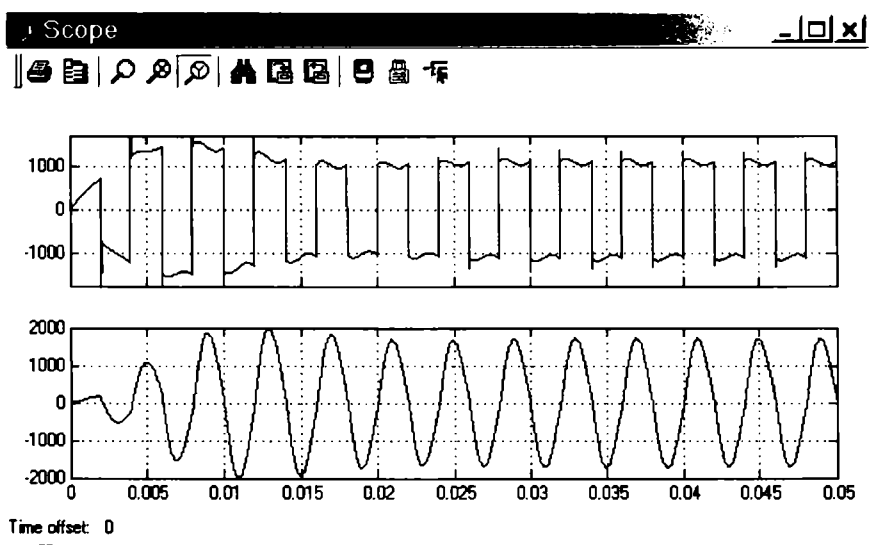
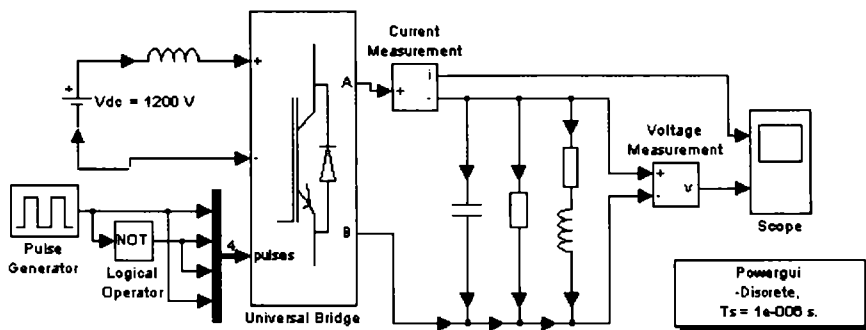
Measurements | |

OK Cancel Help Apply

Universal Bridge блокнинг параметрла



В-индуктив юклага ишловчи уч
тўғрилагичнинг схемаси



14.6.7.4-расм. Тескари диод билан шунтланган IGBT-транзисторларда бажарилган бир фазали инверторнинг схемаси

14.6.8. Кенглик-импульс ўзгарткич бошқариш схемасининг виртуал моделлари

14.6.8.1. Симметрик бошқарилувчи бир елкали кенглик-импульс ўзгарткич

Ўзгармас кучланиш ўзгарткичларига кенглик-импульс (импульснинг давомийлиги билан бошқариладиган) ўзгарткичлар ва ўзгармас ток электр таъминотининг импульс манбалари киради.

Кенглик-импульс ўзгарткичлари (КИЎ) одатда ростланувчи ўзгармас ток электр юритмаларида қўлланилади. Тузилиши бўйича КИЎлар бир елкали (14.6.8.1,а-расм) ва кўприкли (икки елкали

(14.6.8.8, *а-расм*) КИЎларга бўлинади. Бир елкали КИЎлар ўрта нуқтали манбадан таъминланади.

КИЎларни бошқариш учун асосан куйидаги уч усулдан (алгоритмдан) бири қўлланилади: симметрик, носимметрик, навбатли.

Кейинги икки усул фақат кўприкли КИЎларда ишлатилади.

Симметрик бошқариш усулида КИЎ елкаларидаги транзисторлар карама-қарши фазаларда улашиб узилади (14.6.8.1, *г-расм*).

Қарама-қарши э.ю.к. ва R_H, L_H юклама бўлганда симметрик бошқарилувчи КИЎда коммутацион интервалларнинг ҳосил бўлиш кетма-кетлиги ва электромагнит жараёнларни кўрайлик. Схема бўйича юқоридаги VT1 транзистор уланганда ва пастдаги VT2 транзистор узилганда юклама токининг оқиши учун $+U_n, VT1, R_H, L_H, E, -U_n$ занжир ҳосил бўлади (14.6.8.1, *б-расм*). Ушбу интервалда юкламага таъминлаш кучланиши U_n кўйилади, ток эса минимал I_{\min} қийматидан максимал I_{\max} қийматгача ортади (14.6.8.1, *г-расм*). VT1 транзистордаги кучланиш нолга, ток эса юклама токига тенг бўлади.

VT2 транзистордаги кучланиш $2U_n$ га тенг. D2 диод учун ушбу кучланиш манфий ва диоддан ўтаётган ток нолга тенг бўлади. VT2 транзистор уланганда ва VT1 транзистор узилганда юкламанинг индуктивлигида йиғилган энергия ҳисобига ток аввалги йўналишида оқишда давом этади. Бунда 14.6.8.1, *в-расм*да кўрсатилган занжир ҳосил бўлади. Юклама токи э.ю.к. ва U_n манбага нисбатан тескари йўналишда бўлади. Ушбу интервалда юкламадаги кучланиш ўз ишорасини ўзгартиради, ток эса камаяди.

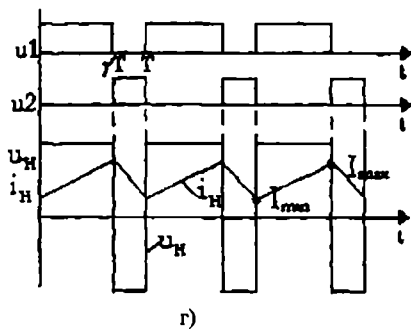
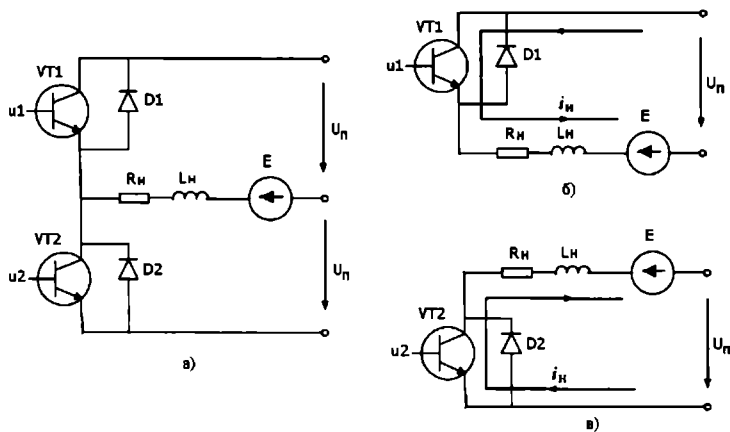
VT1 транзисторга $2U_n$ кучланиш тўғри келади, D2 диод очик бўлади, ундаги кучланиш нолга тенг, ток эса юклама токига тенг бўлади (14.6.8.1, *в-расм*).

Агар ушбу интервалда индуктивликда йиғилган энергия етарли бўлмаса ток нолгача камайиб, кейин ўз йўналишини ўзгартириши мумкин. Бунда ток D2 диоддан VT2 транзисторга ўтади.

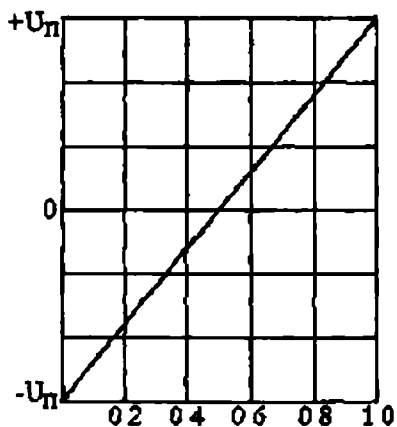
Симметрик бошқаришда юкламада ишораси ўзгарувчи кучланиш шаклланади, ушбу кучланишнинг ўртача қиймати эса куйидаги ифодадан аниқланади:

$$U_H = \frac{1}{T} \int_0^{\gamma T} U_n dt - \frac{1}{T} \int_{\gamma T}^T U_n dt = (2\gamma - 1)U_n, \quad (14.6.8.1)$$

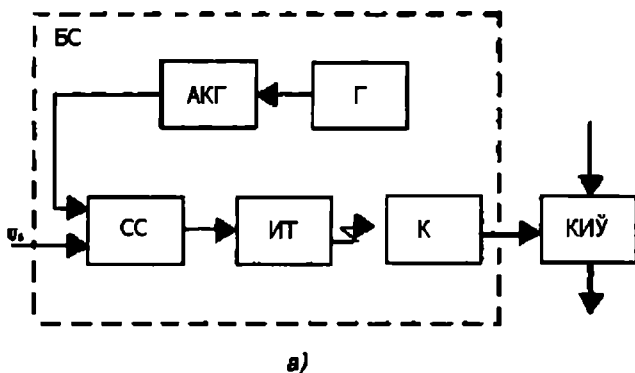
у $\gamma_0 = 0,5$ бўлганда нолга тенг, $\gamma > 0,5$ бўлганда юкламадаги ўртача кучланиш мусбат, $\gamma < 0,5$ бўлганда эса ўртача кучланиш манфий бўлади. Симметрик бошқаришда (14.6.8.1) ифода бўйича ҳисобланган КИЎнинг ростлаш характеристикаси 14.6.8.2-расмда кўрсатилган.



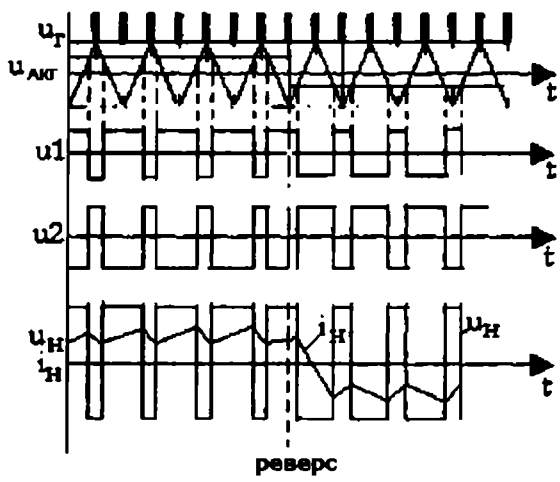
14.6.8.1-расм. Симметрик бошқарилувчи бир елкали КИЎ



14.6.8.2-расм. Симметрик бошқарилувчи КИЎнинг ростлаш характеристикаси



а)



б)

14.6.8.3-расм. КИЎни бошқаришнинг функционал схемаси (а) ва электромагнит жараёнлар (б)

КИЎни симметрик бошқаришни амалга оширадиган функционал схема (БС) 14.6.8.3, а-расмда ва ундаги электромагнит жараёнлар 14.6.8.3, б-расмда кўрсатилган.

Импульслар генератори (Г) билан тактланувчи аррасимон кучланишлар генератори (АКГ) даври Т бўлган аррасимон кучланишни ҳосил қилади. Солиштириш схемаси (СС) релели элемент бўлиб, унинг чиқишидаги сигнал киришидаги ва АКГнинг чиқишидаги кучланишлар тенг бўлганда плюстан минусга ёки тесқарисига ўзгаради (14.6.8.3,б-расм). КИЎни бошқарувчи импульс тарқатгич (ИТ) иккита

чиқишга эга: биринчиси — тўғри, иккинчиси эса — инверс. ИТнинг чиқишидаги импульслар кучайтиргичлар (К) ёрдамида кучайтирилиб VT1, VT2 транзисторларнинг базаларига берилади (14.6.8.1, 14.6.8.3, б-расмлар).

14.6.8.2. КИЎни бошқариш схемасининг виртуал модели

КИЎнинг куч қисми MATLABнинг Universal Bridge блоқи ёрдамида амалга оширилади. Universal Bridge блоқининг параметрларини соzлаш ойнаси 14.6.8.4-расмда келтирилган. Унинг юқори қисмидаги калқиб чиқувчи менюдан 1 рақами танланади. Port configuration майдонида чиқиш портлари сифатида ўзгарувчан ток портлари берилади. Кейинги иккита майдонга снаберларнинг параметрлари киритилади. Power Electronic device майдонидаги калқиб чиқувчи рўйхатдан ярим ўтказгичли куч приборининг тури танланади. Ушбу ҳолда IGBT транзисторлар танланган. Транзистор билан биргаликда тесқари диод ҳам бўлади. Куч қалитининг очик ҳолатдаги параметрлари кейинги иккита майдонда кўрсатилади. Навбатдаги майдонларда куч приборининг динамик параметрлари берилади. Сўнгги майдондаги калқиб чиқувчи менюдан моделлаш вақтида Multimeter блоқи ёрдамида ўлчанадиган катталиқдан танланади.

КИЎни бошқариш схемасининг модели 14.6.8.5-расмда кўрсатилган. У Simulink библиотекасининг асосий блоқлари ёрдамида 14.6.8.3, а-расмда кўрсатилган функционал схемага асосан тузилган.

Бошқариш схемасидаги Repeating Sequence блок аррасимон кучланишлар генераторини амалга оширади. Ушбу генераторнинг соzлаш ойнаси 14.6.8.6-расмда кўрсатилган. Унинг биринчи ойнасида аррасимон кучланишнинг оғиш белгиси ўзгарадиган даврдаги вақт интерваллари, иккинчи майдонида эса ушбу моментларга мос келувчи кучланишлар кўрсатилади. Масалан, 14.6.8.6-расмдан давр 0,002 секунд, аррасимон кучланишнинг амплитудаси 2В ва кучланиш нол қийматга нисбатан симметрик эканлигини кўришимиз мумкин. Sum, Relay блоқлар солиштириш схемасини (14.6.8.3-расмдаги СС блок) амалга оширади. Logical Operator блок сигнални инвертирлайди, Мих блок эса Universal Bridge блоқини бошқариш учун зарур бўлган иккита скаляр сигнални битта вектор сигналга ўзгартиради. Бу ерда шунини тақидлаш керакки, реал схемаларда транзисторни ёпиш учун унинг базасида кичик манфий кучланишни шакллантириш зарур бўлади. Universal Bridge виртуал блоқининг транзисторларини ёпиш учун бундай кучланиш нол бўлиши ҳам мумкин.

ёрдамида олинган бошқариш схемалари 14.6.8.7-расмда кўрсатилган. ЮТнинг чиқишидаги ва пастдаги осбазасига бериладиган кучланишлар

Block Parameters: Universal Bridge

Universal Bridge (mask) (link)

This block implement a bridge of selected power electronics devices. Series RC snubber circuits are connected in parallel with each switch device. For most applications the internal inductance should be set to zero.

Parameters

Number of bridge arms: 1

Port configuration: ABC as input terminals

Snubber resistance Rs (Ohms): 1000

Snubber capacitance Cs (F): 0.5e-6

Power Electronic device: IGBT / Diodes

Ron (Ohms): 1e-4

Forward voltages: [Device Vf(V) , Diode Vfd(V)]

[2 1]

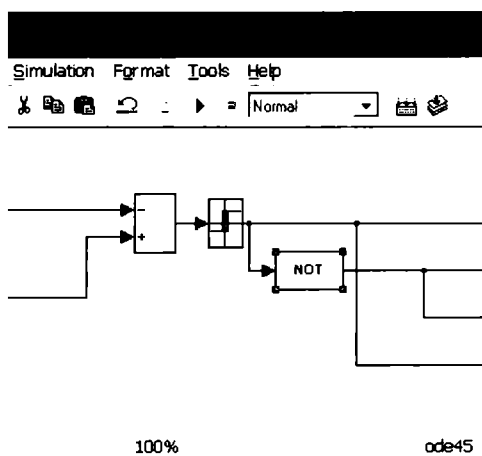
[Tr (s) , Tt (s)]

[1e-6 , 2e-6]

Measurements: All voltage and current

OK Cancel Help Apply

Universal Bridge блокнинг параметрларини



8.5-расм. КИЎни бошқариш схемасининг мо

Repeating table (mask) (link)

Output a repeating sequence of numbers specified in a table of time-value pairs. Values of time should be monotonically increasing.

Parameters

Time values:

[0.0 0.001 0.001 0.002

Output values:

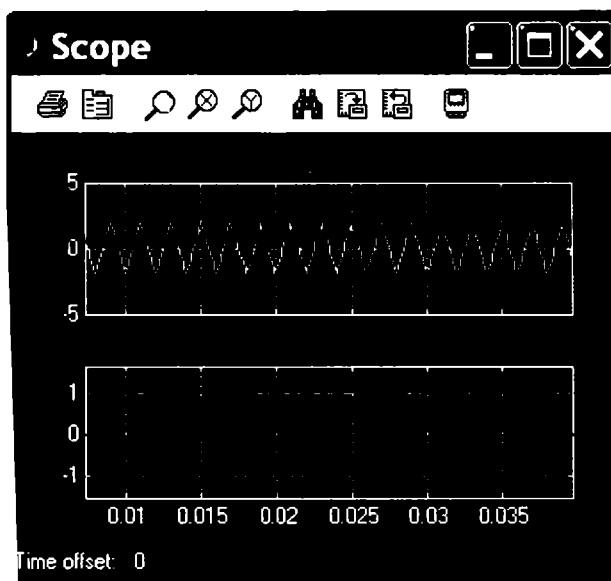
[-2 2 2 -2]

OK

Cancel

Help

14.6.8.6-рас.м. АКГни созлаш ойнаси

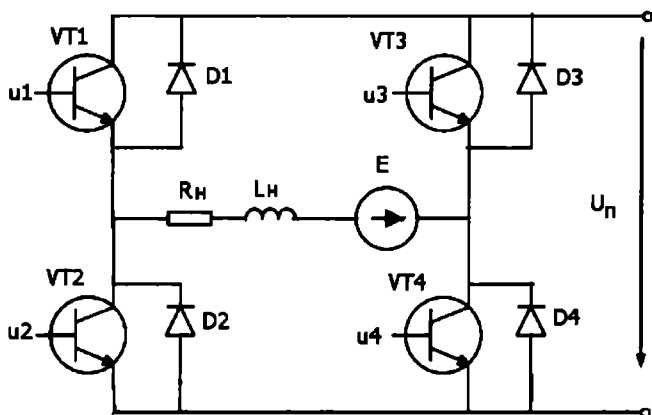


14.6.8.7-рас.м. Моделлаш натижалари

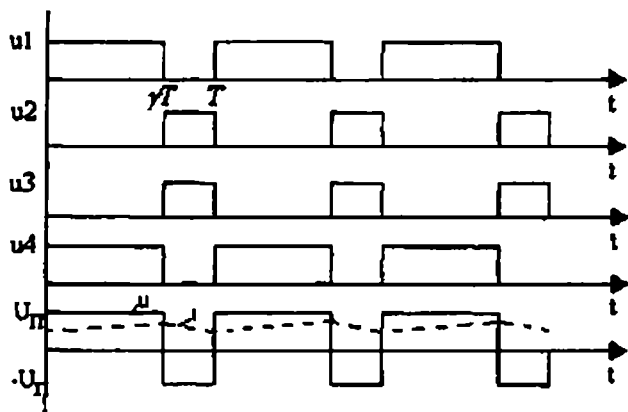
14.6.8.3. Кўприкли кенглик-импульс ўзгарткич

и КИЎнинг принципиал схемаси 14.6.8.8, a_1 — D1 — D4 тескари диодли тўртта VT1 — VT4 лардан иборат. Транзистор калитлардан таш диагонаliga юклама уланган. КИЎ ўзгармас илланади.

Симметрик усул билан бошқарилганда кўприкнинг тўрт тала транзистор калити ҳам уланиб узилиши мумкин. Бунда КИЎнинг чиқишидаги кучланиш ишораси ўзгариб турувчи импульслар кўринишида бўлади. Импульсларнинг давомийлиги кириш сигнали ёрдамида ростланади.



а)



б)

14.6.8.8-расм. Кўприкли КИЎ (а) ва уни симметрик бошқариш алгоритми (б)

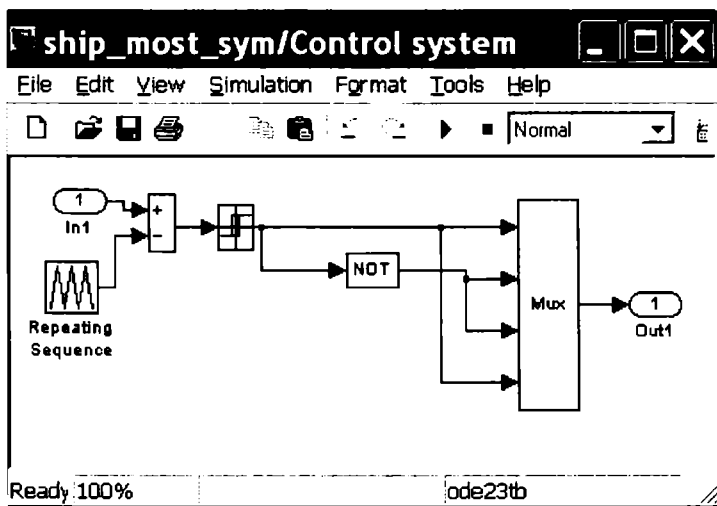
Симметрик бошқариладиган кўприкли КИЎнинг вақт бўйича диаграммалари 14.6.8.8,б-расмда келтирилган. Бир елкали схема билан таққосланганда ушбу схемадаги ёпик транзисторларга $2U_n$ эмас, балки ундан икки марта кичик U_n га тенг бўлган таъминлаш манбасининг кучланиши таъсир қилади. Шу сабабли кўпчилик ҳолларда кўприкли схемани қўллаш мақсадга мувофиқ.

аметрик бошқариладиган кўприкли КИЎда бошқари ари бир вақтнинг ўзида диагонал бўйича жойлашган 1 сторга берилади (14.6.8.8,б-расм).

4.6.8.4. Симметрик бошқариладиган кўприкли КИЎнинг виртуал модели

аметрик бошқариладиган кўприкли КИЎнинг куч sal Bridge блоки ёрдамида бажарилади. Universal Bridge аметрларини созлаш ойнасининг юкори қисмидаги очдан 2 рақами танланади.

кариш схемасининг модели 14.6.8.9-расмда кўрсатил к библиотекасининг асосий блоклари ёрдамида тузилг



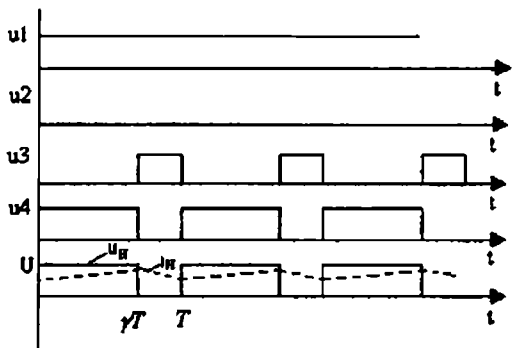
14.6.8.9-расм. Кўприкли КИЎни бошқариш схемасининг модели

аметрик бошқариш усули асосан куввати кичик бас ток электр юритмаларида ишлатилади. Унинг аф бўлиб соддалиги ва ростлаш характеристикасида сезмининг йўклигидир. Камчилиги эса юклама кучланишининглиги ва шу сабабли юклама токининг катта пульсланишидир.

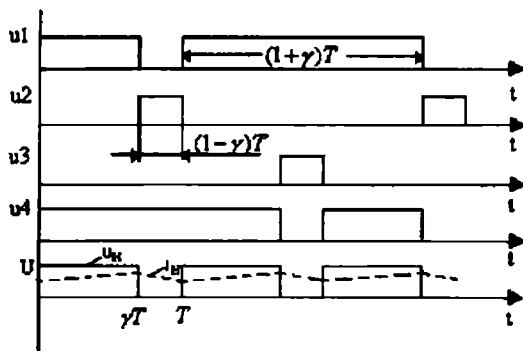
бу камчиликни бартараф қилиш учун асосан носиммзиладиган КИЎлар қўлланилади

симметрик бошқариладиган КИЎлардаги электромагнит 14.6.8.10-расмда келтирилган. Уларда VT3 ва VT4 тран:

калитлар уланиб узилади (кириш сигналининг тескари қутбида VT1 ва VT2 калитлар), VT1 транзистор калит доимо очик ва тўйинган, VT2 калит эса доимо ёпик бўлади.



а)



б)

14.6.8.10-расм. Кўприкли КИЎ транзисторларини несимметрик (а) ва навбат билан (б) бошқариш

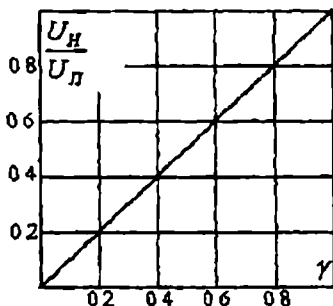
VT3 и VT4 транзисторли калитлар ўзаро тескари фазада уланиб узилади. Бунда КИЎнинг чиқишида бир қутбли импульслар шаклланади. Кўриб ўтилган бошқариш усулининг камчилиги схема бўйича юқоридаги (VT1, VT3) транзистор калитларнинг пастдаги транзистор калитларга нисбатан кўпроқ юкланишидир. Ушбу камчилик навбат билан бошқариш усулида баргараф қилинган.

Навбат билан бошқариш усули учун вақт диаграммалари 14.6.8.10,б-расмда келтирилган. Бунда, кириш сигналининг ҳар қандай ишорасида ҳам, кўприкнинг ҳамма (тўртта) транзистор калитлари улаб узилиш ҳолатида бўлади. КИЎ носимметрик ёки навбат билан бошқарилганда юкламада кириш сигналига пропорционал ва давомийлиги γT бўлган бир қутбли импульслар шаклланади.

Юкламадаги кучланишнинг ўртача қийматини қуйидаги ифодадан аниқлаш мумкин:

$$U_H = \frac{1}{T} \int_0^T U_{\Pi} dt = \gamma U_{\Pi}. \quad (14.6.8.2)$$

Носимметрик ёки навбат билан бошқариладиган КИЎнинг ростлаш характеристикаси 14.6.8.11-расмда келтирилган.

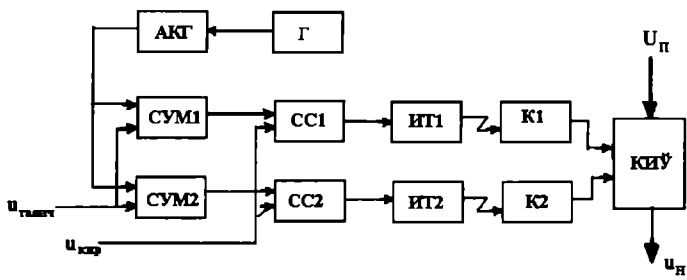


14.6.8.11-расм. Носимметрик ёки навбат билан бошқариладиган КИЎнинг ростлаш характеристикаси

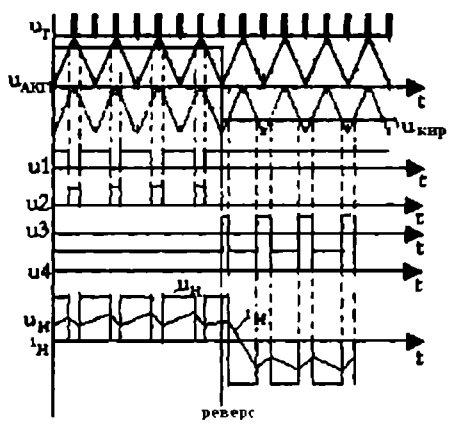
Транзисторли КИЎни носимметрик бошқаришнинг функционал схемаси ва ундаги электромагнит жараёнлар 14.6.8.12-расмда келтирилган. У импульс генератор (Г), аррасимон кучланишлар генератори (АКГ), иккита сумматор (СУМ1, СУМ2), иккита солиштириш схемаси (СС1, СС2), иккита импульс таркатгич (ИТ1, ИТ2) ва кучайтиргичдан (К1, К2) иборат.

АКГнинг чиқишидаги кучланиш таянч кучланиш $U_{оп}$ билан сумматорларнинг киришларида таққосланади. Таянч кучланиш АКГнинг чиқишидаги кучланишга тенг қилиб олинганлиги сабабли солиштириш схемасининг киришига $U_{оп}$ га силжиган аррасимон кучланишлар келади (14.6.8.12, б-расм). СС1 солиштириш схемаси ўзининг ИТ1 импульс таркаткичи ва К1 кучайтиргичлари билан биргаликда кўприкнинг битта елкасидаги (VT1, VT2, 14.6.8.8-расм) уланиб узилишларни бошқаради. СС2 солиштириш схемаси эса ИТ2 ва К2 лар билан биргаликда кўприкнинг иккинчи елкасидаги (VT3, VT4, 14.6.8.8-расм) уланиб узилишларни бошқаради. Натижада кириш сигналнинг ишорасига боғлиқ ҳолда кўприкнинг бир елкасидаги транзисторлар уланиб узилади, иккинчи елкасидаги транзисторлардан бири доимо очик, иккинчиси эса доимо ёпиқ бўлади. Кириш сигналнинг ишораси ўзгарганда кўприк елкаларининг иш режимлари ҳам алмашади.

Бошқариш схемасининг виртуал модели 14.6.8.13-расмда келтирилган. Ушбу модел аввал кўриб ўтилган моделдан қўшимча иккита сумматор, таянч силжитиш кучланишининг блоки (Constant блоки) ва импульс тарқаткич канали билан фарқ қилади.

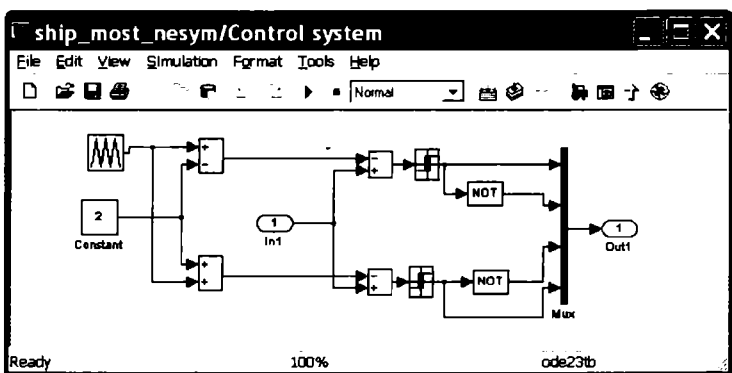


а)



б)

14.6.8.12-расм. Носимметрик бошқариладиган транзисторли КИЎни бошқаришнинг функционал схемаси (а) ва ундаги электромагнит жараёнлар (б)

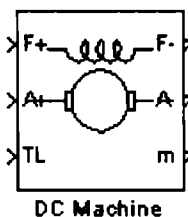


14.6.8.13. КИЎни носимметрик бошқариш блокнинг модели

14.7. Machines — электр машиналар

14.7.1. Ўзгармас ток машинаси DC Machine

Пиктограммаси:

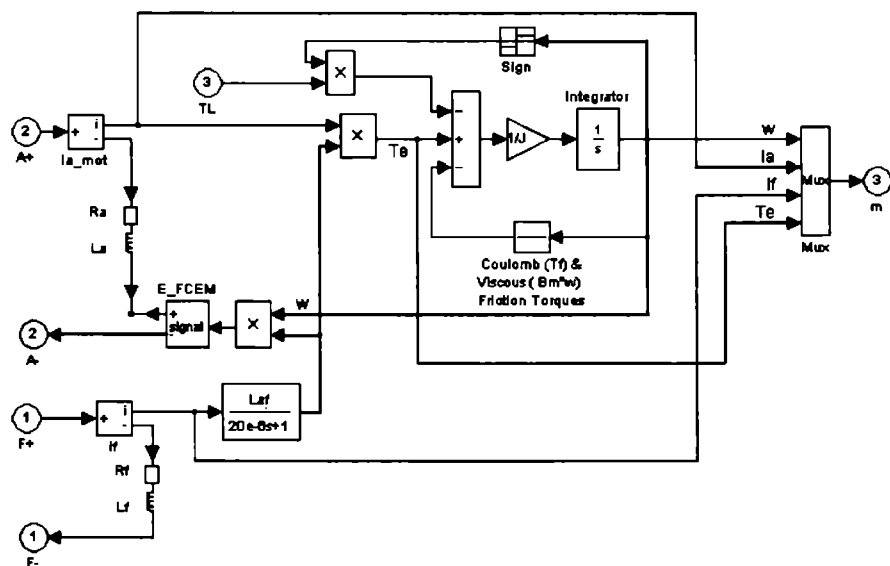


Вазифаси:

Ўзгармас ток электр машинасини моделлайди.

Моделнинг A+ и A- портлари машина якор чўлғамининг чиқишлари, F+ и F- портлар эса кўзғатиш чўлғамининг чиқишлари бўлиб ҳисобланади. TL порти ҳаракатланишга қаршилик моментини узатиш учун мўлжалланган. Чиқиш порти m да тўртта элементдан иборат бўлган вектор сигнал шаклланади: тезлик, якор токи, кўзғатиш токи ва машинанинг электромагнит momenti.

Ўзгармас ток машинаси моделининг схемаси 14.7.1.1-расмда кўрсатилган.



14.7.1.1-расм. Ўзгармас ток машинаси моделининг схемаси

Машинанинг якор занжири кетма-кет уланган R_a — якор занжирининг актив қаршилиги, L_a — якор занжирининг индуктивлиги ва E_{FCEM} — якор чўлғамининг ЭЮК сидан (бошқарилувчи кучланиш манбаси) иборат. Якор чўлғамининг ЭЮК си қуйидаги ифодага асосан ҳисобланади:

$$E = K_E \cdot \omega$$

бу ерда

E — якор чўлғамининг ЭЮК си,

ω — электродвигател валининг айланиш тезлиги,

K_E — ЭЮК ва тезлик орасидаги пропорционаллик коэффиценти.

ЭЮК ва тезлик орасидаги пропорционаллик коэффиценти машинанинг қўзғатиш чўлғамидаги токнинг катталигига боғлиқ:

$$K_E = L_{of} \cdot I_f$$

бу ерда

L_{of} — якор чўлғами ва қўзғатиш чўлғами орасидаги ўзаро индуктивлик,

I_f — машинанинг қўзғатиш чўлғамидаги ток.

Машинанинг қўзғатиш чўлғами унинг R_a — актив қаршилиги ва L_a — индуктивлиги сифатида келтирилган.

Моделнинг механик қисми машина валининг айланиш тезлигини қуйидаги ифодага асосан ҳисоблайди

$$T_e = J \frac{d\omega}{dt} + B\omega + \text{sign}(T_L),$$

бу ерда

T_e — машинанинг электромагнит моменти,

B — қайишқок ишқаланиш коэффиценти,

T_L — курук ишқаланиш коэффиценти.

Моделнинг механик қисми интегратор, узатиш коэффиценти $\frac{1}{J}$ бўлган кучайтиргич, жамлагич ва кўпайтиргичдан иборат.

Машина электромагнит моментининг катталиги қуйидаги ифодага асосан ҳисобланади

$$T_e = K_T \cdot I_a,$$

бу ерда

I_a — якор токи,

K_T — электромагнит момент ва якор токи орасидаги пропорционаллик коэффиценти. Катталиги бўйича K_T коэффицент K_E коэффицентга тенг.

ларини ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters: DC Machine		x
DC machine (mask) (link)		
This block implements a separately excited DC machine. Access is provided to the field connections so that the machine can be used as a shunt-connected or a series-connected DC machine.		
Input 1 and output 1 : positive and negative armature terminals Input 2 and output 2 : positive and negative field terminals Input 3 : Load torque Output 3 : Simulink measurement output [w l a l f t e]		
Parameters		
Armature resistance and inductance [Ra (ohms) La (H)]	<input type="text" value="{ 0.6 0.012 }"/>	
Field resistance and inductance [Rf (ohms) Lf (H)]	<input type="text" value="[240 120]"/>	
Field-armature mutual inductance Laf (H) :	<input type="text" value="1.8"/>	
Total inertia J [(kg.m ²)]	<input type="text" value="1"/>	
Viscous friction coefficient Bm (N.m.s)	<input type="text" value="0"/>	
Coulomb friction torque Tf (N.m)	<input type="text" value="0"/>	
Initial speed [rad/s] :	<input type="text" value="1"/>	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/> <input type="button" value="Help"/> <input type="button" value="Apply"/>		

лари:

Resistance and inductance [Ra (ohms) La (H)]
жирининг актив қаршилиги Ra (Ом) ва индукция

Field resistance and inductance [Rf (ohms) Lf (H)] :
[занжирининг актив қаршилиги Rf (Ом) ва индукция

Field-armature mutual inductance Laf (H) :
ининг якор занжири ва кўзғатиш занжири оралиқ индукция (Гн)].

Total inertia J (kg.m²):
жирининг инерция моменти J (кг*м²).

Viscous friction coefficient Bm (N.m.s):
к ишқаланиш коэффициентини Bm (Н·м·с)].

Coulomb friction torque T_f (N.m):

[Реактив қаршилик моменти T_f (Н·м)].

Initial speed (rad/s):

[Двигател валининг бошланғич бурчак тезлиги (рад/с)].

Мустақил кўзғатишга эга бўлган ўзгармас ток машинасининг параметрларини унинг каталог маълумотлари бўйича қуйидаги ифодаларга асосан аниқлаш мумкин:

$$I_e = \frac{U_e}{R_e},$$

$$M_H = \frac{P_H}{\omega_H} = \frac{30P_H}{\pi n_H},$$

$$I_{\lambda H} = \frac{P_H}{U_{\lambda H} \pi n_H} - I_e,$$

$$L_{of} = \frac{M_H}{I_{\lambda H} I_e},$$

$$L_e \geq (2-5) \frac{L_{\lambda} R_e}{R_{\lambda}},$$

$$J \geq \frac{(2-5)L_{\lambda} P_H^2}{R_{\lambda}^2 \cdot \omega_H^2 \cdot I_{\lambda H}^2},$$

$$I_{10\gamma} = (0,5 - 2)\% D_1$$

$$T_f \cong \frac{\Pi_{\text{мех}}}{2\omega_H},$$

$$B_m \cong \frac{\Pi_{\text{мех}}}{2\omega_H^2}$$

бу ерда

I_e — кўзғатиш чўлғамининг токи,

U_e — кўзғатиш чўлғамининг кучланиши,

R_e — кўзғатиш чўлғамининг актив қаршилиги,

L_e — кўзғатиш чўлғамининг индуктивлиги,

$I_{\lambda H}$ — якор чўлғамининг номинал токи,

$U_{\lambda H}$ — якор чўлғамининг номинал кучланиши,

R_{λ} — якор чўлғамининг актив қаршилиги,

M_H — номинал момент,

P_H — номинал қувват,

n_H — якорнинг номинал айланиш тезлиги (айл/мин),

ω_H — якорнинг номинал айланиш тезлиги (рад/с),

$\Pi_{\text{мех}}$ — машинанинг умумий механик исрофлари.

Якор занжирининг индуктивлигини куйидаги формулага асосан аниқлаш мумкин:

$$L_{\lambda} = C \frac{U_{\lambda H}}{I_{\lambda H} n_H P},$$

бу ерда

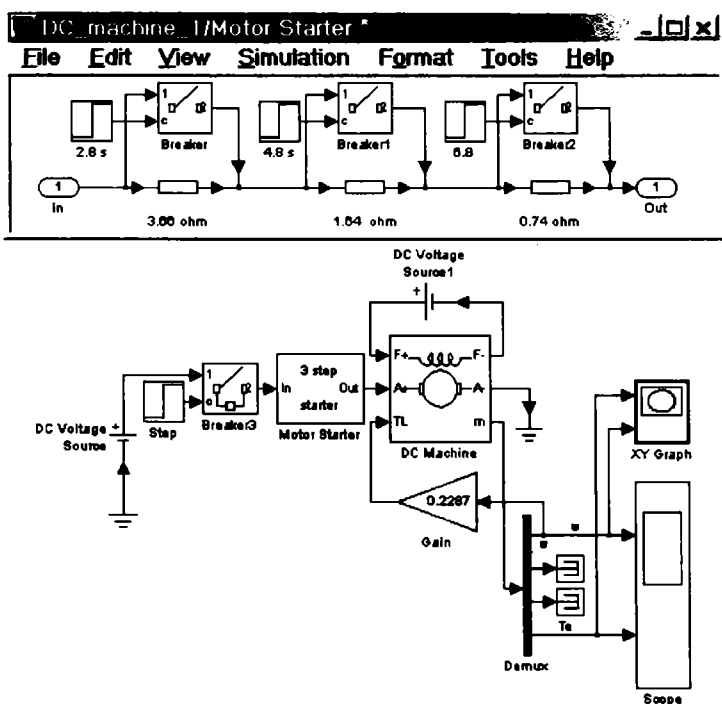
$C = (1 - 2,5)$ компенсацион чўлғамли машина учун (катта қиймат тезлиги паст двигателлар учун),

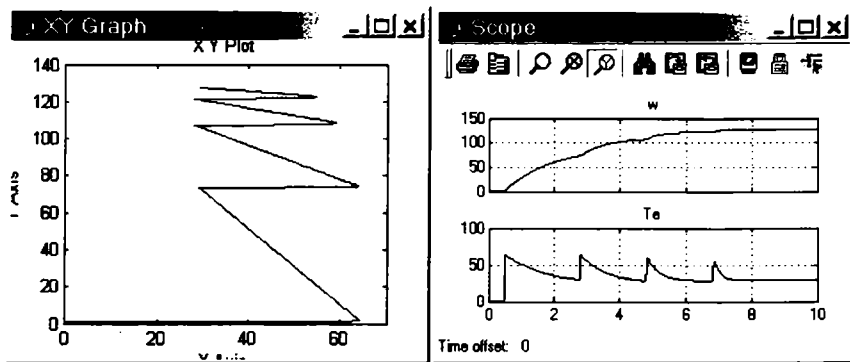
$C = 6$ компенсацияланмаган машина учун,

p — кутб жуфтликларининг сони.

1-мисол:

Уч поғонали ишга тушириш қурилмаси (Motor Starter блоки) ёрдамида двигателни юргизиш схемасининг модели 14.7.1.2-расмда келтирилган. Расмда двигателнинг тезлиги ва электромагнит моментининг вақт бўйича ўзгариш графиклари ва граф қургич блоки XY-Graph ёрдамида олинган машинанинг динамик характеристикаси ҳам келтирилган. Моделда тезликка боғлиқ бўлган машинанинг ҳаракатланишига қаршилик momenti Gain кучайтиргич ёрдамида ҳосил қилинган.



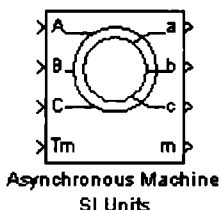


14.7.1.2-расм. Уч поғонали ишга тушириш қурилмаси (Motor Starter блоки) ёрдамида двигателни юргизиш схемасининг модели

Machines библиотекасида ўзгармас ток машинасининг дискрет модели-Discrete DC_Machine ҳам mavjud. У юқорида кўриб ўтилган моделдан дискрет узатиш функциясига эга бўлган блоклардан фойдаланилганлиги билан фарк қилади.

14.7.2. Асинхрон машина Asynchronous Machine

Пиктограммаси:

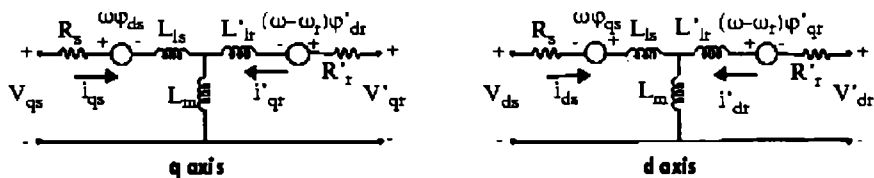


Вазифаси:

Двигател ва генератор режимларида ишлайдиган асинхрон электр машинасини моделлайди. Машинанинг ишлаш режими электромагнит моментнинг ишорасига асосан аниқланади.

Моделнинг A, B ва C портлари машина статор чўлғамининг чиқишлари, a, b ва c портлари эса ротор чўлғамининг чиқишлари бўлиб ҳисобланади. Моделнинг Tm порти ҳаракатланишга қаршилик моментини бошқариш учун хизмат қилади. Моделнинг m чиқиш портида 21 элементдан иборат вектор сигнал шаклланади. Улар қуйидагилар: ҳаракатланмайдиган ва айланувчи координаталар системаларида ротор ва статорнинг тоқлари, магнит оқимлари ва кучланишлари, электромагнит момент, валнинг айланиш тезлиги ва унинг бурчак ҳолати.

Вектордан ўзгарувчиларни ажратиб олишни қулайлаштириш учун SimPowerSystems библиотекасида MachinesMeasurement Demux блоки мавжуд. Асинхрон машинанинг модели электр ва механик қисмлардан иборат. Электр қисми тўртинчи тартибли ва механик қисми иккинчи тартибли ҳолатлар фазосининг моделидан иборат. Ҳамма электр ўзгарувчилар ва машинанинг параметрлари двигателнинг статор томонига келтирилган. Машина электр қисмининг бошланғич тенгламалари икки фазали (dq-ўқлар) координаталар системаси учун ёзилган. Машинанинг алмаштириш схемаси 14.7.2.1-расмда келтирилган.



14.7.2.1-расм. Асинхрон машинанинг алмаштириш схемаси

Машина электр қисмининг тенгламалари қуйидаги кўринишга эга:

$$\begin{aligned}
 V_{qs} &= R_s i_{qs} + \frac{d}{dt} \varphi_{qs} + \omega \varphi_{ds} & \varphi_{qs} &= L_s i_{qs} + L_m i'_{qr} \\
 V_{ds} &= R_s i_{ds} + \frac{d}{dt} \varphi_{ds} - \omega \varphi_{qs} & \varphi_{ds} &= L_s i_{ds} + L_m i'_{dr} \\
 V'_{qr} &= R'_r i'_{qr} + \frac{d}{dt} \varphi'_{qr} + (\omega - \omega_r) \varphi'_{dr} & \varphi'_{qr} &= L'_r i'_{dr} + L_m i_{ds} \\
 V'_{dr} &= R'_r i'_{dr} + \frac{d}{dt} \varphi'_{dr} + (\omega - \omega_r) \varphi'_{qr} & \varphi'_{dr} &= L'_r i'_{qr} + L_m i_{ds} \\
 T_e &= 1.5p(\varphi_{ds} i_{qs} - \varphi_{qs} i_{ds}) & L_s &= L_{ls} + L_m \\
 & & L'_r &= L'_{lr} + L_m
 \end{aligned}$$

Тенгламалар системасидаги индекслар қуйидаги қийматларга эга:

- d — ўзгарувчининг d ўққа проекцияси;
- q — ўзгарувчининг q ўққа проекцияси;
- r — ўзгарувчи ёки роторнинг параметри;
- s — ўзгарувчи ёки статорнинг параметри;
- L — сочилиш индуктивлиги;
- m — магнитлаш занжирининг индуктивлиги.

Машина механик қисмининг тенгламалари қуйидаги кўринишга эга:

$$\begin{aligned}
 \frac{d}{dt} \omega m &= \frac{1}{2H} (T_e - F \omega_m - T_m) \\
 \frac{d}{dt} \theta_m &= \omega_m
 \end{aligned}$$

маларидаги ўзгарувчилар куйидаги
 ғнинг қаршилиги ва сочилиш ин
 ғнинг қаршилиги ва сочилиш ин
 ниш занжирининг индуктивлиги
) ва роторнинг тўла индуктивли
 р кучланиши ва токининг q ўқи
 р кучланиши ва токининг q ўқи
 р кучланиши ва токининг d ўқи
 р кучланиши ва токининг d ўқи
) оқим боғланишининг d ва q ўқла
 оқим боғланишининг d ва q ўқла
 г бурчак тезлиги; 0
 г бурчак бўйича ҳолати;
 ликларининг сони.
 инаси моделининг Simulink г
 ountersys папкасидаги powerlib_m
 ишиш мумкин.

чи ўрнатиш ойнаси:

x
Block Parameters: Asynchronous Mac...

- Asynchronous Machines (mask) (link)

Implements a three-phase asynchronous machine (wound rotor or squirrel cage) modeled in the dq rotor reference frame. Stator and rotor windings are connected in wye to an internal neutral point. Press help for inputs and outputs description.

You can specify initial values for stator and rotor currents. In the Initial conditions parameter you have the possibility to specify the stator current only:

[s] th(deg) isa,jab,isc(p.u.) pha,phb,phc(deg);

Or you can choose to enter the stator and the rotor initial currents:

[s] th(deg) isa,jab,isc(p.u.) pha,phb,phc(deg) ira,irb,irc(p.u.) pha,phb,phc;

- Parameters

Rotor type: Wound

Reference frame: Rotor

Nom. power, L, volt. and freq. [Pr(kVA), Vr(V/ms), fr(Hz)]

[3*746 220 60]

Stator [Rr(ohm) Lr(H)]

[0.435 2.0e-3]

Rotor [Rr(ohm) Lr(H)]

[0.816 2.0e-3]

Mutual inductance Lm (H)

69.31e-3

Inertia/friction factor and pairs of poles [J(kg.m²) F(N.m.s) p0]

[0.069 0 2]

Initial conditions (read the details in the description above)

[1.0 0.0 0.0 0.0]

OK
Cancel
Help
Apply

Блокнинг параметрлари:

Rotor type:

[Роторнинг тури]. Параметрнинг қиймати куйидаги рўйхатдан танланади:

- Squirrel-Cage – қисқа туташтирилган ротор ёки «олмахон қафаси»;
- Wound — фазали ротор;
- Reference frame:

[Координаталар системаси]. Параметрнинг қиймати куйидаги рўйхатдан танланади:

- Rotor — роторга нисбатан силжимайдиган;
- Stationary — статорга нисбатан силжимайдиган;
- Synchronous — майдон билан бирга айланадиган.

Nom. power, L-L volt. and frequency [Pn(VA), Un(V), fn(Hz)]:

[Номинал кувват Pn (ВА), таъсир этувчи линия кучланиши Un (В) ва номинал частота fn (Гц)].

Stator [Rs(Ohm) Lls(H)]:

[Статорнинг қаршилиги Rs (Ом) ва индуктивлиги Ls (Гн)].

Rotor [Rr(Ohm) Llr'(H)]:

[Роторнинг қаршилиги Rs (Ом) ва индуктивлиги Ls (Гн)].

Mutual inductance Lm(H):

[Ўзаро индуктивлик (Гн)].

Inertia, friction factor and pairs of poles [J(kg*m²) F(N*m*s) p]:

[Инерция моменти J (кг*м²), ишқаланиш коэффициенти F (Н*м*с) ва кутб жуфтликлари сони p].

Initial conditions [s th(deg) isa, isb, isc(A) phA, phB, phC(deg)]:

[Бошланғич шартлар]. Параметр ҳар бир элементи куйидаги қийматларга эга бўлган вектор кўринишида берилади:

- s — сирпаниш;
- th — фаза (град.);
- isa, isb, isc — статор токининг бошланғич қийматлари (А);
- phA, phB, phC — статор токининг бошланғич фазалари (град.).

Машинанинг бошланғич шартлари Powergui блоқи ёрдамида ҳисобланиши мумкин.

Асинхрон машина параметрларини ҳисоблаш учун бошланғич маълумотлар куйидагилардир:

P_H — номинал кувват [Вт];

U_H — номинал линия кучланиши [В];

f_1 — тармоқнинг частотаси [Гц];

n_H — валнинг номинал айланиш тезлиги [айл/с];

p — кутб жуфтликларининг сони;
 η — фойдали иш коэффициентлари [н.б.];
 $\cos\varphi$ — кувват коэффициентлари [н.б.];
 I_H — статорнинг номинал токи [А];
 k_1 — юргизиш токининг карралиги [н.б.];
 m_{Π} — юргизиш моментининг карралиги [н.б.];
 m_{max} — максимал моментнинг карралиги [н.б.];
 J — инерция моменти [кг*м²].

Асинхрон машинанинг параметрларини қуйидаги ифодаларга асосан ҳисоблаш мумкин:

$$U = \frac{U_H}{\sqrt{3}} \text{ — номинал фаза кучланиши [В];}$$

$$n_1 = \frac{60 f_1}{p} \text{ — магнит майдонининг айланиш тезлиги (синхрон тезлик) [айл/с];}$$

$$s_H = \frac{n_1 - n_H}{n_1} \text{ — номинал сирпаниш [н.б.];}$$

$$s_{Hp} = s_H (m_{max} + \sqrt{m_{max}^2 - 1}) \text{ — критик сирпаниш [н.б.];}$$

$$\omega_1 = \frac{2\pi f_1}{p} \text{ — магнит майдонининг айланиш тезлиги (синхрон тезлик) [} \frac{\text{рад}}{\text{с}} \text{];}$$

$$\omega_H = \frac{\pi n_H}{30} \text{ — вал айланишининг номинал бурчак тезлиги [} \frac{\text{рад}}{\text{с}} \text{];}$$

$$M_H = \frac{P_H}{\omega_H} \text{ — номинал момент [} Hm \text{];}$$

$$M_{max} = m_{max} M_H \text{ — максимал момент [} Hm \text{];}$$

$$M_{\Pi} = m_{\Pi} M_H \text{ — юргизиш моменти [} Hm \text{];}$$

$$\Pi_{max} = 0.01 \div 0.05 P_H \text{ — механик исрофлар [} Bm \text{];}$$

$C = (1.01 \div 1.05)$ — келтириш коэффициентлари (катта кувватли машиналар учун кичик қийматлар олинади);

$$R_{\gamma} = \frac{1}{3} \frac{P_H + \Pi_{max}}{I_H^2 \frac{1-s_H}{s_H}} \text{ — роторнинг келтирилган актив қаршилиги [} Om \text{];}$$

$$R_s = \frac{U \cos\varphi(1-n)}{I_n} - C^2 R_{\gamma} - \frac{\Pi_{max}}{3I_H^2} \text{ — статорнинг актив қаршилиги [} Om \text{];}$$

$$L_{sp} = L_{rp} = \frac{U}{4\pi f_1(1+C^2)k_1 I_H} \text{ — статор ва роторнинг келтирилган со-}$$

чилиш индуктивлиги [Гн];

$$L_s = \frac{U}{2\pi f_1 I_H \sqrt{1 - \cos^2(\varphi)} - \frac{2}{3} \frac{2\pi f_1 M_{\max}}{pU} \frac{s_H}{s_{Hp}}} \text{ — статорнинг индуктивлиги}$$

[Гн];

$$L_m = L - L_{sp} \text{ — магнитлаш занжирининг индуктивлиги [Гн].}$$

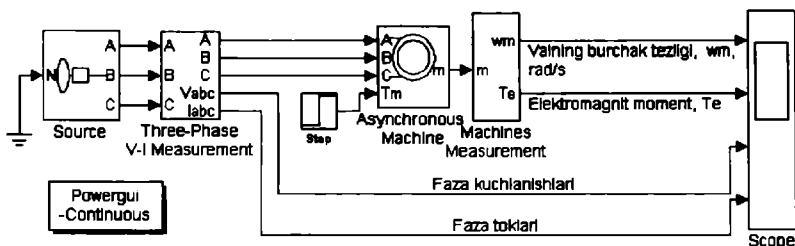
Ҳисоблашлар тугагандан кейин келтириш коэффиценти аниқланади

$$C1 = 1 + \frac{L_{sp}}{L_m}$$

ва у аввал қабул қилинган С коэффицент билан таққосланади. Фарқ катта бўлса ҳисоблашлар қайтариледи.

Мисол:

Асинхрон двигателни тўғридан тўғри ишга тушириш ва кейин унга юклама бериш схемаси 14.7.2.2-расмда кўрсатилган. Бундан ташқари, расмда валнинг бурчак тезлиги ва машина электромагнит моментининг графиклари ҳам келтирилган.



Block Parameters: Source

3-phase inductive source - Ungrounded neutral (mask) (link)

This block implements a three-phase source in series with a zero RL branch, the common node (neutral) of the three sources is accessible via input one (N) of the block.

Parameters

Phase-to-ground peak voltage [V]:

Phase angle of phase A [Degrees]:

Frequency [Hz]:

Source resistance [Ohms]:

Source inductance [H]:

Block Parameters: Three-Phase V-I Measurement

3-Phase VI Measurement (mask)

This block is used to measure three-phase voltages and currents in a circuit. When connected in series with a three-phase element, it return the three phase-to-ground voltages and line currents.

The block can output the voltages and currents in per unit values or in volts and amperes. Check the appropriate boxes if you want to output the voltages and currents in pu.

Parameters

Voltage measurement

Use a label

Voltage in pu

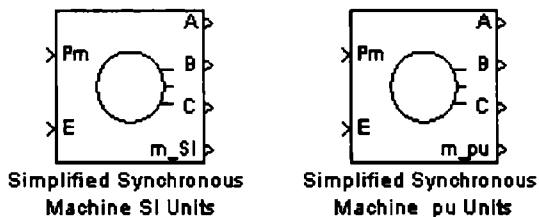
Current measurement

Use a label

Currents in pu

14.7.3. Синхрон машинанинг соддалаштирилган модели Simplified Synchronous Machine

Пиктограммаси:



Вазифаси:

Яққол бўлмаган кутбли синхрон машинанинг соддалаштирилган модели бўлиб ҳисобланади. Модел икки вариантда тайёрланган: Simplified Synchronous Machine SI Units (машинанинг параметрлари Си бирликлар системасида бериледи) ва Simplified Synchronous Machine pu Units (машинанинг параметрлари нисбий бирликларда бериледи). Моделнинг вариантыга боғлиқ ҳолда машинанинг кириш ва чиқиш параметрлари Си бирликлар системасида ёки нисбий бирликларда ўлчанади.

Моделнинг А, В ва С портлари машина статор чўлғамининг чиқишлари бўлиб ҳисобланади. Моделнинг m_SI (ёки m_pu) чиқиш портида 12 элементдан иборат вектор сигнал шаклланади: тоқлар (i_{sa} , i_{sb} , i_{sc}), кучланишлар (v_a , v_b , v_c) ва статор чўлғамининг ЭЮК лари (e_a , e_b , e_c), роторнинг бурчак ҳолати (θ_{tam}) ва тезлиги (ω_m), ҳамда электромагнит қувват (P_e). Чиқиш векторидан ўлчанаётган ўзгарувчиларни ажратиб олишни қулайлаштириш учун SimPowerSystems библиотекасида махсус Machines Measurement Demux блок мавжуд.

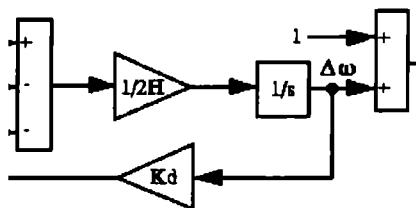
Машина валидаги механик қувватга пропорционал бўлган сигнал моделнинг P_m кириш портига бериледи, E кириш портига эса статор чўлғами линия ЭЮК сининг таъсир қилувчи қийматини берувчи сигнал узатилади.

Машина моделининг ҳар бир фазаси кучланиш манбаси ва унга параллел уланган фаза чўлғамининг актив қаршилиги ва индуктивлигидан иборат. Бунда актив қаршилиқни нолга тенг қилиб бериш мумкин, лекин индуктивлик доимо нолдан катта бўлиши шарт. Моделнинг механик қисми қуйидаги тенгламаларга асосан тузилган:

$$\Delta\omega(t) = \frac{1}{2H} \int_0^t (T_m - T_e) dt - K_d \Delta\omega(t)$$

$$\omega(t) = \Delta\omega(t) + \omega_0$$

Элигининг синхрон тезликдан о
 г инерция моменти;
 момент;
 агнит момент;
 лаш коэффициенти;
 инг тезлиги;
 тезлик (1 н.б.).
 к қисмининг таркибий схемас



с.м. Модел механик қисмининг таркиби

адан кўриниб турганидек, модел
 нинг синхрон тезликдан оғиши
 ни ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters: Simplified Synchronous Machine

Simplified Synchronous Machine (mask) [link]

Implements a 3-phase simplified synchronous machine. Machine is modelled as an internal voltage behind a R-L impedance. Stator windings are connected in wye to an internal neutral point.

1st input: Simulink signal: mechanical power supplied to the machine
 ($w > 0$ for generator mode, < 0 for motor mode)
 2nd input: Simulink signal: RMS value of phase-to-phase internal voltage (V)

First 3 outputs: Machine terminals = phases a, b and c
 4th output: Simulink measurement output = vector [1x1] containing:
 1-3: Line currents flowing out of machine ia, ib, ic (A)
 4-6: Terminal voltages va, vb, vc (V)
 7-9: Internal voltages ea, eb, ec (V)
 10: Rotor angle theta (rad)
 11: Rotor speed wm (rad/s)
 12: Electrical power Pe (W)

Parameters

Connection type: 3-wire Y

Nom. power, L-L, volt., and freq. [Pr(VA) Vr(Vrms) fr(Hz)]:

[1000e6, 315e3, 60]

Inertia, damping factor and pairs of poles [J(kg.m²) Kd p0]:

[inf, 0.2]

Internal impedance [R(ohm) L(H)]:

[1.9845, 263.15e-3]

Init. cond. [dw(%) th(deg) ia,ib,ic(A) pha,phb,phc(deg)]:

[0 0 0.0 0.0 0.0]

OK

Cancel

Help

Apply

Блокнинг параметрлари:

Connection_type:

[Статор чўлғамининг уланиш тури]. Параметрнинг киймати куйидаги рўйхатдан танланади:

- 3-wire Y — нол симига эга бўлмаган юлдуз;
- 4-wire Y — нол симли юлдуз;

Nom. power, L-L volt., and freq. [Pn(VA) Vn(Vrms) fn(Hz)]:

[Номинал кувват Pn (ВА), таъсир килувчи линия кучланиши Un (В) ва номинал частота fn (Гц)].

Inertia, friction factor and pairs of poles [J(kg*m^2) F(N*m*s) p]:

[Инерция моменти J (кг*м²), ишқаланиш коэффициенти F (Н*м*с) ва кутблар жуфтликларининг сони p].

Internal impedance [R(ohm) L(H)]:

[Статор чўлғамининг актив қаршилиги ва индуктивлиги R(Ом) L(Гн)].

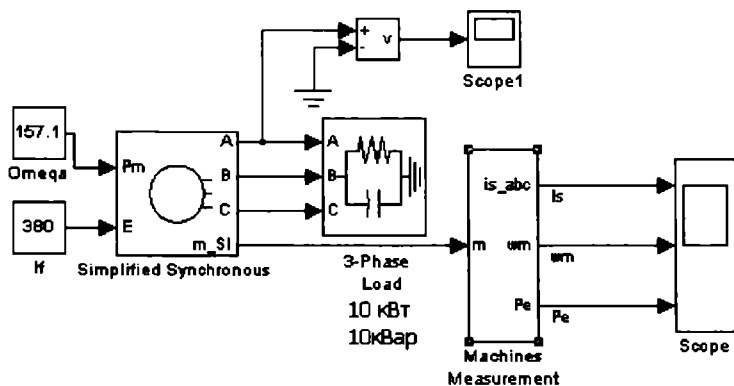
Init. cond. [dw(%) th(deg) ia,ib,ic(A) pha,phb,phc(deg)]:

[Бошланғич шартлар]. Параметр куйидаги элементларга эга бўлган вектор кўринишида берилади:

- dw(%) — тезликнинг оғиши (% ларда),
- th(deg) — роторнинг бурчак ҳолати (град.),
- ia, ib, ic — статор тоқининг бошланғич киймати (А),
- pha, phB, phC — статор тоқларининг бошланғич фазалари (град.)].

Мисол:

Юкламага уланган синхрон генератор схемасининг модели 14.7.3.2-расмда кўрсатилган. Расмда генераторнинг фаза кучланиши (U_A, B), статорнинг фаза тоқлари (I_s, A), роторнинг айланиш тезлиги (ω_m , Рад/с) ва электромагнит кувватнинг (P_e , Вт) вақт бўйича ўзгариш графиклари келтирилган.



Machine measurements [mask] (link)

Split specified signals of various machine models measurement output vector into separate signals.
Set the "Machine units" parameter to the units used for the machine connected to the block input

Parameters

Machine type: **Simplified Synchronous**

Line currents [ia ib ic] **asc**

Terminal voltages [va vb vc]

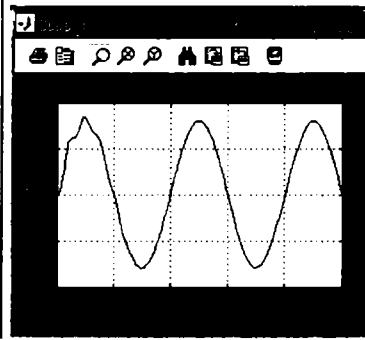
Internal voltages [ea eb ec]

Rotor angle [theta_m] **rad**

Rotor speed [wm]

Electrical power [Pe]

OK Cancel Help



Block Parameters: Simplified Synchronous

Simplified Synchronous Machine (mask) (link)

Implements a 3-phase simplified synchronous machine. Machine is modelled as an internal voltage behind a R-L impedance. Stator windings are connected in wye to an internal neutral point.

- 1st input Simulink signal: mechanical power supplied to the machine ($\omega > 0$ for generator mode, < 0 for motor mode)
- 2nd input Simulink signal: RMS value of phase-to-phase internal voltage (V)
- First 3 outputs: Machine terminals = phases a, b and c
- 4th output Simulink measurement output = vector (1x1) containing:
- 1-3: Line currents flowing out of machine ia, ib, ic (A)
 - 4-6: Terminal voltages va, vb, vc (V)
 - 7-9: Internal voltages ea, eb, ec (V)
 - 10: Rotor angle theta (rad)
 - 11: Rotor speed wm (rad/s)
 - 12: Electrical power Pe (W)

Parameters

Connection type: **Standard**

Num. poles: 1, L: **wt** and freq. [Pr(WA) Vr(Vrms) fr(Hz)]

[1 100e3, 390, 50]

Inertia, damping factor and pairs of poles [J(kg.m²) Kd(p)]

[1e1, 0.2]

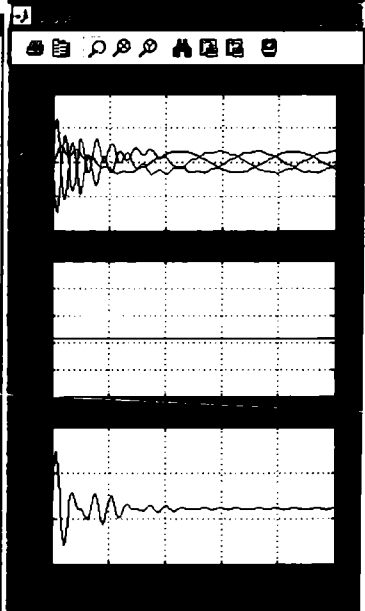
Internal impedance [R(ohm) L(H)]

[0, 0.9e-3]

Init. cond. [dw(r) th(deg) ia,ib,ic(A) pha,phb,phc(deg)]

[0 0 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]

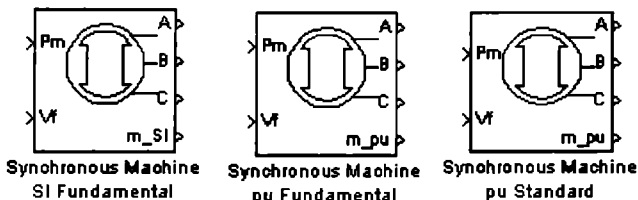
OK Cancel Help



1.7.3.2-расм. Юкламага уланган синхрон генератор схемасининг модел

14.7.4. Синхрон машина Synchronous Machine

иктограммалари:



Вазифаси:

Демпфер чўлғамига эга бўлган классик синхрон машинанинг модели бўлиб, уч хил вариантда бажарилган:

1. Synchronous Machine SI Fundamental (машина параметрлари Си бирликлар системасида берилади);
2. Synchronous Machine pu Fundamental (машина параметрлари нисбий бирликлар системасида берилади);
3. Synchronous Machine pu Standard (машина алмаштириш схемасининг нисбий бирликлардаги параметрларидан фойдаланилади).

Вариантга мос ҳолда машинанинг кириш ва чиқиш ўзгарувчилари ҳам Си бирликлар системасида ёки нисбий бирликларда ўлчанади.

Моделнинг А, В ва С портлари машина статор чўлғамининг чиқишлари бўлиб ҳисобланади. Моделнинг m_SI (ёки m_pu) портида 16 элементдан иборат бўлган куйидаги вектор сигналлар шаклланади:

1-3: статор чўлғамидаги тоқлар — i_{sa} , i_{sb} ва i_{sc} ;

4-5: статор тоқларининг q ва d ўқларига проекциялари — i_q , i_d ;

6-8: қўзғатиш токи ва демпфер чўлғами тоқларининг проекциялари i_{fd} , i_{kq} , ва i_{kd} ;

9-10: магнитловчи оқимнинг q ва d ўқларига проекциялари — φ_{mq} , φ_{md} ;

11-12: статор кучланишларининг q ва d ўқларига проекциялари — v_q , v_d ;

13: ротор бурчагининг оғиши — $\Delta\theta$ (δ — юклама бурчаги);

14: роторнинг тезлиги — ω ;

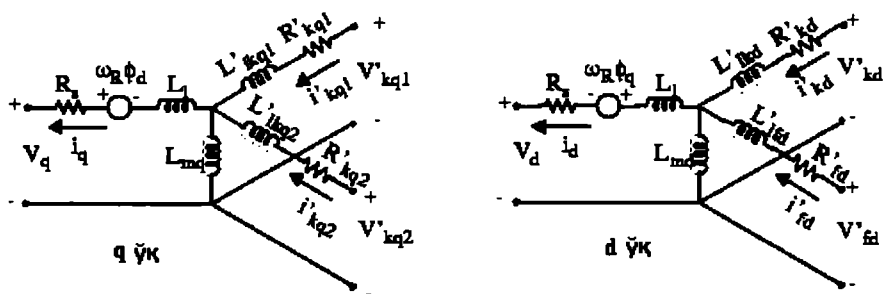
15: электромагнит кувват — P_e ;

16: ротор тезлигининг оғиши — dw .

Машина ўзгарувчиларини ўлчанаётган ўзгарувчиларнинг чиқиш векторидан ажратиб олишни қулайлаштириш учун SimPowerSystems библиотекасида Machines Measurement Demux блоқи мавжуд.

Машина валидаги механик кувватга тенг бўлган кувват P_m кириш портига, қўзғатиш чўлғамининг кучланишини берувчи сигнал эса V_f кириш портига узатилади.

Моделни яратишда фойдаланилган ротор билан боғланган (q - d ўқлар) координаталар системасидаги машинанинг алмаштириш схемаси 14.7.4.1-расмда кўрсатилган.



14.7.4.1-расм. Синхрон машинанинг алмаштириш схемаси

Роторнинг ҳамма параметрлари ва ўзгарувчилари статорга келтирилган. Параметрлар ва ўзгарувчиларнинг индекслари куйидагиларни ифодалайди:

- d, q : ўзгарувчиларнинг d ва q ўқларига проекциялари;
- R, s : ротор ва статорнинг параметрлари;
- l, m : сочилиш ва магнитлаш ўкининг индуктивликлари;
- f, k : кўзғатиш занжири ва демпфер чўлғамнинг ўзгарувчилари.

Синхрон машинанинг 14.7.4.1-расмда келтирилган алмаштириш схемаси 6-тартибли дифференциал тенгламалар системаси билан ифодаланади:

$$V_d = R_s i_d + \frac{d}{dt} \varphi_d - \omega_R \varphi_q$$

$$V_q = R_s i_q + \frac{d}{dt} \varphi_q - \omega_R \varphi_d$$

$$V'_{fd} = R'_{fd} i'_{fd} + \frac{d}{dt} \varphi'_{fd}$$

$$V'_{kd} = R'_{kd} i'_{kd} + \frac{d}{dt} \varphi'_{kd}$$

$$V'_{kq1} = R'_{kq1} i'_{kq1} + \frac{d}{dt} \varphi'_{kq1}$$

$$V'_{kq2} = R'_{kq2} i'_{kq2} + \frac{d}{dt} \varphi'_{kq2}$$

бу ерда

$$\varphi_d = L_d j_d + L_{md} (i'_{fd} + i'_{kd})$$

$$\varphi_q = L_q i_q + L_{mq} i'_{kq}$$

$$i'_d + L_{md}(i_d + i'_{kd})$$

$$i'_{kd} + L_{md}(i_d + i'_{fd})$$

$$i'_{kq1} + L_{mq}i_q$$

$$i'_{kq2} + L_{mq}i_q$$

машина механик қисмининг модели Simplified :

қандаги сингари бажарилган.

қарларини ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters: Synchronous Machine x

— Synchronous Machine (mask) (link)

Implements a 3-phase synchronous machine modelled in the dq rotor reference frame. Stator windings are connected in wye to an internal neutral point. Press help for inputs and outputs description.

Parameters

Rotor type: Salient-pole

Nom. power, volt., freq. and field cur. [Pn(VA) Vn(Vrms) fn(Hz) ifn(A)]:

[1.87E6 13800 60 1087]

Stator [Rs(ohm) LdLmdLmq(H)]:

[2.9069E-03 3.0892E-04 3.2164E-03 9.7153E-04]

Field [Rf(ohm) Lfd(H)]:

[5.9013E-04 3.0712E-04]

Dampers [Rkd'Lkd' Rkq1'Lkq1'] (R=ohm,L=H):

[1.1900E-02 4.9076E-04 2.0081E-02 1.0365E-03]

Inertia, friction factor and pole pairs [J(kg.m²) F(N.m.s) p0]:

[3.895e6 0 20]

Init. cond. [dw(%) th(deg) ia,ib,ic(A) pha,phb,phc(deg) Vf(V)]:

[0 0 0 0 0 0 0 0 70.3192]

Simulate saturation

Display Vfd which produces nominal Vt

OK

Cancel

Help

Apply

қараметрлари:

е:

нг тури]. Қуйидаги рўйхатдан танланади:

-pole — яққол кутбли ротор;

— яққол бўлмаган кутбли ротор.

wer, volt., freq. and field cur. [Pn(VA) Vn(V

[Номинал тўла кувват P_n (ВА), таъсир қилувчи линия кучланиши V_n (В), частота f_n (Гц), қўзғатиш токи i_{fn} (А)].

Stator [$R_s(\text{ohm})$ $L_l, L_{md}, L_{mq}(H)$]:

[Статорнинг параметрлари: актив қаршилиқ R_s (Ом), сочилиш индуктивлиги L_l (Гн), бўйлама ўқ бўйича индуктивлик L_{md} (Гн), кўндаланг ўқ бўйича индуктивлик L_{mq} (Гн)].

Field [$R_f(\text{ohm})$ $L_{fd}'(H)$]:

[Ротор қўзғатиш чўлғамининг келтирилган параметрлари: қаршилиқ R_f' (Ом) ва индуктивлик L_{fd}' (Гн)].

Dampers [R_{kd}', L_{lkd}' R_{kq1}', L_{lkq1}' R_{kq2}', L_{lkq2}' «] ($R=\text{ohm}, L=H$):

[Демпфер чўлғамнинг келтирилган параметрлари: бўйлама ва кўндаланг ўқлар бўйича қаршилиги (Ом) ва индуктивлиги (Гн)].

Inertia, friction factor and pole pairs [$J(\text{kg}\cdot\text{m}^2)$ $F(\text{N}\cdot\text{m}\cdot\text{s})$ $p()$]:

[Инерция моменти J ($\text{кг}\cdot\text{м}^2$), ишқаланиш коэффициенти F ($\text{Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}$) ва кутблар жуфтликларининг сони p].

Init. cond. [$dw(\%)$ $th(\text{deg})$ $ia, ib, ic(A)$ $pha, phb, phc(\text{deg})$ $V_f(V)$]:

[Бошланғич шартлар]. Параметр элементлари қуйидаги қийматларга эга бўлган вектор кўринишида берилади:

- $dw(\%)$ — тезликнинг оғиши (в %);
- $th(\text{deg})$ — роторнинг бурчак ҳолати (град.);
- ia, ib, ic — статор токларининг бошланғич қийматлари (А);
- phA, phB, phC — статор токларининг бошланғич фазалари (град.);
- V_f — қўзғатиш чўлғамининг кучланиши.

Simulate saturation

[Тўйинишни моделлаш]. Байроқча ўрнатилганда қўшимча Saturation parameters майдони ҳосил бўлади.

Saturation parameters [$ifd1, ifd2, \dots$ (А) ; $vt1, vt2, \dots$ (VLL rms)]:

[Тўйиниш характеристикаси]. Параметр салт юриш характеристикасини ифодаловчи матрица кўринишида берилади. Матрицанинг биринчи сатри қўзғатиш токини (А) ва иккинчи сатри чиқиш кучланишини (В) ўз ичига олади.

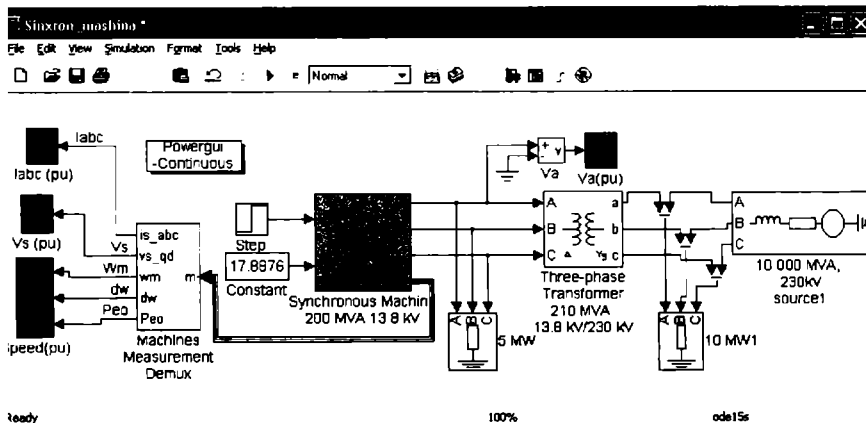
Display V_{fd} which produces nominal V_t

[Чиқиш кучланиши $V_t(B)$ номинал бўладиган қўзғатиш чўлғамидаги кучланишнинг $V_{fd}(B)$ қийматини акс эттириш].

Синхрон машина моделининг Synchronous Machine pu Standard варианты учун статор, ротор ва қўзғатиш чўлғамларининг параметрлари ўрнига машинанинг кўндаланг ва бўйлама ўқлар бўйича реактив қаршилиқлари ва вақт доимийлари берилади.

Мисол:

Синхрон генератордан фойдаланишга мисол 14.7.4.2-расмда кел ирилган.



Block Parameters: Synchronous Machine 200 MVA 13.8 kV

Synchronous Machine (mask) [link]

Implements a 3-phase synchronous machine modelled in the dq rotor reference frame. Stator windings are connected in wye to an internal neutral point. Press help for inputs and outputs description.

Parameters

Rotor type:

Nom. power, L-L, volt. and freq. [Pr(VA) Vn(Vrms) fr(Hz)]:

Reactances [Xd Xd' Xd'' Xq Xq' Xq''] [pu]:

d axis time constants:

q axis time constant(s):

Time constants [Td Td' Tqo*] (s):

Stator resistance R_s (p.u.):

Coeff. of inertia, friction factor and pole pairs [H(s) F(pu) p()]:

Init. cond. [dw(%) th(deg) io,ib,ic(pu) pha,phb,phc(deg) Vt(pu)]:

Simulate saturation

OK Cancel Help

Block Parameters: Machines Measurement Demux

Machines measurement (mask) [link]

Split specified signals of various machine models measurement output vector into separate signals. Set the "Machine units" parameter to the units used for the machine connected to the block input.

Parameters

Machine type:

Stator currents [isa isb isc]

Stator currents [iq id]

Field current [ifd]

Damper winding currents [ikq1 ikq2 ikd]

Mutual fluxes [prim_q prim_d]

Stator voltages [vs_q vs_d]

Rotor angle deviation [d_theta] rad

Rotor speed [wm]

Electrical power [Pe]

Rotor speed deviation [dw]

Rotor mechanical angle [theta] deg

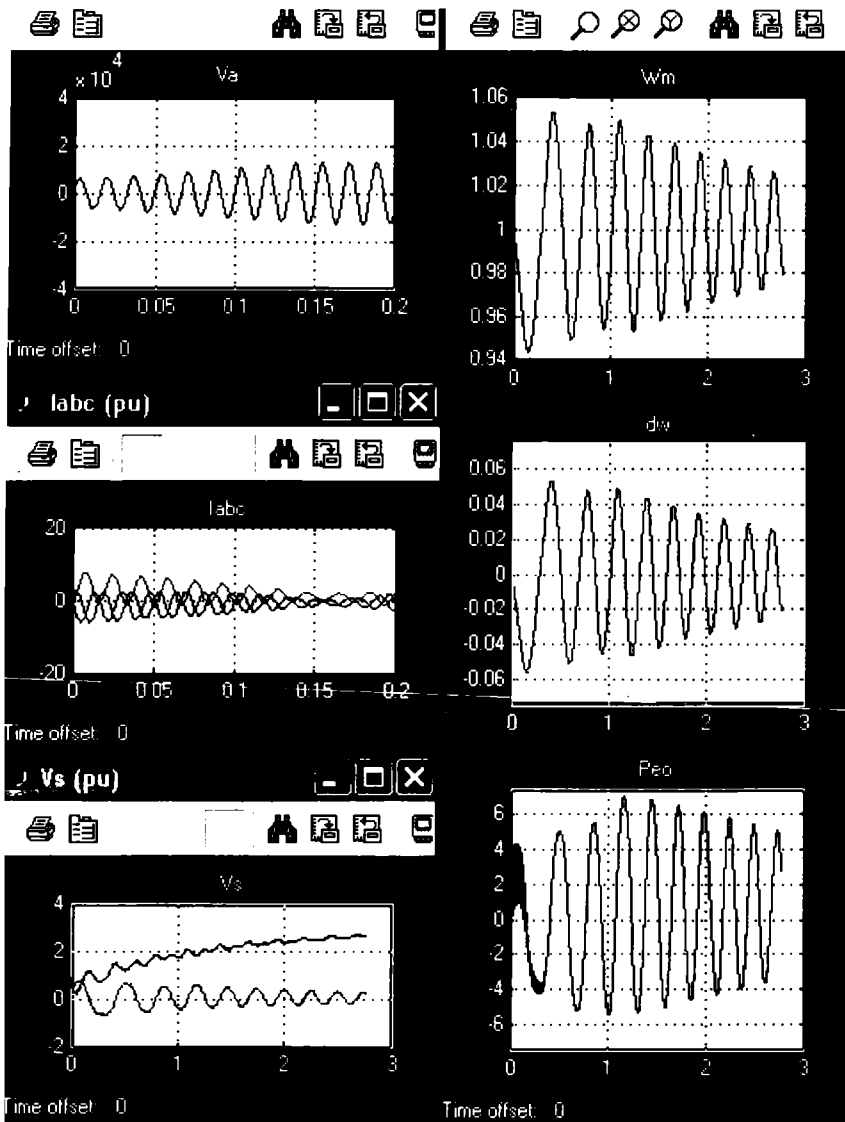
Electromagnetic torque [Te]

Load angle [Delta] deg

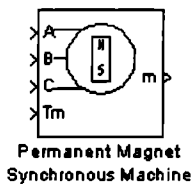
Output active power [Peo]

Output reactive power [Qeo]

OK Cancel Help



14.7.4.2-расм. Синхрон генератордан фойдаланишга мисол
 Пиктограммаси:



Вазифаси:

Доимий магнитга эга бўлган классик синхрон машинанинг модели бўлиб ҳисобланади. Бундай машиналарда ҳаволи оралик катта бўлганлиги сабабли, моделда магнит занжирининг тўйиниши ҳисобга олинмаган. Моделнинг А, В ва С портлари машина статор чўлғамининг чиқишлари вазифасини бажаради. Кириш порти T_m орқали қаршилик моменти берилади. Моделнинг m чиқиш портида 10 элементдан иборат бўлган қуйидаги вектор сигналлар шаклланади:

1-3: статор чўлғамининг токлари — i_a, i_b, i_c [А];

4-5: статор тоklarининг q ва d ўқларига проекциялари — i_q ва i_d [А];

6-7: статор кучланишларининг q ва d ўқларига проекциялари — V_d ва V_q [А];

8: роторнинг тезлиги ω_r [рад/с];

9: роторнинг бурилиш бурчаги θ , [рад]

10: электромагнит момент T_e [Н·м].

Машина ўзгарувчиларини ўлчанаётган ўзгарувчиларнинг чиқиш векторидан ажратиб олишни қулайлаштириш учун SimPowerSystems библиотекасида Machines Measurement Demux блоки мавжуд.

Моделнинг электр қисми ротор билан боғланган тенгламалар системаси билан ифодаланади:

$$\frac{d}{dt}i_d = \frac{1}{L_d}v_d - \frac{R}{L_d}i_d + \frac{L_q}{L_d}p\omega_r i_q$$

$$\frac{d}{dt}i_q = \frac{1}{L_q}v_q - \frac{R}{L_q}i_q + \frac{L_d}{L_q}p\omega_r i_d - \frac{\lambda p\omega_r}{L_q}$$

$$T_e = 1.5p[\lambda i_q + (L_d - L_q)i_d i_d]$$

Роторнинг ҳамма ўзгарувчилари ва параметрлари статорга келтирилган.

Юқориди келтирилган тенгламалар системасида қуйидаги белгиланишлар қабул қилинган:

L_q, L_d — статорнинг q ва d ўқлари бўйича индуктивликлари;

R — статор чўлғамининг актив қаршилиги;

i_q, i_d — статор токиннинг q ва d ўқларига проекциялари;

V_q, V_d — статор кучланишининг q ва d ўқларига проекциялари;

ω_r — роторнинг бурчак тезлиги;

λ — доимий магнитнинг статор чўлғамида ҳосил килувчи магнит оқими;

p — кутблар жуфтликларининг сони;

T_e — электромагнит момент.

г механик қисми қуйидаги тенгламалар б

$$\frac{d}{dt} \omega_r = \frac{1}{J} (T_e - F \omega_r - T_m)$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \omega_r$$

ва юкламанинг натижавий инерция моменти
 ва юкламанинг қайишқоқ ишқаланиш кез
 ҳолатининг бурчаги;
 цилик моменти.

ларини ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters: Permanent Magnet x

-PM Synchronous Machine (mask) (link)

Implements a 3-phase permanent magnet synchronous machine with sinusoidal flux distribution. The machine is modelled in the dq rotor reference frame. Stator windings are connected in wye to an internal neutral point.

First 3 inputs: Machine terminals = phases a, b and c
 4th input: Simulink signal = mechanical torque (N.m)
 (>0 for motor mode, <0 for generator mode)

output: Simulink measurement output = vector [10x1] containing
 (all currents flowing into machine):

- 1-3 : Stator line currents ia, ib, ic [A]
- 4-5 : Stator currents iq, id [A]
- 6-7 : Stator voltages vq, vd [V]
- 8 : Rotor speed wm [rad/s]
- 9 : Rotor angle thetam [rad]
- 10 : Electromagnetic torque Te [N.m]

-Parameters-

Resistance R[ohm]:

Inductances [Ld[H] Lq[H]]:

Flux induced by magnets [Wb]:

Inertia, friction factor and pairs of poles [J[kg.m^2] F[N.m.s] p0]:

OK
Cancel
Help
Apply

параметрлари:

R(ohm):

нинг актив қаршилиги R (Ом)].

Inductances [$L_d(H)$ $L_q(H)$]:

[Бўйлама ва кўндаланг ўқлар бўйича статорнинг индуктивликлар (Ом) $L_q(Ом)$].

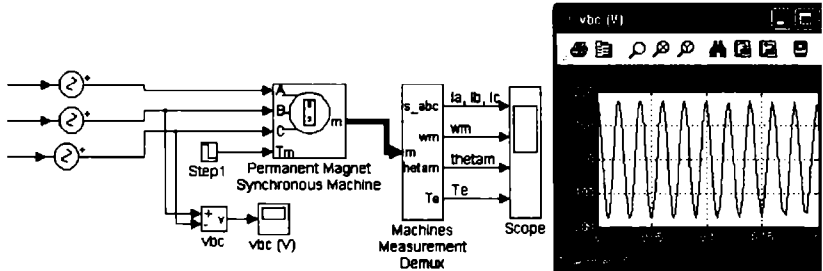
Flux induced by magnets (Wb):

[Кўзғатиш оқими (Вб)].

Inertia, friction factor and pairs of poles [$J(kg.m^2)$ $F(N.m.s)$ $p()$

[Инерция моменти J ($кг*м^2$), ишқаланиш коэффициентлари $F(N*м$ кутблар жуфтликларининг сони p].

Доимий магнитли синхрон машинанинг двигател режимда ишга мисол 14.7.5.1-расмда келтирилган.



Block Parameters: Permanent Magnet Synchronous Machine

PM Synchronous Machine (mask) (link)

Implements a 3-phase permanent magnet synchronous machine with sinusoidal flux distribution. The machine is modelled in the dq rotor reference frame. Stator windings are connected in wye to an internal neutral point.

First 3 inputs: Machine terminals = phases a, b and c
4th input: Simulink signal = mechanical torque [N.m]
(>0 for motor mode, <0 for generator mode)

output: Simulink measurement output = vector (10x1) containing (all currents flowing into machine):
1-3: Stator line currents ia, ib, ic [A]
4-5: Stator currents iq, id [A]
6-7: Stator voltages vq, vd [V]
8 : Rotor speed wm [rad/s]
9 : Rotor angle thetam [rad]
10 : Electromagnetic torque Te [N.m]

Parameters

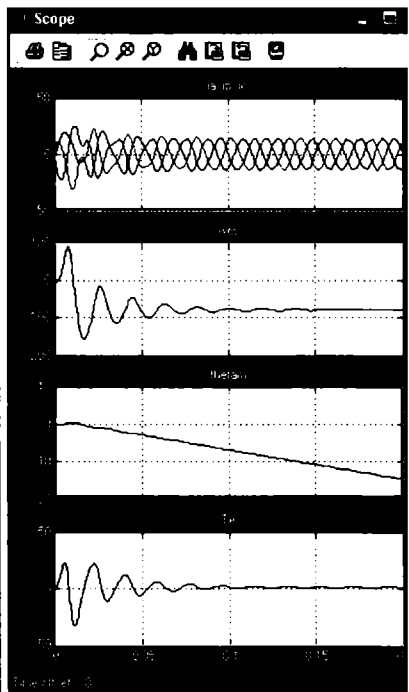
Resistance R[ohm]:
[0.02]

Inductances [$L_d(H)$ $L_q(H)$]:
[0.5e-3, 0.5e-3]

Flux induced by magnets [Wb]:
[0.175]

Inertia, friction factor and pairs of poles [$J(kg.m^2)$ $F(N.m.s)$ $p()$]:
[0.8e-3, 0, 4]

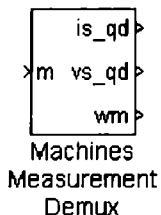
OK Cancel Help



7.5.1-расм. Доимий магнитли синхрон машинанинг двигател режимда иш

Мотор машинанинг ўзгарувчиларини ўлча Machines Measurement Demux

маси:



р машинанинг ўлчанадиган ўзгарувчила
ўзгарувчиларини ажратиб олиш учун мў
ва асинхрон машиналарнинг моделлари
и.

тарини ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters: Machines Meas ✕

Machine measurements (mask) (link)

Split specified signals of various machine models measurement output vector into separate signals.
Set the "Machine units" parameter to the units used for the machine connected to the block input.

Parameters

Machine type: Synchronous

<input type="checkbox"/>	Stator currents	[isa isb isc]
<input checked="" type="checkbox"/>	Stator currents	[iq id]
<input type="checkbox"/>	Field current	[ifd]
<input type="checkbox"/>	Damper winding currents	[ikq1 ikq2 ikd]
<input type="checkbox"/>	Mutual fluxes	[phim_q phim_d]
<input checked="" type="checkbox"/>	Stator voltages	[vs_q vs_d]
<input type="checkbox"/>	Rotor angle deviation	[d_theta] rad
<input checked="" type="checkbox"/>	Rotor speed	[wm]
<input type="checkbox"/>	Electrical power	[Pe]
<input type="checkbox"/>	Rotor speed deviation	[dw]
<input type="checkbox"/>	Rotor mechanical angle	[theta] deg
<input type="checkbox"/>	Electromagnetic torque	[Te]
<input type="checkbox"/>	Load angle	[Delta] deg
<input type="checkbox"/>	Output active power	[Peo]
<input type="checkbox"/>	Output reactive power	[Qeo]

OK Cancel Help Apply

Блокнинг параметрлари:

Machine type:

[Машинанинг тури]. Қуйидаги рўйхатдан танланади:

Simplified synchronous — соддалаштирилган синхрон машина;

Synchronous — синхрон машина;

Asynchronous — асинхрон машина;

Permanent magnet synchronous — доимий магнитли синхрон машина.

Машинанинг танланган турига боғлиқ ҳолда блок параметрларининг ойнасида чиқиш ўзгарувчиларининг мос тўпламлари акс эттирилади. Қуйида ҳар хил турдаги машиналар учун ўзгарувчилар тўпламлари келтирилган.

Синхрон машина учун:

Stator currents [isa isb isc] — статор чўлғамидаги тоқлар;

Stator currents [iq id] — статор тоқларининг q ва d ўқларига проекциялари;

Field current [ifd] — синхрон машинанинг кўзғатиш тоқи;

Damper winding currents [ikq1 ikq2 ikd] — синхрон машина демпфер чўлғами тоқларининг проекциялари;

Mutual fluxes [phim_q phim_d] — магнитловчи оқимнинг q ва d ўқларига проекциялари;

Stator voltages [vs_q vs_d] — статор кучланишларининг q ва d ўқларига проекциялари;

Rotor angle deviation [d_theta] rad — синхрон машина ротори бурчагининг оғиши (юклама бурчаги);

Rotor speed [wm] — роторнинг тезлиги;

Electrical power [Pe] — электромагнит кувват;

Rotor speed deviation [dw] — ротор тезлигининг оғиши;

- Rotor mechanical angle [theta] deg — роторнинг бурилиш бурчаги;

- Electromagnetic torque [Te] — электромагнит момент;

Load angle [Delta] deg — синхрон машинанинг юклама бурчаги;

Output active power [Peo] — чиқишдаги актив кувват;

Output reactive power [Qeo] — чиқишдаги реактив кувват.

Синхрон машинанинг соддалаштирилган модели:

- Line currents [isa isb isc] — статорнинг фаза тоқлари;

Terminal voltages [va vb vc] — статор чўлғамининг қисмаларидаги фаза кучланишлари;

- Internal voltages [$e_a e_b e_c$] — статорнинг фаза ЭЮК лари;
 - Rotor angle [θ_m] rad — роторнинг бурилиш бурчаги;
- Rotor speed [ω_m] — роторнинг тезлиги;
 Electrical power [P_e] — электромагнит кувват.

Доимий магнитли синхрон машина:

- Stator currents [$i_a i_b i_c$] — статор токлари;

Stator currents [$i_{s_q} i_{s_d}$] — статор тоқларининг q и d ўқларига проекциялари;

Stator voltages [$v_{s_q} v_{s_d}$] — статор кучланишларининг q и d ўқларига проекциялари;

Rotor speed [ω_m] — роторнинг тезлиги;

- Rotor angle [θ_m] rad — роторнинг бурилиш бурчаги;
- Electromagnetic torque [T_e] N.m — электромагнит момент.

Асинхрон машина:

Rotor currents [$i_{ra} i_{rb} i_{rc}$] — ротор чўлғамидаги тоқлар;

Rotor currents [$i_{r_q} i_{r_d}$] — ротор тоқларининг q ва d ўқларга проекциялари;

Rotor fluxes [$\phi_{ir_q} \phi_{ir_d}$] — ротор оқимларининг q ва d ўқларга проекциялари;

Rotor voltages [$v_{r_q} v_{r_d}$] — статор кучланишларининг q ва d ўқларга проекциялари;

Stator currents [i_a, i_b, i_c] A — статор токлари;

Stator currents [$i_{s_q} i_{s_d}$] A — статор тоқларининг q ва d ўқларга проекциялари;

Stator fluxes [$\phi_{is_q} \phi_{is_d}$] — статор оқимларининг q ва d ўқларга проекциялари;

Stator voltages [$v_{s_q} v_{s_d}$] V — статор кучланишларининг q ва d ўқларга проекциялари;

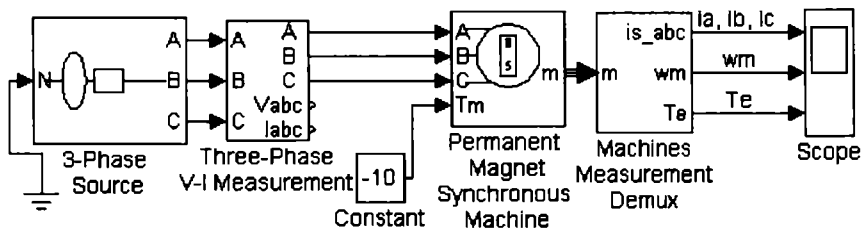
Rotor speed [ω_m] rad/s — роторнинг тезлиги;

Electromagnetic torque [T_e] N.m — электромагнит момент;

Rotor angle [θ_m] rad — роторнинг бурилиш бурчаги.

Ўлчанаётган ўзгарувчилар векторидан керакли ўзгарувчини ажратиб олиш учун уни байроқча билан белгилаш керак.

Электр машинасининг ўзгарувчиларини ўлчаш блокдан фойдаланишга мисол 14.7.6.1-расмда келтирилган



Block Parameters: Machines Measurement Demux

Machine measurements (mask) (link)

Split specified signals of various machine models measurement output vector into separate signals.
Set the "Machine units" parameter to the units used for the machine connected to the block input.

Parameters

Machine type: Permanent magnet synchronous

Stator currents [ia, ib, ic] A

stator currents [is_q is_d] A

Stator voltages [vs_q vs_d] V

Rotor speed [wm] rad/s

Rotor angle [thetam] rad

Electromagnetic torque [Te] N.m

OK Cancel Help

Block Parameters: Permanent Magnet Synchronous Machine

PM Synchronous Machine (mask) (link)

Parameters

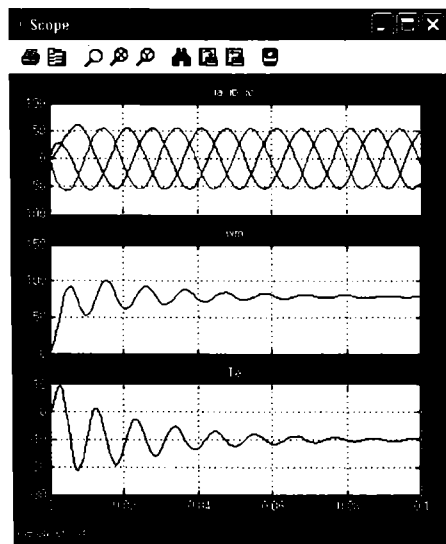
Resistance R(ohm): 0.001

Inductances [Ld(H) Lq(H)]: [0.5e-3, 0.5e-3]

Flux induced by magnets [Wb]: 0.175

Inertia, friction factor and pairs of poles [J(kg.m²) F(N.m.s) p]: [0.8e-3, 0, 4]

OK Cancel Help



Block Parameters: 3-Phase Source

3-Phase Source (mask) (link)

This block implements a three-phase source in series with a series RL branch.

Parameters

Phase-to-phase rms voltage (V): 380

Phase angle of phase A (degrees): 0

Frequency (Hz): 50

Internal connector: Yn

Specify impedance using short circuit level

Source resistance (Ohms): 0.1

Source inductance (H): 0

OK Cancel Help

14.7.6.1-расм. Электр машинасининг ўзгарувчиларини ўлчаш блокidan фойдаланишга мисол

арини ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters: Excitation System x

Excitation System (mask) (link)

Implements an IEEE type 1 synchronous machine voltage regulator combined to an exciter. This block uses the dq components of terminal voltage (Synchronous Machine block, measurement outputs 9 and 10).

1st input: desired stator terminal voltage (p.u.);
2nd input: vd component of the terminal voltage (p.u.);
3rd input: vq component of the terminal voltage (p.u.);
4th input: stabilization voltage from user-supplied power system stabilizer (p.u.);

output: field voltage vfd to be applied to the Synchronous Machine block's 2nd input (p.u.).

Parameters

Low-pass filter time constant [Tr(s)]:

Regulator gain and time constant [Ka() Ta(s)]:

Exciter [Ke() Te(s)]:

Transient gain reduction [Tb(s) Tc(s)]:

Damping filter gain and time constant [Kf() Tf(s)]:

Regulator output limits and gain [Eimin, Eimax (p.u.), Kp()]:

Initial values of terminal voltage and field voltage [Vt0 (pu) Vfd0(pu)]:

араметрлари:

lter time constant Tr(s):

оталар филтрининг вақт доимийси Tr(c
рининг вақт доимийси (14.76-расм).

ain and time constant [Ka() Ta(s)]:

нинг кучайтириш коэффициенти Ка ва в:

:() Te(s)]:

моделининг кучайтириш коэффициент

ain reduction [Tb(s) Tc(s)]:

торнинг вақт доимийлари Tb ва Tc].

ter gain and time constant [Kf() Tf(s)]:

[Реал дифференциалловчи звенонинг кучайтириш коэффициенти K_f ва вақт доимийси T_f]. Тескари боғланишни амалга ошириш учун фойдаланиладиган кўзгатиш кучланишининг ҳосиласини ҳисобловчи блокнинг параметрлари.

Regulator output limits and gain [E_{fmin} , E_{fmax} (p.u.), $K_p()$]:

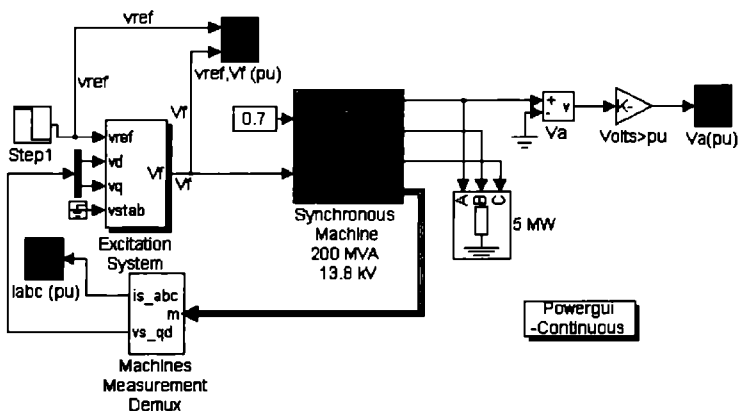
[Ростлагичнинг нисбий бирликлардаги минимал E_{fmin} ва максимал E_{fmax} чиқиш кучланишларининг қийматлари ва унинг кучайтириш коэффициенти K_p]. Агар кучайтириш коэффициентининг K_p қиймати нолга тенг олинса ростлагичнинг максимал чиқиш кучланиши ўзгармас ва E_{fmax} га тенг бўлади. Агар $K_p > 0$ бўлса ростлагичнинг максимал чиқиш кучланиши ўзгарувчан ва қиймати генератор қисмаларидаги кучланишнинг (V_t) кучайтириш коэффициенти (K_p) кўпайтмасига тенг бўлади.

Initial values of terminal voltage and field voltage [V_{t0} (pu) V_{f0} (pu)]:

[Генератор қисмаларидаги кучланишнинг бошланғич қиймати V_t ва кўзгатиш кучланишининг бошланғич қиймати V_f]. Агар бошланғич шартлар тўғри танланса моделлаш жараёни шаклланган режимдан бошланиши мумкин. Бунинг учун генератор қисмаларидаги кучланишнинг қиймати нисбий бирликларда 1 га тенг қилиб берилади. Кўзгатиш кучланишининг бошланғич қиймати эса PowerGui блокининг Load Flow воситаси ёрдамида ҳисобланиши мумкин.

Мисол:

Синхрон машинанинг кўзгатиш системаси билан биргаликда ишлаганига мисол 14.7.7.2-расмда келтирилган. Мисолда $t = 0.2$ с га тенг бўлган вақт momentiда генераторнинг чиқиш кучланишини нисбий бирликларда 1 дан 0,5 га ўзгартириш учун топширик берилган. Осциллограммалардан топширикнинг қандай бажарилишини кўриш мумкин.



or parameters as 1-D
crossing detection

Cancel Help

Solver | Workspace I/O | Diagnostics | Advanced | **File**

Simulation time

Start time: 0 0 Stop time: 0 8

Solver options

Type: Variable-step ode23tb (stiff/TR-BDF2)

Max step size: auto Relative tolerance:

Min step size: auto Absolute tolerance:

Initial step size: auto

Output options

Refine output Refine factor:

OK Cancel

Block Parameters: Excitation System

Excitation System (mask) (link)

Implements an IEEE type 1 synchronous machine voltage regulator combined to an exciter. This block uses the dq components of terminal voltage (Synchronous Machine block, measurement) outputs 9 and 10).

1st input: desired stator terminal voltage (p.u.)
 2nd input: vd component of the terminal voltage (p.u.)
 3rd input: vq component of the terminal voltage (p.u.)
 4th input: stabilization voltage from user-supplied power system stabilizer (p.u.)

output: field voltage vfd to be applied to the Synchronous Machine block's 2nd input (p.u.)

Parameters

Low-pass filter time constant T(f): [20e-3]

Regulator gain and time constant [Kd] Td(s): [300, 0.001]

Exciter [Kd] Td(s): [1, 0]

Transient gain reduction [TB(s) Tc(s)]: [0, 0]

Damping ratio gain and time constant [KJ] Tj(s): [0.001, 0.1]

Regulator output limits and gain [Emin, Emax] (p.u.) [KJ]: [-11.5, 11.5, 0]

Initial values of terminal voltage and field voltage [V0] (pu/V0(pu)): [1, 1, 0]

Block Parameters: Synchronous Machine 200 MVA 13.8 kV

Synchronous Machine (mask) (link)

Implements a 3-phase synchronous machine modelled in the dq rotor reference frame. Stator windings are connected in wye to an internal neutral point. Press help for inputs and outputs description.

Parameters

Rotor type: [Synchronous] (dropdown)

Nom. power, L-L, volt. and freq. [Prf(VA) Vn(Vrms) In(Hz)]: [200E6 13800 50]

Reactances [Xd Xd' Xd'' Xq Xq' Xq''] (pu): [1.305, 0.256, 0.252, 0.474, 0.243, 0.18]

d axis time constant: [Short-circuit] (dropdown)

q axis time constant: [Open-circuit] (dropdown)

Time constants [Td' Td'' Tq''] (s): [1.01, 0.053, 0.1]

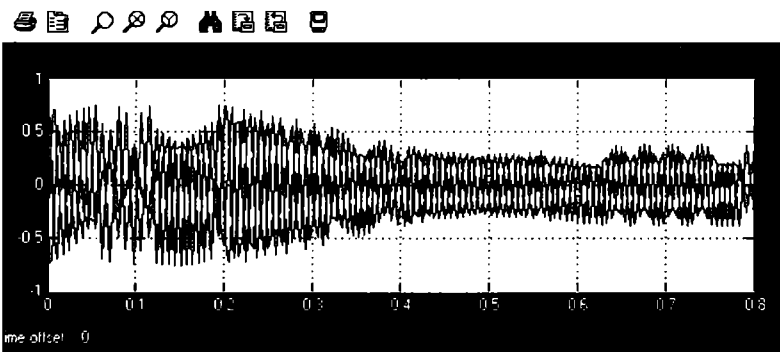
Stator resistance Rr (p.u.): [2.8544e-3]

Coeff. of inertia, friction factor and pole pairs [H(s) F(pu) p]: [3.2, 0, 32]

Int. cond. [dφ(X) θ(deg) sub.x(pu) phi_p(z) phi_d(deg) V(pu)]: [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1]

Simulate saturation

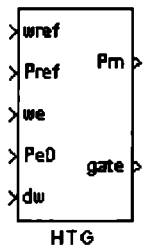
OK Cancel Help



4.7.7.2-расм. Синхрон машинанинг қўзғатиш системаси билан биргаликда ишлашига мисол

14.7.8. Ростлагичли гидравлик турбина Hydraulic Turbine and Governor

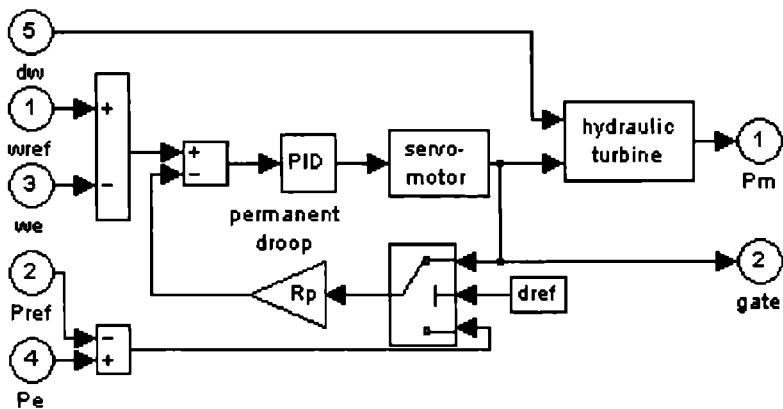
Тиктограммаси:



Ўазифаси:

лок ростлаш системасига эга бўлган гидравлик турбинан эли бўлиб ҳисобланади. Ростлаш системаси пропорцион

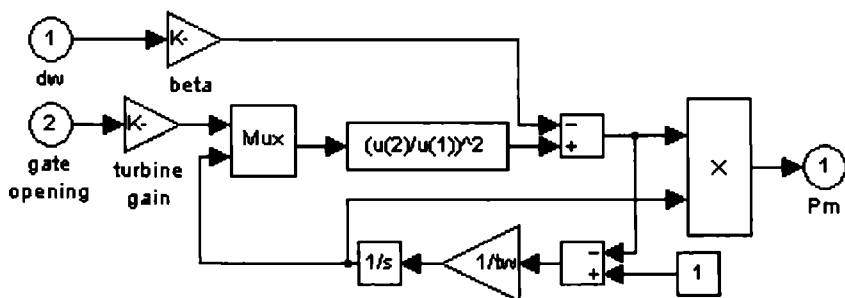
дифференциал (ПИД) ростлагич ва бошқарувчи сервомотордан иборат. Моделнинг умумий схемаси 14.7.8.1-расмда кўрсатилган.



14.7.8.1-расм. Ростлаш системасига эга бўлган гидравлик турбинанинг модели

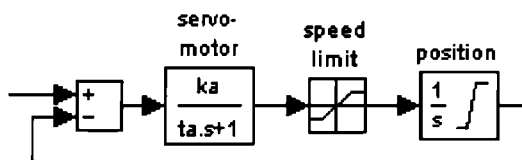
Блокнинг биринчи иккита киришига керакли бурчак тезликнинг (w_{ref}) ва қувватнинг (P_{ref}) қиймати берилади. Блокнинг учинчи ва тўртинчи киришларига тезликнинг (w_e) ва актив қувватнинг (P_e) ҳақиқий қийматлари келтирилади. Бешинчи киришга эса синхрон генератор ротори тезлигининг оғиши (dw) берилади. Блокнинг чиқиш сигналлари бўлиб синхрон генераторнинг мос киришига бериладиган механик қувват (P_m) ва турбина затворининг очилиш катталиги ($gate$) ҳисобланади. Агар тескари боғланиш сифатида тезликнинг оғиши эмас балки затворнинг ҳолати тўғрисидаги сигналдан фойдаланилса блокнинг 2 ва 4 киришлари ҳеч қаерга уланмаслиги мумкин. Блокнинг ҳамма кириш ва чиқиш катталиклари нисбий бирликларда ўлчанади.

Гидравлик турбинанинг ўзи 14.7.8.2-расмда кўрсатилган чизикли бўлмаган система билан моделланади.



14.7.8.2-расм. Гидравлик турбинанинг модели

нг затворини бошқарувчи серводвигател билан моделланади (14.7.8.3-расм).



Гурбинанинг затворини бошқарувчи серводвигате

ларини ўрнатилиш ойнаси:

Block Parameters: HTG X

Hydraulic Turbine and Governor (mask) (link)

Implements a hydraulic turbine combined to a PID governor system.

1st input: desired speed (p.u.);
2nd input: desired electrical power (p.u.);
3rd input: synchronous machine's actual speed (p.u., measurement output 13 of SM block);
4th input: synchronous machine's actual electrical power (p.u., measurement output 14 of SM block);
5th input: synchronous machine's actual speed deviation with respect to nominal (%), measurement output 15 of SM block;

1st output: mechanical power to be applied to the Synchronous Machine block's 1st input (p.u.);
2nd output: gate opening (p.u.).

Parameters

Servo-motor [Ka() Ta(sec)]:
[10/3 0.07]

Gate opening limits [gmin,gmax(pu) vgmin,vgmax(pu/s)]:
[0.01 0.97518 -0.1 0.1]

Permanent droop and regulator [Rp() Kp() Kd() Td(s)]:
[0.05 1.163 0.105 0 0.01]

Hydraulic turbine [beta() Tw(sec)]:
[0 2.67]

Droop reference (0=power error, 1=gate opening):
[0]

Initial mechanical power (pu):
[0.7516]

OK Cancel Help Apply

параметрлари:

r [Ka() Ta(sec)]:

серводвигателнинг параметрлари] Серводвигателнинг
таъсир кўчириш коэффициенти Ka ва вақт

Gate opening limits [g_{min} , $g_{max}(pu)$ vg_{min} , $vg_{max}(pu/s)$]:

[Затворни ростлаш чегаралари g_{min} , $g_{max}(н.б.)$ vg_{min} , $vg_{max}(н.б./с)$]. Затвор координаталарининг максимал ва минимал кийматлари g_{min} , g_{max} (н.б.) ҳамда затвор силжиш тезлигининг максимал ва минимал кийматлари vg_{min} , vg_{max} (н.б./с).

Permanent droop and regulator [$R_p()$ $K_p()$ $K_i()$ $K_d()$ $T_d(s)$]:

[Ростлагичнинг параметрлари]. Ростлагич тескари боғланиш занжирининг узатиш коэффициенти R_p , ПИД-ростлагич пропорционал (K_p) ва интеграл (K_i) қисмларининг кучайтириш коэффицентлари, ПИД-ростлагич реал дифференциалловчи звеносининг кучайтириш коэффициенти ва унинг вақт доимийси (T_d).

Hydraulic turbine [$\beta(t)$ $T_w(sec)$]:

[Гидравлик турбинанинг параметрлари $\beta(t)$ $T_w(с)$]. Тезлик оғишини демпфирлаш коэффициенти β ва турбина гидравлик қисми моделининг вақт доимийси $T_w(с)$.

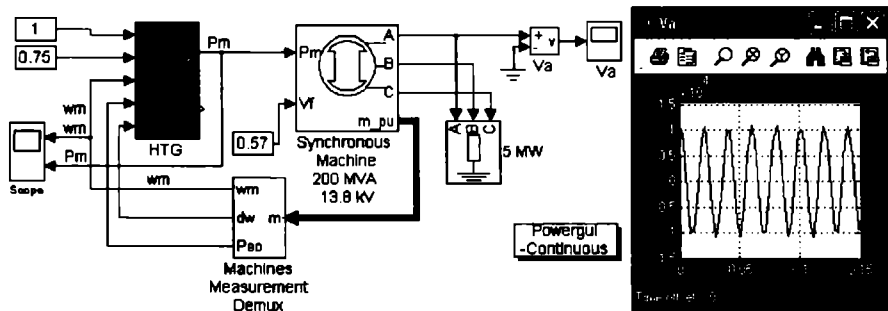
Droop reference ($0=power\ error$, $1=gate\ opening$):

[Тескари боғланиш тури]. Тескари боғланиш сигналининг кўринишини белгилайди: 1 — затворнинг ҳолати, 0 — электр қувватнинг девиацияси. Initial mechanical power (pu):

[Механик қувватнинг бошланғич киймати (н.б.)].

Мисол:

Актив юкламага ишловчи гидрогенераторнинг турбина билан бир-галикдаги модели 14.7.8.4-расмда келтирилган. Осциллограммаларда синхрон генераторнинг киришига бериладиган механик қувват (P_m), турбина валининг айланиш тезлиги (ω_m) ва генераторнинг А фаза-сидаги чиқиш кучланиши (V_A) кўрсатилган.



1st input: desired speed [p.u.]
 2nd input: desired electrical power [p.u.]
 3rd input: synchronous machine's actual speed [p.u., measurement output 13 of SM block].
 4th input: synchronous machine's actual electrical power [p.u., measurement output 14 of SM block].
 5th input: synchronous machine's actual speed deviation with respect to nominal [%, measurement output 15 of SM block].

1st output: mechanical power to be applied to the Synchronous Machine block's 1st input [p.u.]
 2nd output: gate opening [p.u.]

Parameters

Servo-motor [Ka] T[sec] :

| 0.001 0.02 |

Gate opening limits [gmin,gmax(pu) vgmin,vgmax(pu/s)] :

| | 0 0.01 0.97518 -0.1 0.1 |

Permanent droop and regulator [Rp] Kp] Kd] Kd] Td(s)] :

| | 0 0.05 1.163 0.105 0 0.01 |

Hydraulic turbine [beta] Tw(sec)] :

| | 0 2.67 |

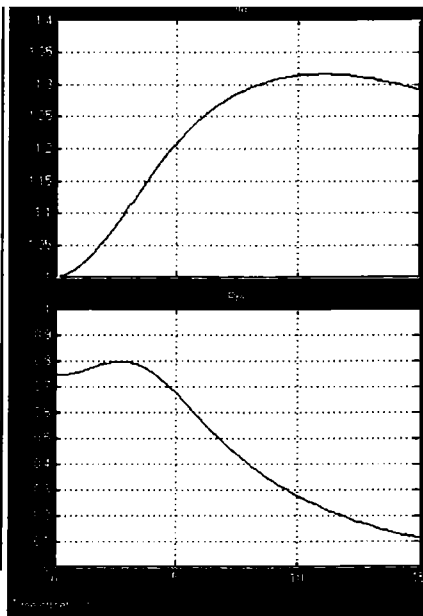
Droop reference (0=power error, 1=gate opening) :

| 0 |

Initial mechanical power (pu) :

| 0.7516 |

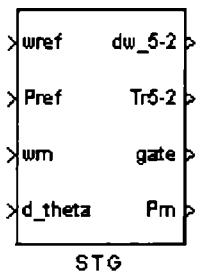
OK Cancel Help



14.8.4-расм. Актив юкламага ишловчи гидрогенераторнинг турбина билан биргаликдаги модели

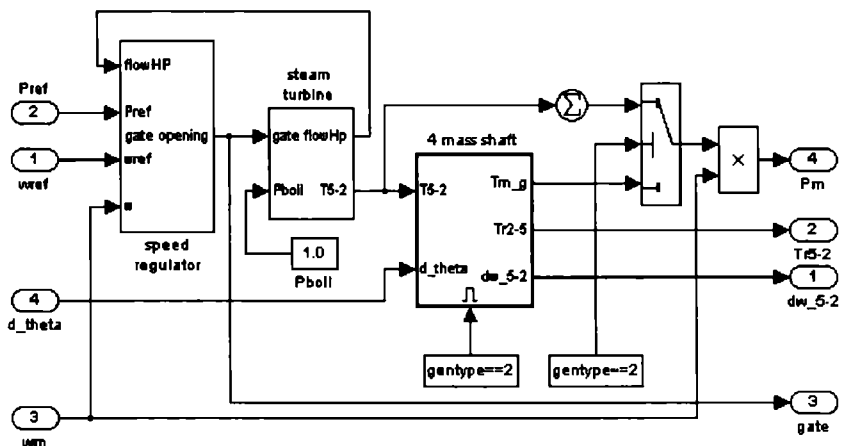
14.7.9. Ростлағичли буғ турбинаси Steam Turbine and Governor

Пиктограммаси:



Вазифаси:

Блок ростлаш системасига эга бўлган буғ турбинасининг моделиб ҳисобланади. Турбинанинг вали кўп массали (тўртта масса) система сифатида моделланиши мумкин. Моделнинг схема .7.9.1-расмда кўрсатилган.



14.7.9.1-расм. Ростлагичли буг турбинасининг модели

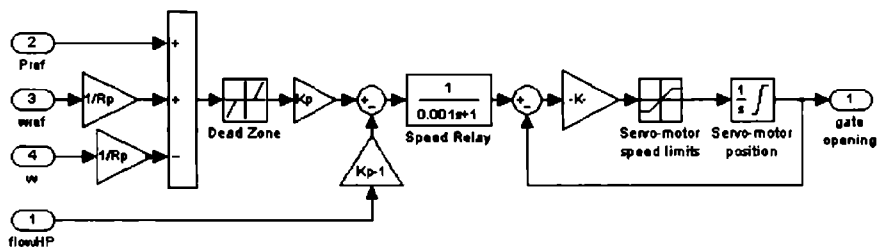
Блокнинг биринчи икки киришига бурчак тезлигининг (w_{ref}) ва кувватнинг (P_{ref}) керакли қийматлари берилади. Блокнинг учинчи ва тўртинчи киришларига синхрон генератор тезлигининг (w_e) ва юклама бурчагининг ҳақиқий қийматлари келтирилади.

Блокнинг чиқиш сигналлари қуйидагилар:

- кўп массали вал моделининг ҳар бир қисми учун тезланишлар оғишларининг вектори (dw_{5-2});
- кўп массали вал моделининг ҳар бир қисми учун моментнинг қийматлари (T_{r2-5});
- синхрон машина блокининг киришига узатиладиган механик кувват (P_m);
- турбина затворининг очилиш катталиги ($gate$).

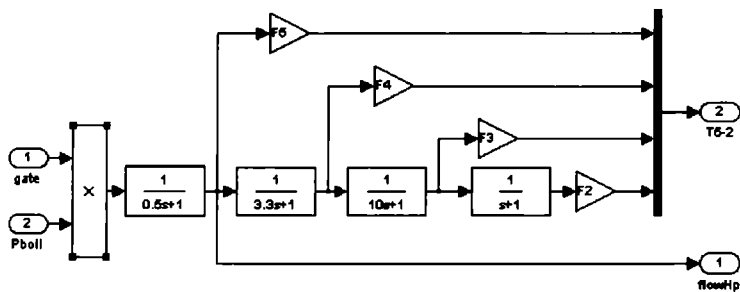
Юклама бурчагидан ташқари ҳамма кириш ва чиқиш катталиклари нисбий бирликларда ўлчанади.

Ростлаш системаси пропорционал-дифференциал (ПИД) ростлагич, тезлик релеси ва бошқарувчи сервомотордан иборат. Моделнинг умумий схемаси 14.7.9.2-расмда кўрсатилган.



14.7.9.2-расм. Турбина ростлаш системасининг модели

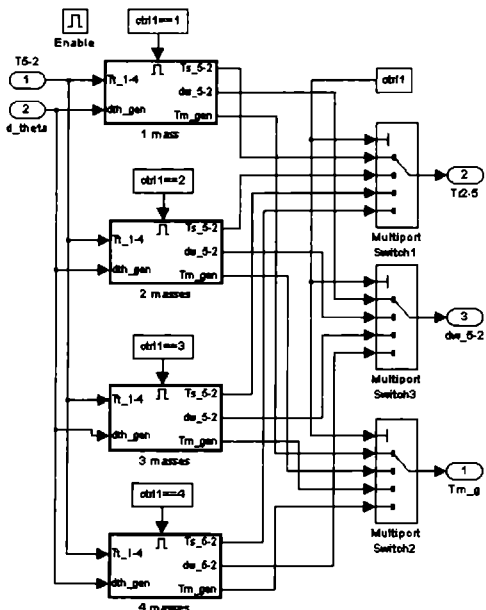
Турбинанинг ўзи 14.7.9.3-расмда кўрсатилган тўрт компонентли чизикли бўлмаган система кўринишида моделланади.



14.7.9.3-расм. Турбинанинг модели

Буг турбинаси ҳар бири биринчи тартибли узатиш функцияси билан моделланган тўртта каскадга эга. Биринчи каскад буг йиғич бўлиб, қолган учта каскад трубопровод ёки иккиламчи иситкич бўлиши мумкин. Қозон (котел) моделланмаган. Қозондаги босим ўзгармас ва 1 н.б.га тенг деб олинади. F2-F5 элементлар турбинанинг қувватини валнинг турли каскадлари орасида тақсимлаш учун ишлатилади.

Турбина валининг модели тўрт массали система кўринишида бажарилган (14.7.9.4-расм). Турбинага энг яқин масса 2 тартиб рақамга эга, синхрон генераторга энг яқини эса 5 тартиб рақам билан белгиланади.



14.7.9.4-расм. Турбина валининг модели

ини ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters STG

— Steam Turbine and Governor (mask) [link]

Implements a complete tandem-compound steam prime mover system, including speed regulator, steam turbine and a shaft with up to 4 masses. The generator's mass is labelled mass #1 and is not included here. The shaft mass closest to the generator is #2, the farthest is #5. If a mass is not to be included, set its inertia H to zero. The damping factor and rigidity coefficients corresponding to omitted masses are not considered and can be left as is. When masses are omitted, the remaining system is "compressed" towards the generator i.e. if only 2 masses are used, it will be masses #2 and #3. The input data for the masses considered is shifted accordingly.

Press Help for inputs and outputs description.

— Parameters

Generator type Tandem-compound (multi-mass)

Regulator gain, perm. droop, dead zone [Kp Rp(p.u.) Dz(p.u.)]
[1 0.05 0]

Speed relay and servo-motor time constants [Tsr Tsm](s):
[0.001 0.15]

Gate opening limits [vgmin,vgmax (p.u./s) gmin,gmax (p.u.)]
[0 0.1 0 4.496]

Steam turbine time constants [T2 T3 T4 T5](s):
[0 10 3.3 0.5]

Turbine torque fractions [F2 F3 F4 F5]
[0 0.36 0.36 0.28]

Coeff. of inertia [H2 H3 H4 H5](s):
[0.046 1.430 1.465 0.192]

Stiffness coeff. [K12 K23 K34 K45](pu/rad):
[90.44 53.88 64.59 62.94]

Damping factors [D2 D3 D4 D5](p.u. T/p.u. dw):
[0.0115 0.3575 0.3663 0.0137]

Initial power and generator rotor angle [Pm0 (p.u.) th0(deg)]
[250.35/555 -51.2424]

OK Cancel Help Apply

метрлари:

ри]. Куйидаги рўйхатдан олинди:
round (single mass) — бир массал
round (multi-mass) — кўп массали
t, perm. droop, dead zone [Kp Rp
араметрлари]. Ростлагичнинг куча
ли боғланишни сусайтириш коэфф
гайдиган зонанинг кенглиги Dz(н.т
d servo-motor time constants [Tsr T
вигателнинг вақт доимийлари [T
;gmin,vgmax (p.u./s) gmin, gmax (p.u

[Затворнинг ростлаш чегаралари [gmin, gmax(н.б.vgmin, vgmax (о.е./с))]. Затвор координаталарининг максимал и минимал қийматлари gmin, gmax (о.е.) ва затвор силжиш тезлигининг максимал ва минимал қийматлари vgmin, vgmax (н.б./с).

Steam turbine time constants [T2 T3 T4 T5] (s):

[Турбинанинг вақт доимийлари [T2 T3 T4 T5] (с)].

Turbine torque fractions [F2 F3 F4 F5]:

[Вал бўйича моментнинг тақсимланиш коэффициентлари [F2 F3 F4 F5]].

Coeff. of inertia [H2 H3 H4 H5] (s):

[Вал ташкил этувчиларининг инерция моментлари [H2 H3 H4 H5] (с)].

Stiffness coeff. [K12 K23 K34 K45] (pu/rad):

[Вал ташкил этувчиларининг бикирлик коэффициентлари [K12 K23 K34 K45] (н.б./рад):]

Damping factors [D2 D3 D4 D5] (p.u. T/p.u. dw):

[Вал ташкил этувчиларининг демпфирланиш коэффициентлари [D2 D3 D4 D5] (н.б. T/ н.б.dw):]

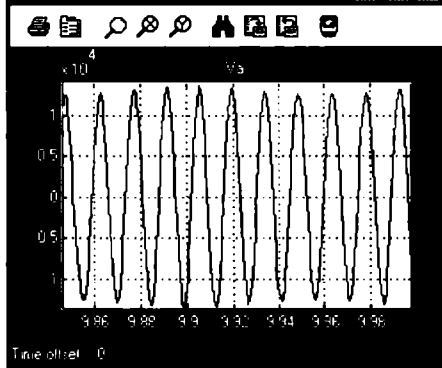
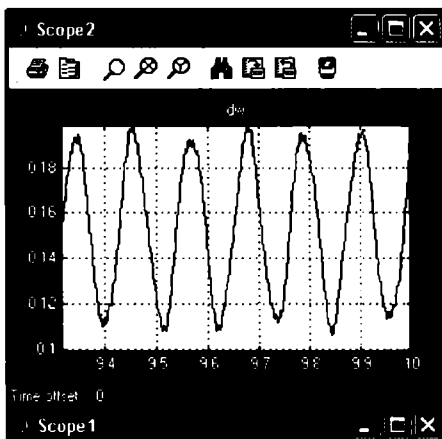
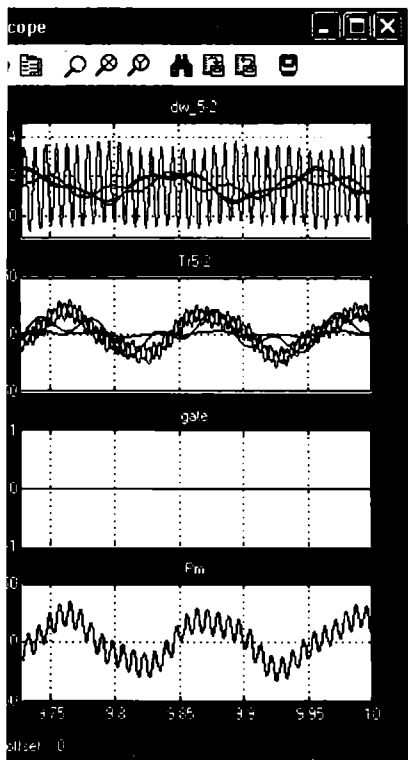
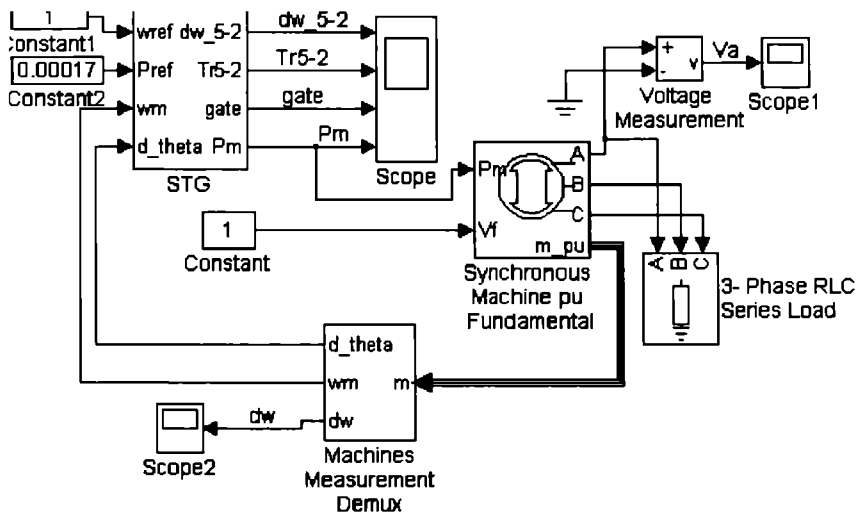
Initial power and generator rotor angle [Pm0 (p.u.) th0(deg)]:

[Механик кувватнинг бошланғич қиймати ва генератор валининг бурилиш бурчаги [Pm0 (н.б.) th0(град)]]. Параметрлар PowerGui блоқи ёрдамида ҳисобланиши мумкин. Бир массали системада фақат механик кувватнинг бошланғич қийматини бериш талаб қилинади.

Агар кўп массали системада тўртта массанинг ҳаммасини моделлаш талаб қилинмаса, валнинг моделланмаётган қисмлари учун инерция моментларининг қийматлари нолга тенг бўлиши керак. Фойдаланилмаётган массага мос бикирлик коэффициентлари ва сўниш декрементлари ҳисобга олинмайди. Вал массаларидан бир қисми моделланмаса қолган массалар генератор йўналишида силжитилади. Фойдаланилмаётган массалар учун моментнинг вал бўйича тақсимланиш коэффициенти нолга тенг бўлиши керак. Аммо, валнинг инерция коэффициенти нолга тенг бўлган қисмлари учун моментнинг тақсимланиш коэффициенти нолга тенг бўлмаслигига ҳам йўл қўйилади.

Мисол:

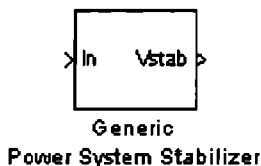
Актив юкламага ишловчи синхрон генератор ва буғ турбинасининг модели 14.7.9.5-расмда кўрсатилган. Расмда шаклланган режим учун айрим ўзгарувчиларнинг графиклари ҳам келтирилган.



4.7.9.5-расм. Актив юкламага ишловчи синхрон генератор ва буг турбинасинин модели

14.7.10. Энергосистеманинг универсал стабилизатори Generic Power System Stabilizer

Пиктограммаси:

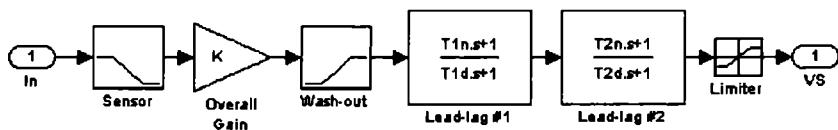


Вазифаси:

Энергосистеманинг универсал стабилизатори блокidan (PSS) синхрон генераторнинг қўзғатишини бошқариш йўли билан роторининг демпфирловчи хусусиятларини яхшилаш учун фойдаланиш мумкин. Энергосистема ишининг бузилиши генератор ротори тезлигининг тебранишига олиб келиши мумкин. Энергосистеманинг турғунлигини сақлаб қолиш учун бундай тебранишлар сўндирилиши керак.

Generic Power System Stabilizer блокининг чиқиш сигнали (V_{stab}) генераторнинг қўзғатиш системаси учун кириш сигнали бўлиб хизмат қилади. Блокнинг кириш сигнали сифатида роторнинг тезлик бўйича хатолиги ($\Delta\omega$) ёки генераторнинг механик қуввати ва электр қуввати орасидаги фарқ олиниши мумкин.

Стабилизаторнинг модели қуйи частоталар фильтри, асосий кучайтиргич ва юкори частоталар фильтридан иборат. Фазани компенсацияловчи система кетма-кет уланган иккита биринчи тартибли звенолардан иборат. Ушбу звенолар қўзғатиш кучланиши ва синхрон машинанинг электромагнит айлантирувчи моменти орасидаги фаза кечикишини компенсация қилиш учун хизмат қилади. Стабилизатор моделининг схемаси 14.7.10.1-расмда кўрсатилган.



14.7.10.1-расм. Стабилизатор моделининг схемаси

Параметрларини ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters: Generic Power System Stabilizer [link]

- Generic Power System Stabilizer (mask) [link]

This block implements a generic Power System Stabilizer (PSS).

Input (In): Synchronous machine speed deviation with respect to nominal ($\Delta\omega$ in pu) or acceleration power ($P_a = P_m - P_e$ in pu).
Output (VS): stabilization voltage (pu).

Look under mask to see how the various transfer functions are connected.

- Parameters

Sensor time constant:

Gain:

Wash-out time constant:

Lead-leg #1 time constants: [Tnum Tden]

Lead-leg #2 time constants: [Tnum Tden]

Output limits: [VSmin VSmax]

Initial input:

Plot frequency response

аметрлари:

onstant:

вакт доимийси]. Кириш сигналини ω куйи частоталар фильтрининг вақт T

[коэффициенти]. Стабилизаторнинг ленти.

e constant:

оталар фильтрининг вақт доимийси].

me constants: [Tnum Tden]

[компенсация системаси биринчи зв

. Tnum — суратнинг вақт доимийси, T ден доимийси.

me constants: [Tnum Tden]

компенсация системаси иккинчи зв [Tden]]. Tnum — суратнинг вақт доимийси.

Output limits: [VSmin VSmax]

[Чиқиш сигналининг минимал ва максимал қийматлари [VSmin VSmax]].

Initial input:

[Кириш сигналининг бошланғич қиймати].

Plot frequency response

[Стабилизаторнинг частотавий жавобини куриш]. Байроқча ўрнатилган бўлса частотавий жавоб курилади.

Magnitude in dB

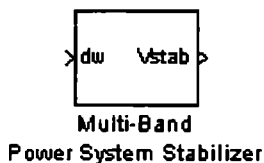
[Сигнал амплитудасининг ўзгариши дБ ларда]. Байроқча белгиланган бўлса частотавий характеристикадаги сигналнинг амплитудаси дБ ларда ўлчанади, акс ҳолда — нисбий бирликларда бўлади.

Frequency range (Hz):

[Частотавий диапазон (Гц)]. Параметр сифатида частотавий характеристикаси курилиши зарур бўлган частоталар вектори берилди.

14.7.11. Энергосистеманинг кўп қутбли стабилизатори Multiband Power System Stabilizer

Пиктограммаси:



Вазифаси:

Энергетик системада содир бўладиган шикастланишлар ва нуқсонлар электр генераторларнинг электромеханик тебранишларига олиб келиши мумкин. Системанинг турғунлигини сақлаш учун бундай тебранишлар эффектив равишда сўндирилиши керак. Электромеханик тебранишлар қуйидаги тўртта категория бўйича ажратилиши мумкин:

Локал тебранишар: генератор ва электр станциясининг қолган қисми ўртасида ёки электр станцияси ва энергетик системанинг қолган қисми ўртасида бўлиши мумкин. Одатда бундай тебранишларнинг частотаси 0.8 ва 4.0 Гц оралиғидаги диапазонда бўлади.

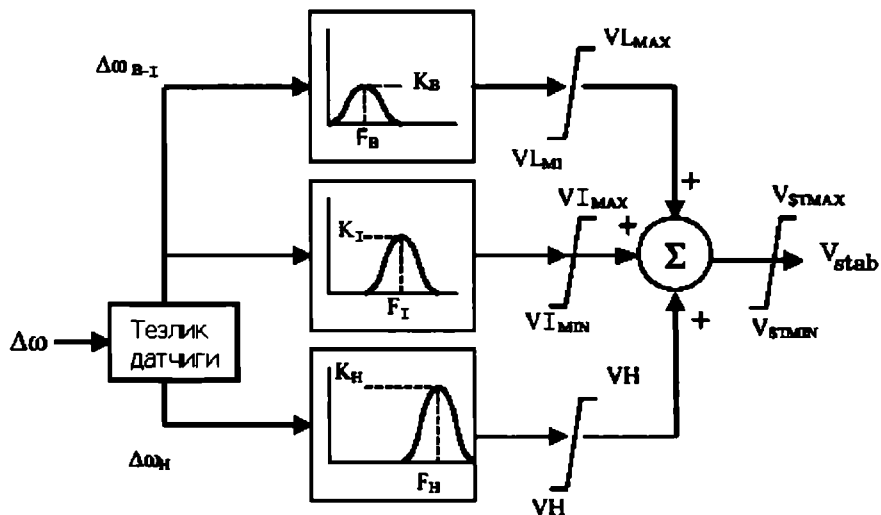
Станциялар орасидаги тебранишлар: бир-бирига яқин иккита электр станцияси орасида кузатилади. Бундай тебранишларнинг частотаси 1 дан 2 Гц гача бўлиши мумкин.

Гуруҳий тебранишлар: электростанцияларнинг иккита катта гуруҳлари орасида бўлиши мумкин. Частотаси — одатда 0.2 дан 0.8 Гц гача бўлган оралиқда.

Глобал тебранишлар: системадаги ҳамма генераторларнинг фаза бўйича мое тушувчи тебранишлари. Бундай тебранишларнинг частотаси 0.2 Гц атрофида бўлади.

Шундай қилиб, жуда катта (икки декадагача) диапазондаги тебранишларни сўндириш талаб қилинади.

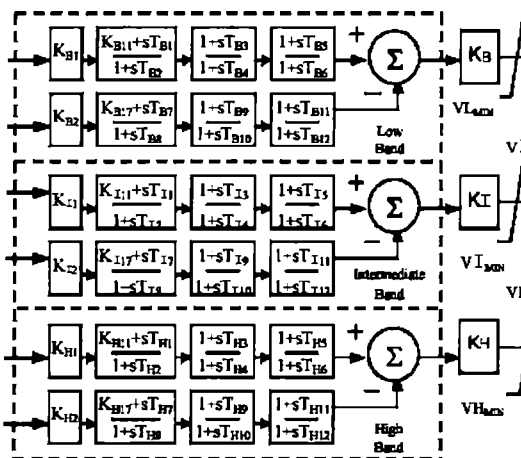
Стабилизаторнинг соддалаштирилган схемаси 14.7.11.1-расмда кўрсатилган.



14.7.11.1-расм. Стабилизаторнинг соддалаштирилган схемаси

Генератор вали айланиш тезлигининг датчигидан келадиган сигнал учта каналга бўлинади. Ҳар бир каналда маълум частоталар диапазонида ишловчи соҳали филтр ва амплитуда бўйича сигнал чеклагич мавжуд. Филтрлангандан кейин учала сигнал йиғилади ва қўшимча равишда амплитуда бўйича чекланади. Блокнинг чиқиш сигнали (V_{stab}) генераторни кўзғатиш системаси учун кириш сигналдир.

Стабилизаторнинг батафсил таркибий схемаси 14.7.11.2-расмда кўрсатилган.



расм. Стабилизаторнинг батафсил таркибий

тарихи ўрнатиш ойнаси:

Block Parameters: Multi-Band Power x

- Multi-Band Power System Stabilizer (mask) (link)

This block implements a Multi-band Power System Stabilizer (MB-PSS). Two operation modes are available: Detailed setting and simplified setting (IEEE Std 421.5).

When "Detailed settings" is used, the low(L), intermediate(I) and high(H)-frequency time constants must be given in the following order: T_{x1} to T_{x12} followed by K_{x11} and K_{x17} (where $x=L, I$ or H). Look under mask to see in which transfer functions these time constants are used.

Parameters

Mode of operation: Simplified settings

Global gain:

1.0

Low frequency band: [F(L)Hz, K(L)]

[0.2 20]

Intermediate frequency band: [F(I)Hz, K(I)]

[0.9 25]

High frequency band: [F(H)Hz, K(H)]

[12.0 145]

Signals Limits(VLmax, VImax, VHmax, VSmax)

[1.075 15 15 15]

Plot frequency response

Блокнинг параметрлари:

Mode of operation:

[Параметрларни бериш режими]. Параметрнинг киймати куйидаги рўйхатдан олинади:

- Simplified settings — параметрларни содалаштирилган кўринишда бериш;
- Detailed settings — параметрларни батафсил кўринишда бериш.

Global gain

[Умумий кучайтириш коэффициенти]. Стабилизаторнинг умумий кучайтириш коэффициенти.

Low frequency band: [FL(Hz), KL]

[Куйи частоталар филтрнинг параметрлари [FL(Гц), KL]]. Параметр вектор кўринишида берилади. Унинг биринчи элементи — марказий частота (Гц), иккинчи элементи — филтр узатиш коэффициентининг максимал киймати. Параметр Simplified settings режими учун ўринли.

Intermediate frequency band: [FI(Hz), KI]

[Ўрта частотали филтрнинг параметрлари [FL(Гц), KL]]. Параметр вектор кўринишида берилади. Унинг биринчи элементи — марказий частота (Гц), иккинчи элементи — филтр узатиш коэффициентининг максимал киймати. Параметр Simplified settings режими учун ўринли.

High frequency band: [FH(Hz), KH]

[Юқори частотали филтрнинг параметрлари [FL(Гц), KL]]. Параметр вектор кўринишида берилади. Унинг биринчи элементи — марказий частота (Гц), иккинчи элементи — филтр узатиш коэффициентининг максимал киймати. Параметр Simplified settings режими учун ўринли.

Low frequency gains: [KL1, KL2, KL]

[Куйи частоталар каналининг кучайтириш коэффициентлари [KL1, KL2, KL]].

Параметр Detailed settings режимида ўринли.

Low frequency time constants (s):

[Куйи частоталар каналининг вақт доимийси]. Параметр вектор кўринишида берилади [TB1 TB2 TB3 TB4 TB5 TB6 TB7 TB8 TB9 TB10 TB11 TB12 KB11 KB17]. Параметр Detailed settings режимида ўринли.

Intermediate frequency gains: [KI1, KI2, KI]

[Ўрта частоталар каналининг кучайтириш коэффициентлари [KI1, KI2, KI]].

Параметр Detailed settings режимда ўринли.

Intermediate frequency time constants (s):

[Ўрта частоталар каналининг вақт доимийси]. Параметр вектор кўринишида берилади [T11 T12 T13 T14 T15 T16 T17 T18 T19 T110 T111 T112 K111 K117].

Параметр Detailed settings режимда ўринли.

High frequency gains: [KН1, KН2, KН]

[Юқори частоталар каналининг кучайтириш коэффициентлари [KН1, KН2, KН]]. Параметр Detailed settings режимда ўринли.

High frequency time constants (s):

[Юқори частоталар каналининг вақт доимийси]. Параметр вектор кўринишида берилади [ТН1 ТН2 ТН3 ТН4 ТН5 ТН6 ТН7 ТН8 ТН9 ТН10 ТН11 ТН12 КН11 КН17]. Параметр Detailed settings режимда ўринли.

Signals Limits(VLmax, VImax, VNmax, VSmax)

[Чеклаш сатҳлари]. Чиқиш сигнални чеклаш сатҳлари: VLmax — паст частоталар каналида, VImax — ўрта частоталар каналида, VNmax — юқори частоталар каналида, VSmax — натижавий сигнални чеклаш сатҳи.

Plot frequency response

[Стабилизаторнинг частотавий жавобини куриш]. Байроқча ўрнатилган бўлса частотавий жавоб курилади.

Magnitude in dB

[Сигнал амплитудасининг ўзгариши дБ ларда]. Байроқча белги-ланган бўлса частотавий характеристикадаги сигналнинг амплитудаси дБ ларда ўлчанади, акс ҳолда — нисбий бирликларда бўлади.

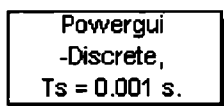
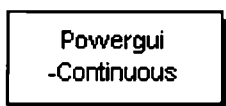
Frequency range (Hz):

[Частотавий диапазон (Гц)]. Параметр сифатида частотавий характеристикаси курилиши зарур бўлган частоталар вектори берилади.

15. POWERGUI — ЭНЕРГЕТИК ТИЗИМЛАРНИ МОДЕЛЛАШ ПАКЕТИНИНГ ГРАФИК ИНТЕРФЕЙСИ

15.1. Powergui — Фойдаланувчининг график интерфейси

Пиктограммаси:

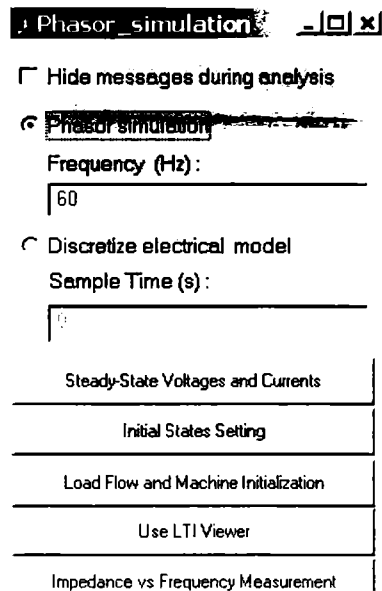


мконијатини беради:
соблаш;
мни ҳисоблаш;

уч фазали схемаларни ҳисоб
шланадиган қилиб инициал

струменти ёрдамида анали:
импедансини) аниқлаш;

д учун магнитланиш характе
илиш.



риш]. Байроқча белгиланган бўлса модел дискретланади. Бу ҳолда дискретлаш қадами *Sample time* графасида бериш керак.

Sample time (s)

[Дискретлаш қадами]. Параметрга моделни дискретлаш режими ўрнатилган бўлса кириш мумкин. Бу ҳолда блокнинг пиктограмма-сида ушбу параметрнинг катталиги кўрсатилади.

Steady State Voltages and Currents

[Кучланишлар ва тоқларнинг шаклланган қийматлари]. Ўзгарувчиларнинг шаклланган қийматларини ҳисоблаш. Кнопка босилганда ўзгарувчиларнинг қийматлари кўрсатилган ойна очилади.

Initial states Setting

[Бошланғич қийматларни ўрнатиш]. Ушбу кнопка босилганда ўзгарувчиларнинг бошланғич қийматлари акс эттирилган ойна очилади. Бошланғич қийматларни ўзгартириш мумкин. Ўзгартирилган бошланғич қийматлардан ўтиш жараёнларини ҳисоблашда фойдаланилади.

Load Flow and Machine Initializations

[Электр машиналарга эга бўлган схемаларни инициаллаш].

Use LTI Viewer

[LTI Viewer дан фойдаланиш]. Схемани таҳлил қилиш учун Simulink LTI Viewer дан фойдаланиш.

Impedance vs Frequency Measurements

[Занжирнинг импедансини аниқлаш]

FFT Analysis

[Гармоник анализ]. *Generate Report*

[Ҳисобот тузиш]. *Hysteresis Design Tool*

[Магнитланиш характеристикасини ҳисоблаш].

15.2. Схемани комплекс усул билан ҳисоблаш

Схемани комплекс усул билан ҳисоблаш (*Phasor simulation*) калит элементларига эга бўлган электр схемалар учун ўзгарувчиларнинг фақат шаклланган қийматларини билиш зарур бўлганда бажарилади. Бу ҳолда шаклланган режимни ҳисоблашнинг *Steady-State* тури қулай эмас, чунки у схемадаги калитларнинг фақат бошланғич ҳолати учун бажарилади.

Ҳисоблашларни комплекс усул билан бажариш учун *Powergui* ойнасида *Phasor simulation* ҳисоблаш режими танланади ва *Frequency* графасига манбаларнинг частотаси киритилади. *Phasor simulation* режимида фойдаланувчи, схемадаги ҳар хил коммутациялар вақтида, ўзгарувчиларнинг шаклланган қийматлари қандай ўзгаришини кузатиши мумкин.

Мисол:

Электр схемани комплекс усул билан ҳисоблашга мисол 15.1 асмада келтирилган. Ўлчанаётган катталиқ сифатида занжирдаг окларнинг амплитуда қийматлари олинган.

Комплекс усулдан жуда мураккаб схемаларни ҳисоблашда ҳа-тиш жараёнларини ҳисоблаш турғун ечимни бермаганда фойдал-иш мумкин.

The image displays a screenshot of a circuit simulation software interface. The main window shows a circuit diagram with an AC Voltage Source, several Series RLC Branches, and Current Measurements. The circuit is connected to a ground reference. The AC Voltage Source is set to a frequency of 50 Hz. The circuit includes four Series RLC Branches and four Current Measurements, each connected to a Display component. The current values shown in the displays are 62.38, 31.19, 31.19, and 0. The software interface includes a menu bar (File, Edit, View, Simulation, Format, Tools, Help) and a toolbar with various simulation and editing tools. Two dialog boxes are open: 'Block Parameters: AC Voltage Source' and 'Block Parameters: Series RLC Branch'. The 'AC Voltage Source' dialog shows parameters: Peak amplitude (V) set to 100, Phase (deg) set to 0, Frequency (Hz) set to 50, and Sample time set to 0. The 'Series RLC Branch' dialog shows parameters: Resistance R (Ohms) set to 10, Inductance L (H) set to 1e-03, and Capacitance C (F) set to 1e-04. The status bar at the bottom indicates 'ready', '100%', and 'ode45'.

15.1-расм. Электр схемани комплекс усул билан ҳисоблашга мисол

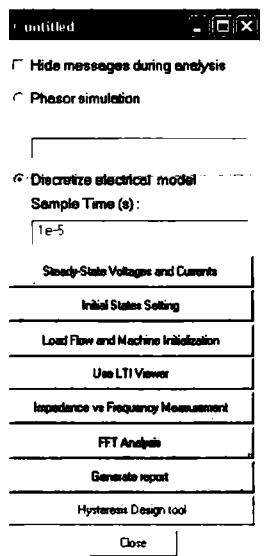
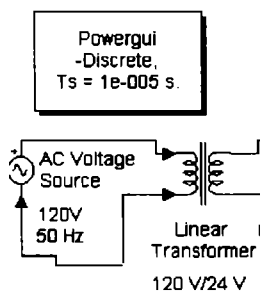
15.3. Моделларни дискретлаш

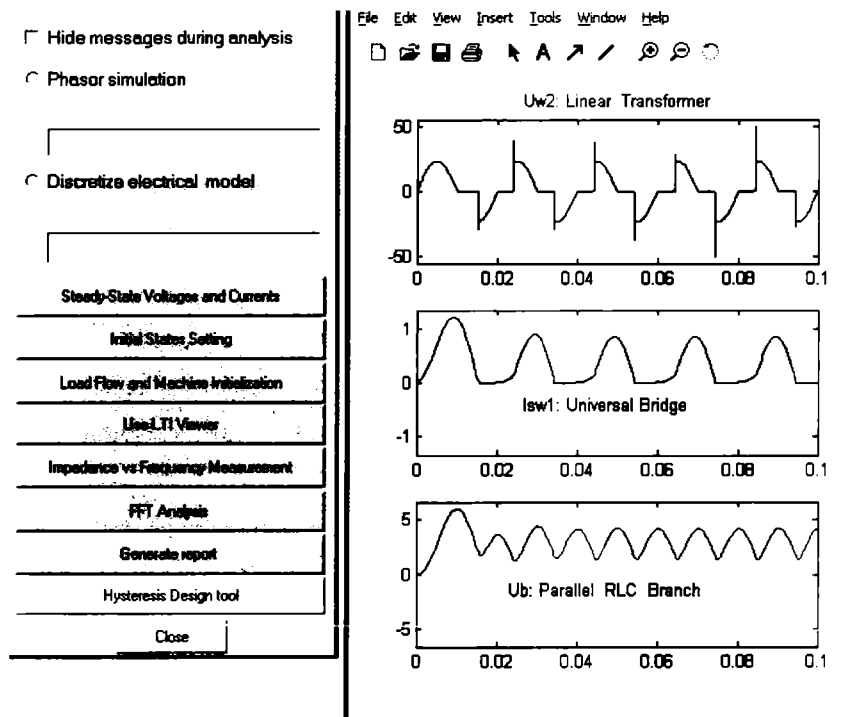
Электр моделни дискретлаш ҳисоблаш тезлигини кескин орттириш имкониятини беради. Дискретлаш қадамнинг катталиги Powergui блокиннинг ойнасида берилади. Дискретлаш Тастина усулидан (трапециялар усули ёрдамида белгиланган қадам билан интеграллаш) фойдаланиб бажарилади. Электр машиналарнинг моделларини дискретлашда ёпиқ алгебраик контурларни йўқотиш учун Эйлернинг тўғридан-тўғри усули ишлатилади. Ҳисоблашнинг аниқлиги дискретлаш қадамнинг катталигига боғлиқ. Дискретлаш қадами катта бўлганда аниқлик пасайиши мумкин. Дискретлаш қадамнинг керакли қийматини танлаш учун қадамларнинг бир неча қийматларида ҳисоблашлар бажарилади ва натижалар узлуксиз модел учун олинган натижалар билан таққосланади. Таққослаш натижаларига асосан энг катта қадам танланади. Одатда 50 Гц частотада ишловчи тизимлар учун дискретлаш қадамини 20-50 мкс олиш мумкин. Тўла бошқарилувчи калитларни ўз ичига олувчи тизимлар (IGBT транзисторлар, GTO тиристорлар, сунхий коммутацияли схемалар ва ҳ.к.) учун дискретлаш қадамини кескин камайтириш керак. Масалан, 8 кГц частотада ишловчи кенглик-импульс модуляцияли инвертор учун дискретлаш қадами 1 мкс атрофида берилади. Дискрет схемаларни ҳисоблашда бошқариш тизимлари узлуксиз ёки дискрет бўлиши мумкин, лекин дискрет бўлганда энг катта ҳисоблаш тезлигига эришилади.

Дискретлашни бажаришда қуйидаги чекланишларни ҳисобга олиш зарур:

1. Тўла бошқарилувчи ярим ўтказгичли қурилмаларни (IGBT, GTO ёки MOSFET) дискретлаш, улар Universal Bridge блокиннинг таркибига киргандагина бажарилади. Агар бундай қурилмалар алоҳида ишлатилаётган бўлса дискретлаш бажарилмайди ва моделни ҳисоблаш бошланганда хатолик тўғрисидаги ахборотга эга бўлган ойна ҳосил бўлади.
2. Электр машиналар дискрет режимда моделланганда ечимнинг тебранишлари юзага келиши мумкин. Бунинг олдини олиш учун таъминлаш манбалари кичик қаршилиққа эга бўлган резистор орқали электр машиналарга уланади. Қаршилиқнинг катталиги машинанинг қуввати ва дискретлаш қадамнинг қиймати орқали аниқланади. Масалан, 60 Гц частотада ишловчи тизим учун дискретлаш қадами 25 мкс бўлганда резисторда ажралиб чиқадиган қувват машинанинг номинал қувватига нисбатан тахминан 2,5 % бўлиши керак. Дискретлаш қадами орттирилганда резисторнинг қуввати ҳам орттирилади. Масалан, қуввати

МВА бўлган синхр
ами 50 мкс бўлган
инал қувватига ни
иши талаб қилинад
резисторнинг қувв
инган ҳолатдаги диод
n) нолга тенг қилиб (б
га тенг бўлмаса у ма
SimPowerSystem бу
т: Актив-сиғимли к
ичнинг модели 15.2
нг иккиламчи чўлға
т ток ва юкламадаги
ё ёрдамида олинган





15.2-расм. Актив-сигмили юклагама ишловчи бир фазали кўприкли тўғрилагичнинг модели

15.4. Шаклланган режимни ҳисоблаш

Powergui блокиннинг Steady-State режими схемаларни ўзгармас ток а ҳисоблаш имкониятини беради. Ҳисоблашлар схеманинг $t=0$ вақт моментидagi ҳолати учун бажарилади. Steady-State режимида моделнинг ҳолат ўзгарувчилари ҳамда манбалар ва нозикли элементлар ўзгарувчиларининг қийматлари Powergui блокиннинг ойнасида акс эттирилади. Ҳисоблашлар схемадаги манбаларнинг частотасига тенг бўлган частотада ёки схемада фақат ўзгармас кучланиш манбалари бўлса, олган тенг бўлган частотада бажарилади. Натижаларни таъсир килувчи кин амплитудавий қийматлар кўринишида акс эттириш мумкин. Ҳисоблашлар ўзгарувчан кучланишда бажарилганда ўзгарувчиларнинг назарий силжишларини ҳам Powergui блокиннинг ойнасида кўриш мумкин. Схемада қалит элементлари бўлганда ҳисоблашлар қалитларнинг ошлангич ҳолатлари учун бажарилади.

Ўлчашларни акс эттириш учун Powergui блокиннинг Steady-State

мида куйидаги соझашарни бажариш мумкин:

Units [Ўлчаш системаси]. Ўлчаш системасини танлаш:

Peak values — амплитудавий кийматлар;

RMS values — таъсир этувчи кийматлар.

Frequency [Частота]. Манбаларнинг частотаси, Гц.

Display [Акс эттириладиган ўзгарувчилар]. Мос байроқчала
лаш йўли билан куйидаги ҳисобий ўзгарувчиларни акс эттир
кин:

States — ҳолат ўзгарувчилари (индуктивликлардаги тоқлар
конденсаторлардаги кучланишлар);

Measurements — ўлчанадиган ўзгарувчилар, яъни ўлчани
учун ток ва кучланиш датчиклари ўрнатилган ўзгарувчилар;

Sources — манбаларнинг кучланишлари;

Nonlinear — ночизикли элементларнинг ток ва кучланишлари.

Асос:

Электр занжири ва унинг шаклланган режимини учун ҳисоб
лашлари 15.3-расмда келтирилган.

The screenshot displays the Powergui Steady State Tool interface. On the left, a circuit diagram shows an AC Voltage Source connected to a network of resistors and inductors. The circuit is divided into sections labeled 'ab', 'bc', and 'bd'. A Multimeter is connected to measure the current in section 'bd'. The circuit parameters are: R=1 Ohm, L=0.01 H in section 'ab'; R=2 Ohm, L=0.01 H in section 'bd'; and R=3 Ohm, L=0.001 H in section 'bc'.

In the center, the 'Available Measurements' window shows a list of measurement points: Ib: ab, Ib: bc, Ib: bd, and Usrc: AC Voltage Source. The 'Selected Measurements' window shows that 'Usrc: AC Voltage Source' is selected.

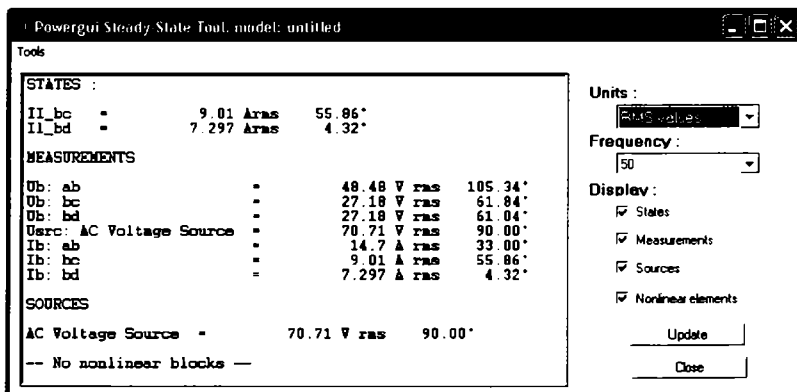
At the bottom, the 'Powergui Steady State Tool' window displays the following data:

STATES :			
I1_bc	=	12.74 A	55.86°
I1_bd	=	10.32 A	4.32°

MEASUREMENTS			
Ub: ab	=	68.56 V	
Ub: bc	=	38.43 V	
Ub: bd	=	38.43 V	
Usrc: AC Voltage Source	=	100 V	
Ib: ab	=	20.79 A	
Ib: bc	=	12.74 A	
Ib: bd	=	10.32 A	

SOURCES			
AC Voltage Source	=	100 V	98.00°

Units : Peak values
Frequency : 50
Display : States, Measurements, Sources, Nonlinear elements



15.3-расм. Электр занжири ва унинг шаклланган режимини учун ҳисоблаш натижалари

15.5. Таркибида электр машиналари бўлган уч фазали схемаларни инициаллаш

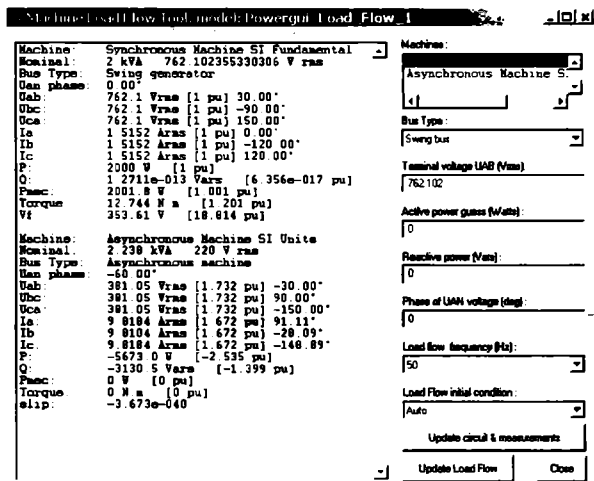
- **Таркибида электр машиналари бўлган уч фазали схемаларни шаклланган режимдан** (синусоидал тоқлар ва ўзгармас тезликларда) ҳисоблашни бошлаш учун аввал схемани инициаллаш зарур. Бундай инициаллаш Powergui блокиннинг Load Flow and Machine Initialization режимида бажарилади. Инициаллаш таркибида синхрон ва асинхрон машиналар ҳамда 3-Phase Dynamic Load блоклари бўлган схемалар учун амалга оширилади. Инициаллашни бажариш учун Load Flow and Machine Initialization ойнасининг чап қисмига бошланғич маълумотлар киритилади (15.4-расм). Электр машинасининг турига боғлиқ ҳолда бошланғич маълумотлар ўзгариши мумкин:
- **Machines:** [Машиналар]. Моделда мавжуд бўлган электр машиналарнинг рўйхати.
- **Bus type** [Шинанинг тури]. Параметр бериладиган машина параметрларининг рўйхатини аниқлайди. Параметрнинг қиймати куйидаги рўйхатдан танланади:
- **R&V Generator** — Актив қувват ва номинал линия кучланиши (таъсир қилувчи қиймати) берилади;
- **R&Q Generator** — актив ва реактив қувват берилади;
- **Swing Bus** — линия кучланиши (таъсир қилувчи қиймати), кутиладиган актив қувват ва UAN кучланишининг бошланғич фазаси (эл. градусларда) берилади. Шинанинг бундай тури қувватни икки йўналишда узатишни кўзда тутуди, шу сабабли

схемадаги синхрон машиналардан камида биттаси учун бундай шина қўйилиши керак.

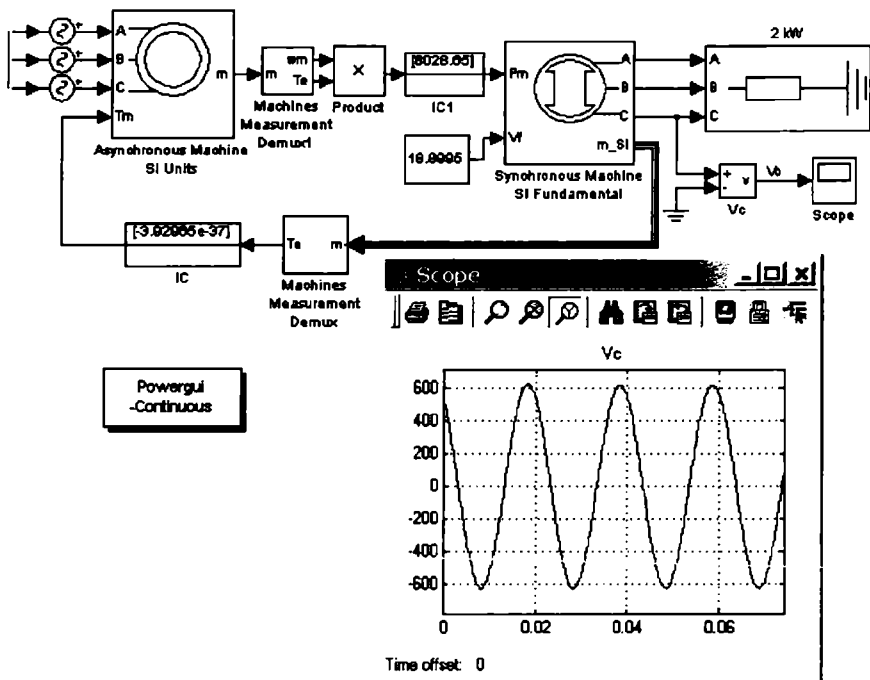
- Terminal voltage UAB (Vrms) — [UAB кучланиш (таъсир килувчи киймати)]. Active power (Watts) — [Актив қувват (Вт)].
- Reactive power (Vars) — [Реактив қувват (Вар)].
- Phase of UAN voltage (deg) — [UAN кучланишнинг бошланғич фазаси (эл. град).]
- Mechanical power (Watts) — [Механик қувват(Вт)]. Параметр асинхрон машина учун берилади.
- Load flow frequency — [Частота].
- Load Flow initial condition — [Бошланғич шартлар]. Параметрнинг киймати куйидаги рўйхатдан танланади:
 - Auto — ҳисоблаш аниқланган бошланғич шартлар учун бажарилади;
 - Start from previous solution — олдинги ҳисобнинг натижалари кейинги ҳисоблар учун бошланғич шарт сифатида олинади.

Схемага ўзгартиришлар киритилганда бошланғич шартларни қайта ҳисоблаш Update circuit & measurements кнопкасини босиш йўли билан бажарилади.

Update Load Flow кнопкаси босилганда ҳисобланган бошланғич шартлар электр машиналар блоklarининг параметрларига автоматик тарзда ёзилади. Бундан ташқари, агар блоklarнинг кириш сигналларини (юклама моменти, кириш қуввати ва ҳ.к.) ўзгартириш зарур бўлса керакли кийматларга эга бўлган ахборот чиқарилади. Ушбу кийматларни IC блоklar ёрдамида бериш керак.



15.4-расм. Таркибида электр машиналари бўлган уч фазали схемаларни инициаллаш



15.5-расм. Ротори асинхрон двигател ёрдамида ҳаракатга келтирилади актив юклага ишловчи синхрон генераторни моделлаш

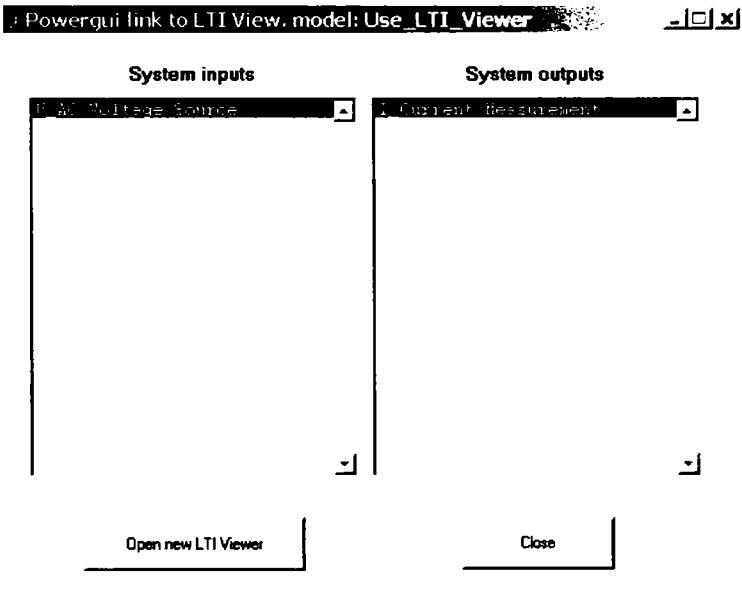
Мисол:

15.5-расмда кўрсатилган схемада актив юклага ишловчи синхрон генераторнинг ротори асинхрон двигател ёрдамида ҳаракатга келтирилади. Осциллограммада генераторнинг С фазасидаги кучланиш кўрсатилган. Осциллограммадан бошланғич кучланишнинг нолга тенг эмаслигини кўриш мумкин.

15.6. Электр схемаларни таҳлил қилиш учун Simulink LTI-Viewer воситасидан фойдаланиш

Control System Toolbox таркибига кирувчи Simulink LTI-Viewer воситаси Simulink да чизиқли тизимларни таҳлил қилиш учун қулай восита бўлиб ҳисобланади. Унинг ёрдамида бирлик импульс ёки поғонали таъсирга тизимнинг реакциясини аниқлаш, частотавий характеристикаларни қуриш, тизимнинг умумий узатиш функциясининг ноллари ва қутбларини аниқлаш, Найквист годографини қуриш ва бошқа масалаларни ечиш мумкин. Ушбу имкониятларнинг

сидан электр схемаларни таҳлил қилишда фойдаланиш Simulink LTI-Viewer электр схемаларни таҳлил қилиш GUI муҳитидан Use LTI Viewer кнопкаси ёрдамида чақири. LTI Viewer ишга тушганда фойдаланувчи таҳлил қилиш учун кириниш (System inputs) ва чиқиш (System outputs) ўзгарувчиларини кўрсатиши мумкин (15.6-расм).

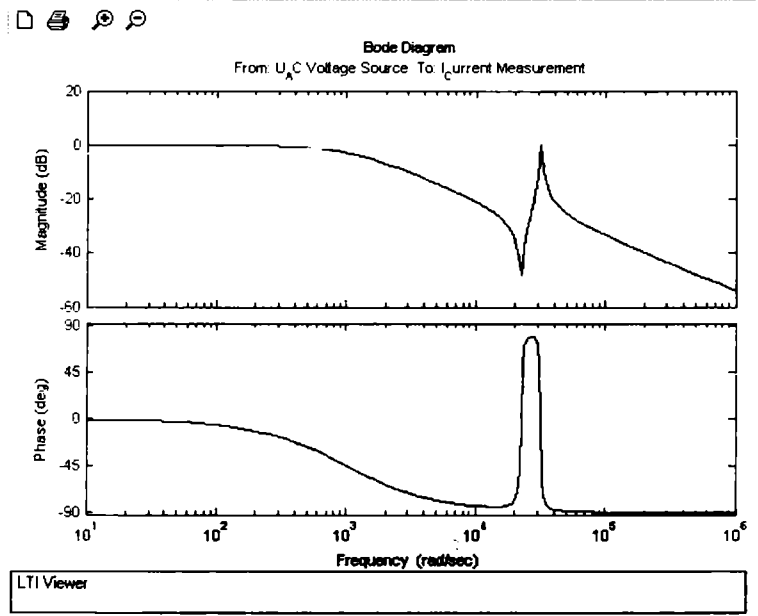


5.6-расм. Электр схемаларни таҳлил қилиш учун Simulink LTI-Viewer воситасидан фойдаланиш

таҳлилнинг натижаларини кўриш учун Open new LTI Viewer кнопкаси босилади ва LTI Viewer ойнасидан графикларни кўриш мумкин.

сол:

7-расмда электр схемаси ва уни таҳлил қилиш натижалари кўрсатилган. Графиклардан таъминлаш манбасининг частотаси ва амплитудаси, манба токининг амплитудаси ва фазасининг ўзгариши кўриш мумкин.



.7-расм. Электр схемаси ва уни таҳлил қилиш натижалари кўрсатилган

15.7. Занжирнинг импедансини аниқлаш

эктр занжирининг тўла қаршилигини ҳисоблаш учун сха
ида Impedance Measurements блоки ўрнатилган бўлиши ке
р занжири ёпиқ бўлиши шарт. Агар занжирнинг алоҳида (ё
ган) участкасининг импедансини ўлчаш керак бўлса у уму
ликка сезиларли таъсир қилмайдиган катта қаршилик бў
танади. Натижаларни кўриш учун Impedance vs Freque

asurements кнопки босилади. Натижада Powergui Impeda-
asurement ойнаси очилади.

Натижаларни акс эттириш учун куйидаги созлашлардан фой-
иш мумкин:

Axis [Ўқлар]. Графиклар ўқларининг хусусиятлари соزلанади

- Logarithmic Impedance — импеданс учун логарифмик шкала
- Linear Impedance — импеданс учун чизикли шкала;
- Logarithmic Frequency — частота учун логарифмик шкала;
- Linear Frequency — частота учун чизикли шкала.

Range (Hz) [Частоталар диапозони (Гц)]. Импедансни ҳисоб-
ланиш частота бўйича диапозон. Параметр вектор кўринишида бе-
ди.

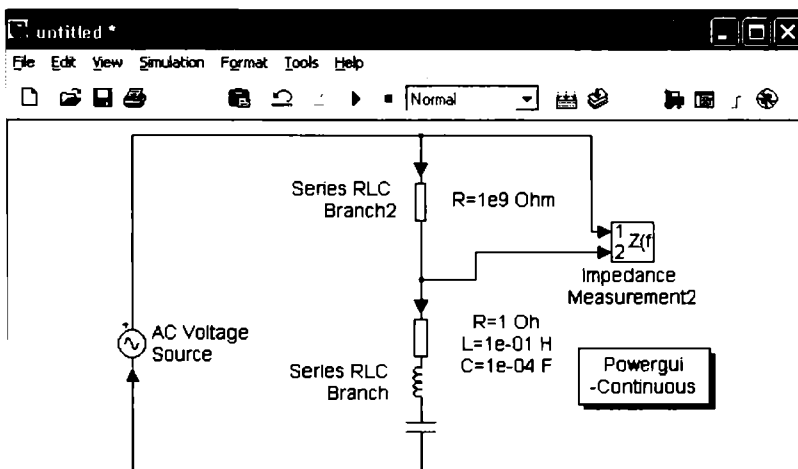
Grid [Сетка]. Графикда масштаб сеткаси бўлади.

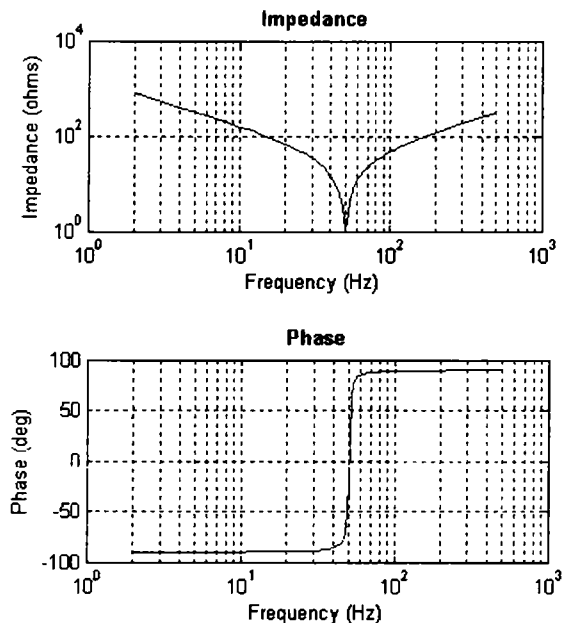
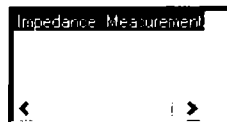
Save data to workspace [Маълумотларни MATLABнинг иш-
хонасига ёзиш. Байроқча белгиланган бўлса натижалар MATLABни-
н ишхонасига ёзилади.

Variable name [Ўзгарувчининг номи]. Натижаларни MATLABни-
н ишхонасига ёзиш учун ўзгарувчининг номи. Маълумотлар бир-
бир устунида частота ва иккинчи устунида импеданс (комплекс с-
анга матрица кўринишида сакланади.

Мисол:

15.8-расмда тўла қаршилиги ўлчанадиган схема ва уни ҳисоб-
лаш натижалари кўрсатилган. Тўла қаршилиги ўлчанаётган схема қар-
шиги 1000 Мом бўлган резистор билан шунтланган.



**Measurement:**

Axis :

 Logarithmic Impedance Linear Impedance Logarithmic Frequency Linear Frequency

Range (Hz) :

 grid Save data to workspace

Update

Close

15.8-расм. Тўла қаршилиги ўлчанадиган схема ва уни ҳисоблаш натижалари

15.8. Гармоник таҳлил

Гармоник таҳлилни амалга ошириш учун тадқиқ қилинаётган сигналлар MATLABнинг ишчи соҳасига узатилган бўлиши керак. Бунини Scope осциллографияси мос равишда содда ёки To Workspace оқидан фойдаланиб бажариш мумкин. Узатиладиган маълумотнинг формати Structure With Time («вақт» майдонига эга бўлган структура) кўринишида бўлиши керак. Моделни ҳисоблаш жараёнигадан кейин Powergui блокнинг ойнасини очиб ундаги FFT Analysis (FFT — тезкор Фурье ўзгартиришлари) кнопокани босиб керак. Натижаларни акс эттириш учун очилган Powergui FFT Tool насадаги Display кнопокани босилади. Гармоник таҳлил процедури сани содда Powergui FFT Tools ойнасида бериладиган қуйидаги параметрлар ёрдамида амалга оширилади:

Structure [Структура]. Таҳлил қилинадиган маълумотларни ўзига оладиган ўзгарувчининг номи.

Input [Кириш]. Кириш сигналининг меткаси (боғланиш линиясининг Signal name параметри).

Start time (s) [Бошланғич вақт (с)]. Гармоник таҳлил бажариладиган вақт интервалининг бошланғич вақти.

Number of cycles [Даврлар сони]. Тадқиқ қилинаётган сигналнинг гармоник таҳлил бажариладиган даврларининг сони.

Variable name [Ўзгарувчининг номи]. Гармоник таҳлилни бажариш учун маълумотларни ўз ичига олувчи MATLABнинг ишчи соҳасидаги ўзгарувчининг номи.

Display FFT window [Тезкор Фурье ўзгартиришлари (FFT) ойнасини кўрсатиш]. Сигнални гармоник таҳлил бажариладиган вақт интервалида кўрсатиш. Агар ушбу параметр танланган бўлса юқоридаги графикда кириш сигнали фақат берилган вақт интервали учун акс эттирилади.

Display entire signal [Сигнални тўла кўрсатиш]. Агар ушбу параметр танланган бўлса юқоридаги графикда кириш сигнали ҳисобланган интервал учун тўла кўрсатилади.

Fundamental frequency (Hz) [Базавий частота]. Тадқиқ қилинаётган сигнал биринчи гармоникасининг частотаси.

Max frequency (Hz) [Максимал частота]. Ҳисобланиши зарур бўлган энг юқори гармониканинг частотаси.

Frequency axis [Частоталар ўқи]. Частота ўқининг градуировкаси:

- Hertz — горизонтал ўқда гармоникалар частоталари Гц ларда кўрсатилади;
- Harmonic order — горизонтал ўқда гармоникалар частоталари Гц ларда кўрсатилади.

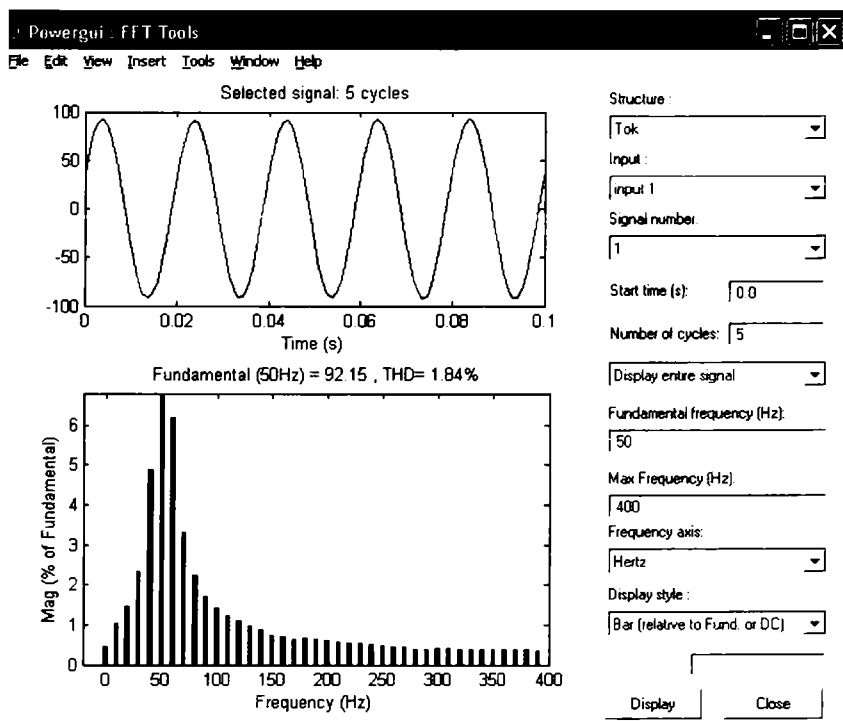
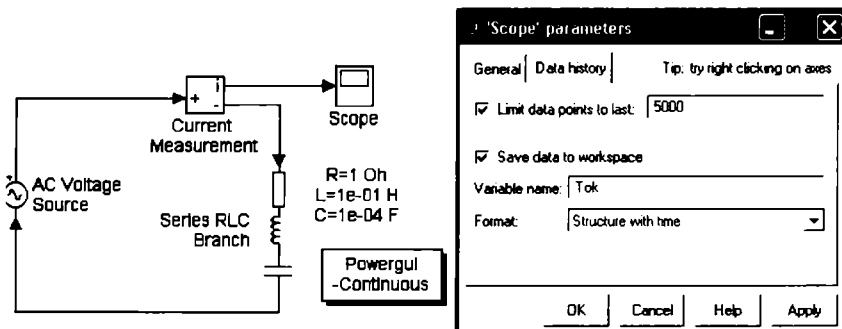
Display style [Акс эттириш усули]. Параметр натижалар қандай акс эттирилишини белгилайди:

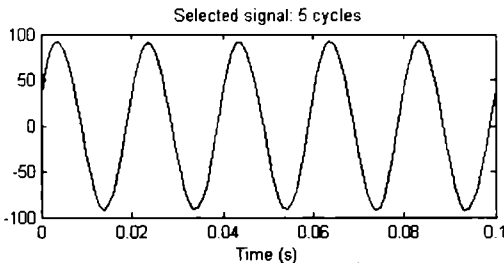
- Bar (relative to Fund. or DC) — гистограмма (биринчи ёки нолинчи гармоникага нисбатан % ларда);
- List (relative to Fund. or DC) — рўйхат (биринчи ёки нолинчи гармоникага нисбатан % ларда);
- Bar (relative to specified base) — гистограмма (берилган базавий кийматга нисбатан нисбий бирликларда);
- List (relative to specified base) — рўйхат (берилган базавий кийматга нисбатан нисбий бирликларда).

Base value [Базавий киймат].

Мисол: 15.9-расмда RLC занжирдаги ток учун гармоник таҳлил кўрсатилган. Гармоник таҳлилни амалга ошириш учун тадқиқ

илинаётган сигнални MATLABнинг ишчи соҳасига узатиш учу шиллограф (Scope) мос равишда созланган. Таҳлил қилинадига маълумотларни ўз ичига оладиган ўзгарувчига «Tok» номи берилган. Узатиладиган маълумотларнинг (токнинг) формати Structure with Time («вақт» майдонига эга бўлган структура) кўриниши шилланган.





Sampling time = 0.000000000 s

Samples per cycle = 20.4

Fundamental = 92.15 peak (65.16 rms)

Total Harmonic Distortion (THD) = 1.84%

0 Hz (DC)	0.45 %
10 Hz	1.03 %
20 Hz	1.44 %
30 Hz	2.32 %
40 Hz	4.89 %
50 Hz Fund	100.00 %
60 Hz	6.17 %
70 Hz	3.31 %
80 Hz	2.25 %
90 Hz	1.71 %
100 Hz (h2)	1.41 %
110 Hz	1.21 %
120 Hz	1.08 %
130 Hz	0.97 %
140 Hz	0.86 %

Structure:

Tok

Input: input 1

Signal number: 1

Start time (s): 0.0

Number of cycles: 5

Display entire signal

Fundamental frequency (Hz): 50

Max Frequency (Hz): 400

Frequency axis: Hertz

Display style: List (relative to Fund. or DC)

Display Close

15.9-расм. RLC занжирдаги ток учун гармоник таҳлил

15.9. Ҳисобот тузиш

Powergui блоки ўлчанаётган ўзгарувчиларнинг шаклланган режимдаги қиймати, манбаларнинг ток ва кучланишлари, чизикли моделлар ва схеманинг ҳолат ғарувчиларини қийматларини ўз ичига ғарувчи ҳисобот тузиши мумкин.

Ҳисобот гер кенгайтмали матнли йлда сақланади. Ҳисоботни ҳосил киш учун Powergui блокнинг ойнасида generate report кнопкаси босилгандан йин очиладиган Generate report ойнаси (15.10-расм) ҳисоботга киритиладиган лимлар кўрсатилади.

Generate report

Format

Items to include in the report:

- Steady-state
- initial states
- machine load flow

Frequency used in the report: 50 Hz All

Units: RMS

Save Close

15.10-расм. Generate report ойнаси

Ҳисоботнинг мазмунини сошлашда қуйидаги параметрларни ўзгартириш мумкин:

Items to include in the report [Ҳисоботга киритиладиган бўлимлар]. Ҳисоботга қуйидаги бўлимларни киритиш мумкин:

- Steady-State — ўлчанадиган ўзгарувчиларнинг шаклланган режимдаги қийматлари;
- initial states — ўзгарувчиларнинг бошланғич қийматлари;
- machine load flow — Электр машиналар юкмасининг параметрлари;

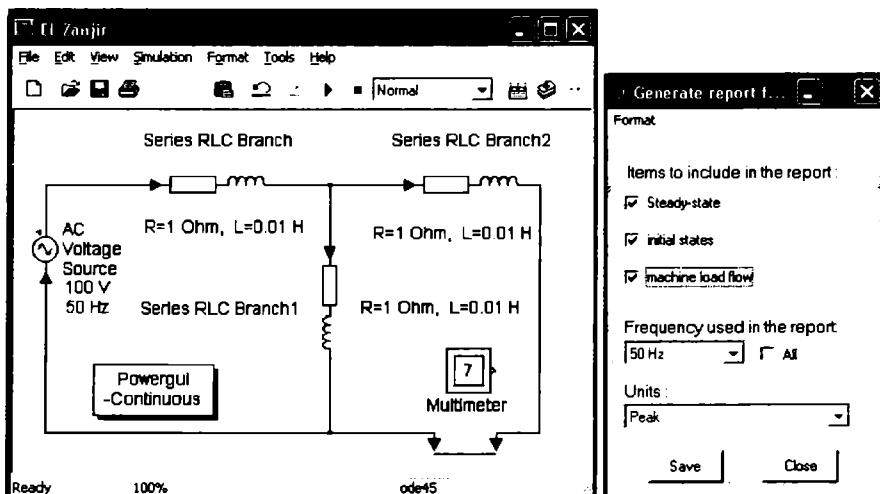
Frequency used in the report [Ҳисоботда фойдаланиладиган частота]. Ушбу параметр ёрдамида танланган частотада ҳисобланган маълумотлар ҳисоботда сақланади.

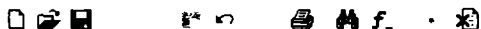
Units [Ўлчаш тизими]. Ўлчаш тизимини танлаш:

- Peak values — амплитудавий қийматлар;
- RMS values — таъсир этувчи қийматлар.

1-мисол:

Электр занжирини ҳисоблашнинг шаклланган режимдаги қийматларини ўз ичига олувчи ҳисобот тузишга мисол 15.11-расмда келтирилган.





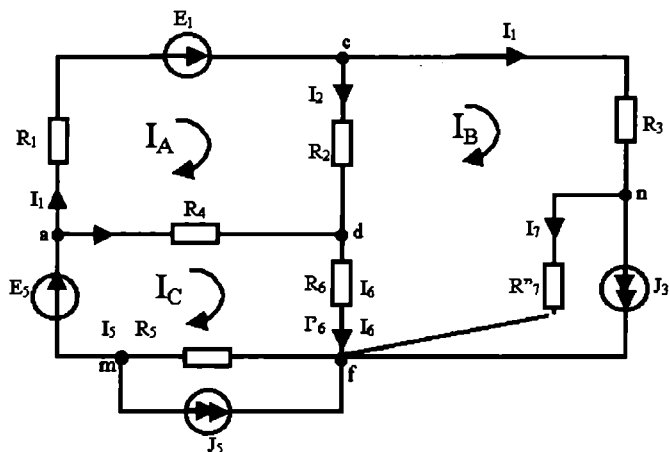
```

1| SimPowerSystems Report.
2| generated by powergui,
3| 10-Aug-2006 10:43:10
4|
5| Model : new Simulink model.
6| [1] Steady-State voltages and currents:
7|
8| States at 50 Hz :
9| I1_Series RLC Branch1 =          31.8 A  -17.44°
10| I1_Series RLC Branch2 =          31.0 A  -17.44°
11|
12| Measurements at 50 Hz :
13| Ub: Series RLC Branch  =          66.67 V   0.00°
14| Ub: Series RLC Branch1 =          33.33 V   0.00°
15| Ub: Series RLC Branch2 =          33.33 V   0.00°
16| Usrc: AC Voltage Source =          100 V   0.00°
17| Ib: Series RLC Branch  =          63.6 A  -17.44°
18| Ib: Series RLC Branch1 =          31.8 A  -17.44°
19| Ib: Series RLC Branch2 =          31.8 A  -17.44°
20|
21| Sources at 50 Hz :
22| AC Voltage Source  =          100 V   0.00°
23|
24| Nonlinear elements at 50 Hz :
25|
26| [2] Initial values of States Variables:
27|
28| I1_Series RLC Branch1 =          -9.531 A
29| I1_Series RLC Branch2 =          -9.531 A
30|
31| [3] Machine Load Flow solution:
32| There is no machine block in the model

```

-расм. Электр занжирини ҳисоблашнинг шаклланган реж кийматларини ўз ичига олувчи ҳисобот тузишга мисол

2-мисол: Куйидаги электр занжир (15.12-расм)

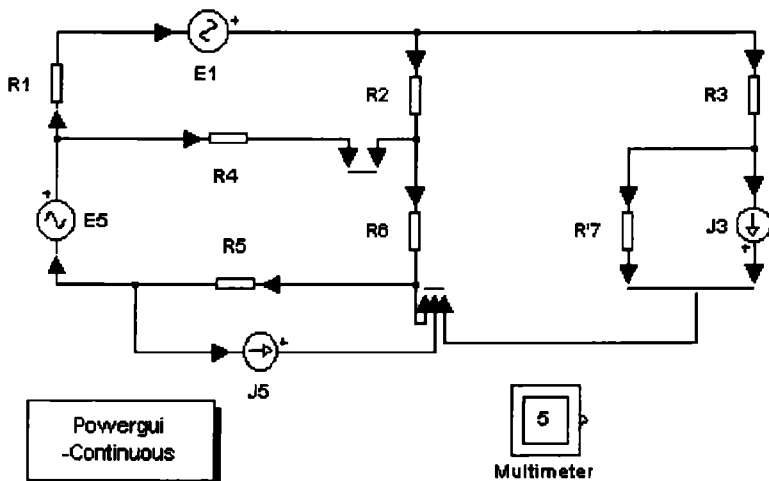


15.12-расм. Электр занжир

ва унинг элементларининг параметрлари берилган:

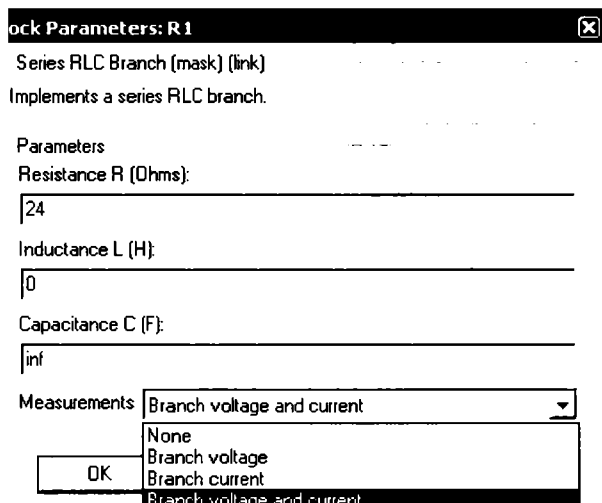
Э.Ю.К.		Ток манбаси		Қаршиликлар						
1		J_3	J	R_1	R_2	R_3	R_4	R	R_6	R_7

1. Занжирни ҳисоблаш учун MATLAB муҳитида унинг моделини тузамиз (15.13-расм).

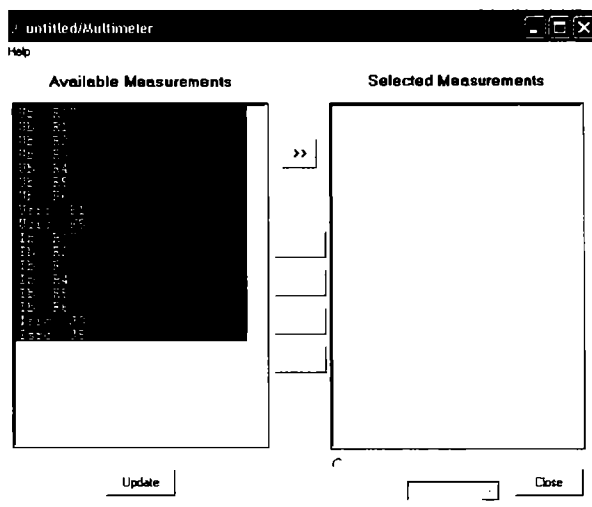


15.13-расм. Электр занжирнинг MATLAB муҳитидаги модели

адиган катталикларни, яъни, схема элементларларини Multimetr блокига ўтказилади. Қуйида қандаги ток ва кучланишларни (Branch voltage and current) токига ўтказиш кўрсатилган (15.14-расм).

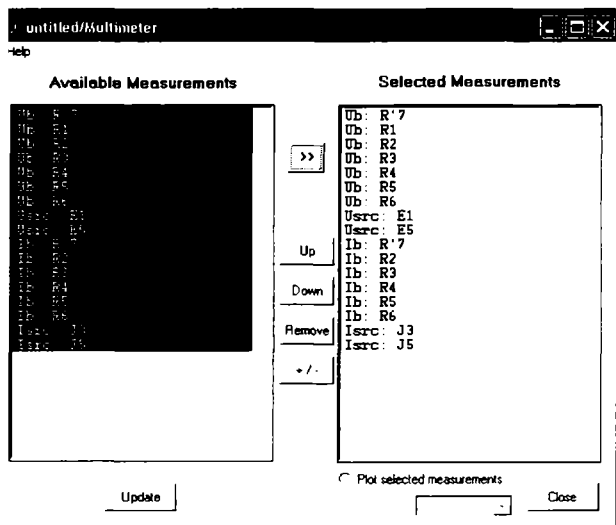


расм. Ўлчанадиган катталикларни Multimetr блокига ўтказиш элементларнинг ҳам ўлчанадиган катталикларини кўрсатилади. Multimetr блокларини очилади (15.15-расм).

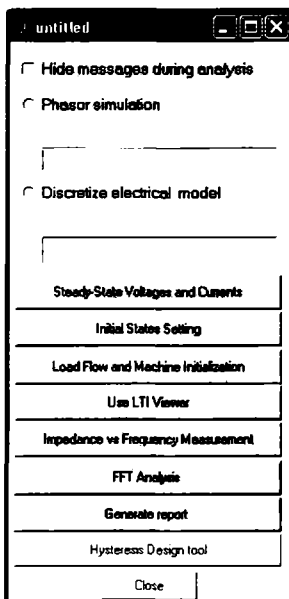


15.15-расм. Multimetr блокнинг ойнаси

надиган катталикларни белгилаб >> тугмасини
1).

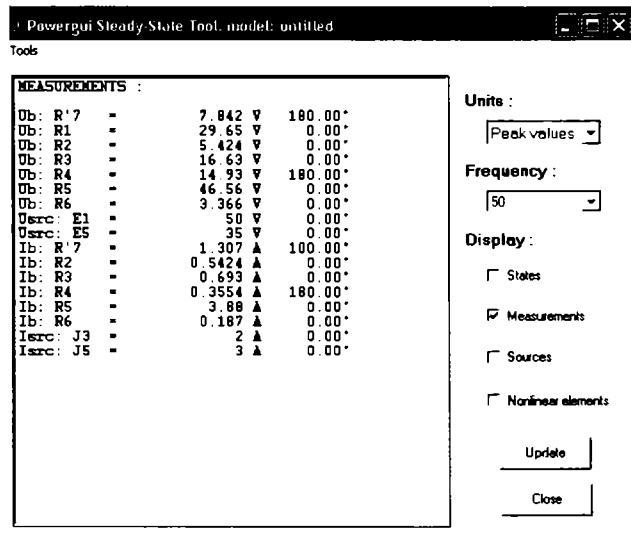


16-расм. Ҳисоботда келтириладиган катталикларни танла
ни ишга туширилади ва моделлаш(ҳисоблаш) т
ергуи блокани очилади (15.17-расм).



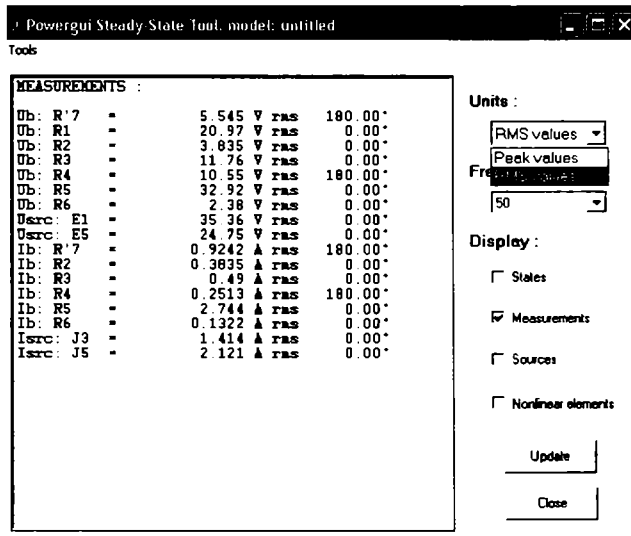
15.17-расм. Powergui блокнинг ойнаси

Powergui блокадаги Steady State Voltages and Currents (SS) унда схемадаги ҳамма элементларнинг ток ва куч амплитуда қийматларини кўриб чиқилади (15.18)



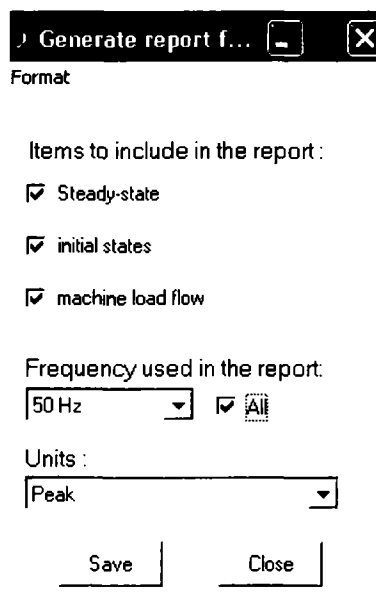
р.м. Powergui блокадаги Steady State Voltages and Currents (SS)

ва кучланишларининг таъсир этувчи қийматларини кўриб чиқишда RMS values ни танланади (15.19-расм)



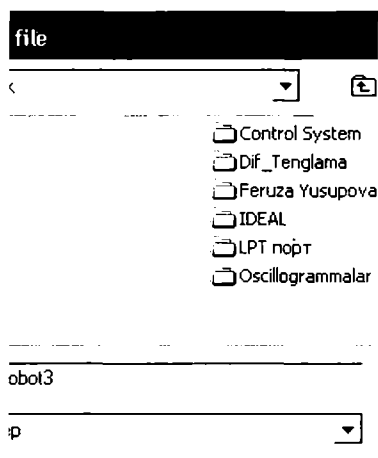
р.м. Ток ва кучланишларининг таъсир этувчи қийматларини

и учун Powergui блокини очинг.
синг. Ҳисоботга киритила
расм):



и. Powergui блокининг Generate rep

р кенгайтмали матнли файлд
и ва ном бериб дискда сакла



собротни .гер кенгайтмали матнли с

Ҳисоботни кўриш учун сақланган файл очилади (15.22-р:

```
C:\MATLAB6p5\work\Hisobot3
File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help
[Icons]
1 SimPowerSystems Report.
2 generated by powergui,
3 24-Dec-2007 11:40:13
4
5 Model : new Simulink model.
6
7
8 [1] Steady-State voltages and currents:
9
10 States at 50 Hz :
11
12 Measurements at 50 Hz :
13
14 Ub: R'7 = 7.042 V 180.00°
15 Ub: R1 = 29.65 V 0.00°
16 Ub: R2 = 5.424 V 0.00°
17 Ub: R3 = 16.63 V 0.00°
18 Ub: R4 = 14.93 V 180.00°
19 Ub: R5 = 46.56 V 0.00°
20 Ub: R6 = 3.366 V 0.00°
21 Usrc: E1 = 50 V 0.00°
22 Usrc: E5 = 35 V 0.00°
23 Ib: R'7 = 1.307 A 180.00°
24 Ib: R2 = 0.5424 A 0.00°
25 Ib: R3 = 0.693 A 0.00°
26 Ib: R4 = 0.3554 A 180.00°
27 Ib: R5 = 3.88 A 0.00°
Ln 1 Col 1
```

15.22-расм. Сақланган файлнинг таркиби

Ҳисоботнинг тўлиқ матнини кўриш учун уни алмаштиришга олиб бошқа дастурга, масалан, Word дастурига ўтказилди.

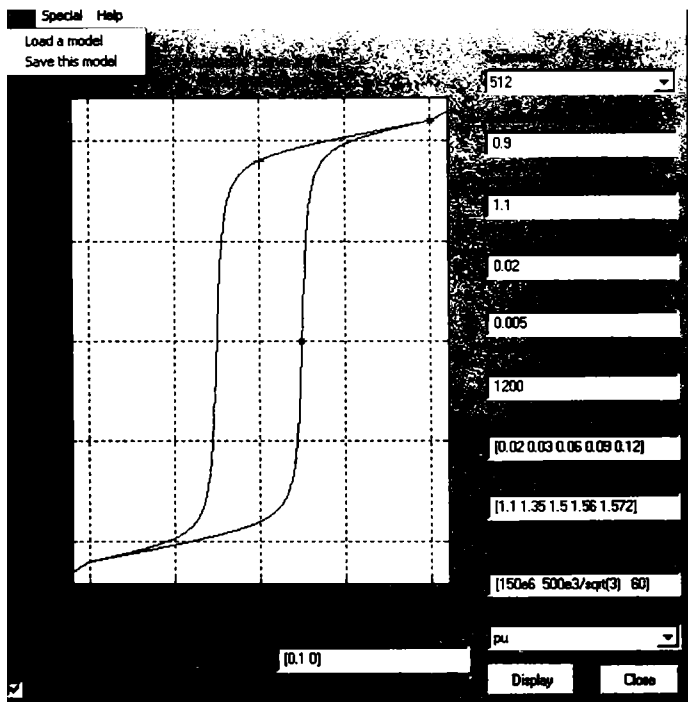
0. Магнитланиш характеристикасини ҳисоблаш восити: Hysteresis Design Tool

шбу восита магнитланиш эгри чизиғининг маълумотлаш ўлган mat-файлни ҳосил қилиш имкониятини беради. Ҳисобланган файл кейинчалик электр машиналар ва трансформаторларда ишлатилиши мумкин.

Магнитланиш характеристикасини ҳисоблаш воситасини кўриш учун Powergui ойнасидаги Hysteresis Design Tool кнопи

босилгандан кейин очиладиган ойнада (15.11-расм) қуйидаги параметрларнинг қийматлари киритилади:

- Segments [Участкалар]. Магнитланиш эгри чизигини аппроксимацияловчи чизикли участкалар сони.
- Remanent flux Fr [Қолдиқ магнит оқим]. Магнит оқимнинг 1 нуктадаги (15.11-расм) қиймати.
- Saturation Flux [Тўйиниш оқими]. Магнит оқимнинг 2 нуктадаги (15.11-расм) қиймати.
- Saturation current Is [Тўйиниш токи]. Токнинг 2 нуктадаги (15.11-расм) қиймати. Coercive current Ic [Магнитсизлантирувчи ток]. Токнинг 3 нуктадаги (15.11-расм) қиймати.
- dF/dI at coercive current [Магнитсизлантирувчи токнинг қиймати учун dF/dI коэффицент]. Магнитсизлантирувчи токнинг қиймати учун эгри чизикнинг оғиш коэффиценти.
- Saturation region currents [Токнинг қиймати]. Тўйиниш участкаси учун тоқлар қийматларининг вектори. Вектордаги элементлар сони Saturation region fluxes параметри векторининг ўлчамига тенг бўлиши керак. Характеристиканинг фақат мусбат шохчаси учун қийматлар берилиши талаб қилинади.
- Saturation region fluxes [Оқимларнинг қийматлари]. Тўйиниш участкаси учун оқимлар қийматларининг вектори. Вектордаги элементлар сони Saturation region currents параметри векторининг ўлчамига тенг бўлиши керак. Характеристиканинг фақат мусбат шохчаси учун қийматлар берилиши талаб қилинади.
- Transfo Nominal Parameters [P(VA), V(Vrms), f(Hz)] [Ўзгартиришнинг номинал параметрлари [P(BA), V(B), f(Гц)]]. Ушбу қийматлар, агар гистерезис эгри чизиги нисбий бирликларда берилган бўлса, абсолют бирликлар системасига ўтиш учун ишлатилади.
- Parameter units [Ўлчов бирликларининг системаси]. Қиймати қуйидаги рўйхатдан олинади:
 - pu — нисбий бирликлар системаси;
 - SI — Си халқаро системаси.
- Zoom around hysteresis [Гистерезис соҳасини кенгайтириб кўрсатиш]. Байроқча белгиланган бўлса графикда характеристиканинг фақат гистерезис соҳаси акс эттирилади.
- Tolerances [TOL_F (% Fs) TOL_I (% Ic)] [Оқимни (Fs дан % ларда) ва токни (Ic дан % ларда)] ҳисоблаш хатоликлари. Агар Special менюсидаги Tools\Tolerances командаси бажарилган бўлсагина ушбу параметр ўринли.



15.11-расм. Магнитланиш эгри чизиги

нитланиш эгри чизигини ёзиб олиш учун File менк is model командасидан фойдаланилади. Магнитланинг қийматларини Special\EMTP\Save in EMTP format дамида матнли файлда ҳам сақлаш мумкин.

16. МАТЛАВДА МАХСУС ГРАФИКА

16.1. Анимацияли графика

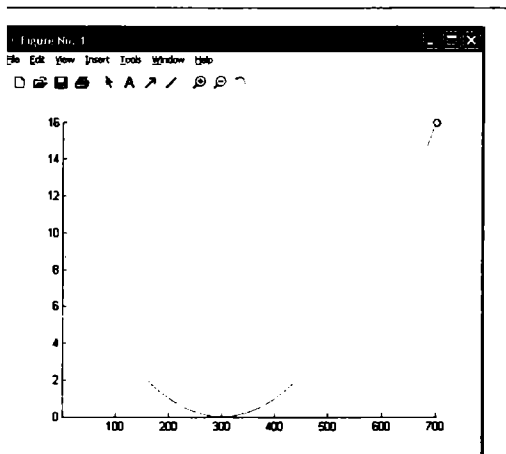
6.1.1. Нуқтанинг текисликда ҳаракатланиши

ганинг текисликда ҳаракатланиш траекториясини аун comet командасидан фойдаланилади. Бунда нуқтан кометанинг ядросини эслатади. Ушбу команда қларда қўлланилади:

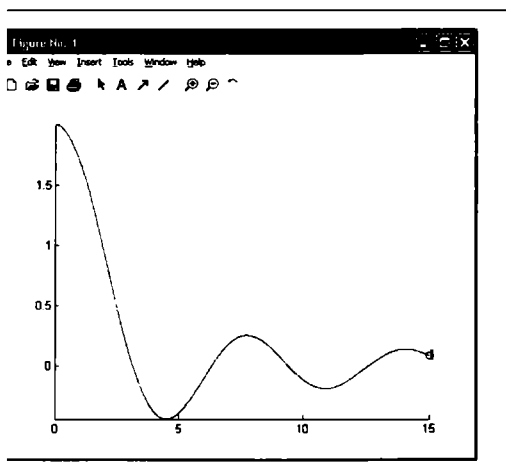
met (y) — «комета»нинг у вектор билан берилган трайича ҳаракатланишини акс эттиради;

нинг y ва x векторлар жуфтлиги билан йича ҳаракатланишини акс эттиради; t командага ўхшаш, фақат комета изи кўрсатиш мумкин. Кометанинг изи бўлади, y $p * \text{length}(y)$ кўринишида безекторнинг ўлчами, $p < 1$, сукут бўйича

ан фойдаланишга мисоллар келтирилган



net (y) командасига мисол



et (x,y) командасига мисол

p) командасига мисол

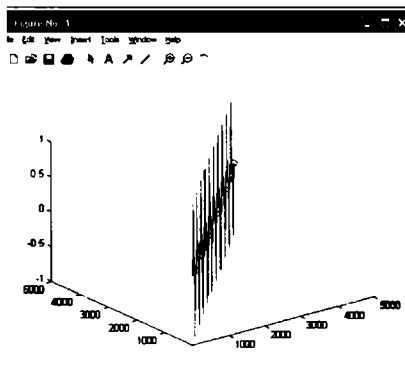
изода ҳаракатланиши

аракатанишини кузатиш учун `plot3` командасидан фойдаланила;
вектор билан берилган уч ўлчал
анишини акс эттиради;

нуктанинг фазода $[x(i), y(i), z(i)]$ шаклида берилган эгри чизик бўйича ҳара

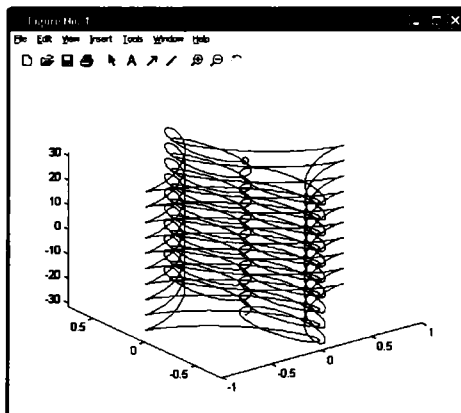
командага ўхшаш, фақат ком
ўрсатиш мумкин. Кометанинг
рилади ($\text{length}(y)$ — y векторн
 $\rho = 0,1$).

ар) `comet3` командасидан фойд:



z) командасига мисол

```
t = -10*pi:pi/250:10*pi;
comet3((cos(2*t).^2).*sin(t),
(sin(2*t).^2).*cos(t),t);
```



16.5-расм. Comet3 (x,y,z) командасига мисол

Нуктанинг икки ва уч ўлчамли фазодаги ҳаракати энг содда анимациялардан бўлишига қарамасдан динамик масалаларни график визуаллаштириш имкониятларини кенгайтиради.

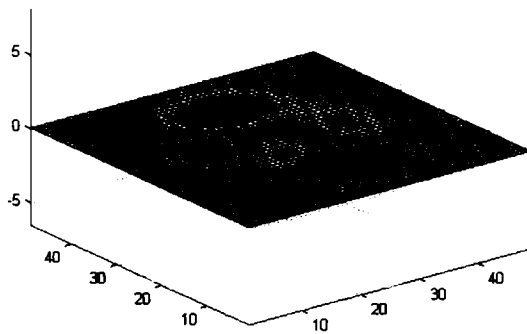
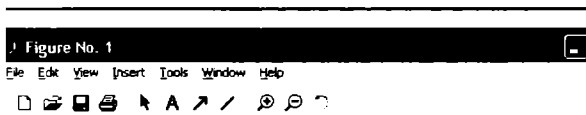
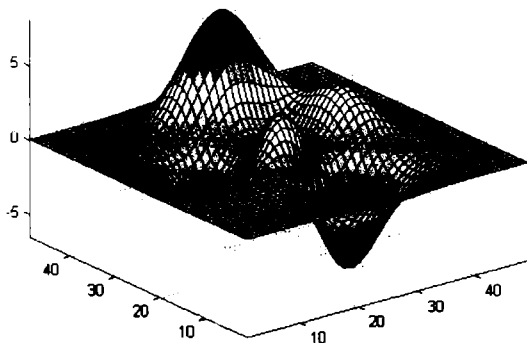
16.1.3. Анимациянинг асосий воситалари

Мураккаб анимациялар учун мультипликация техникасидан фойдаланилади. Бу ҳолда тасвирнинг катор кадрлари ҳосил қилинади ва ҳар бир кадр маълум вақт давомида кўринади. Кейин у ўчирилади, унинг ўрнига янги кадр ҳосил бўлади. Агар қўшни кадрлар орасидаги фарқ катта бўлмаса объект ҳаракатланаётгандай бўлади. MATLAB тизимида анимацияни амалга оширувчи асосий командалар куйидагилардир:

- capture — видеотасвирнинг нусхаларини тўплаш;
- getframe — анимация кадрларини ҳосил қилиш;
- movie — анимацияни бажариш;
- rotate — фигурани айлантириш;
- frame2im — кадрни график образга ўзгартириш;
- im2frame — график образни кадрга ўзгартириш.

Анимацияни амалга ошириш учун getframe ва movie командаларидан фойдаланишга мисол (16.6-расм):

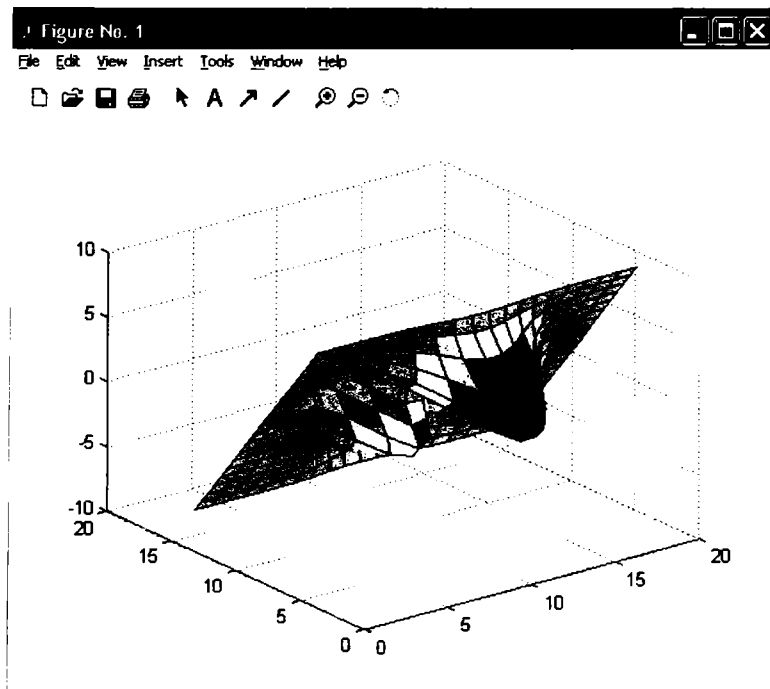
```
Z = peaks; surf(Z)
axis tight
set(gca,'nextplot','replacechildren');
for j = 1:20
```



Анимацияни амалга ошириш учун `getframe` ва `movie` к
фойдаланишга мисол (биринчи ва сўнги кадрлар)

график объектни координаталари [1 0 0] бўлган ўққа нисбатан бурчга буришга мисол (16.7-расм):

```
= surf(peaks(20));  
rotate(h,[1 0 0],120)
```



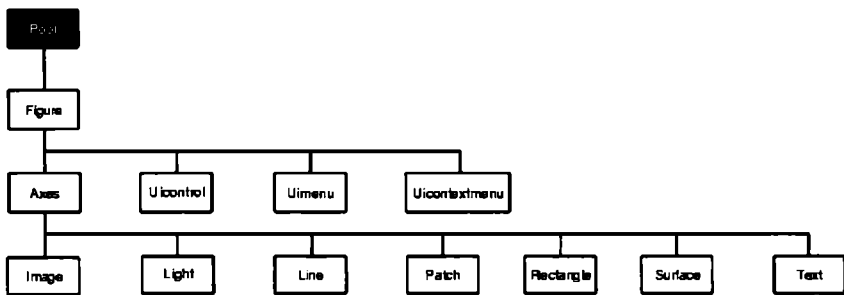
16.7-расм. График объектни 120 градусга буришга мисол

16.2. Дескрипторли (handle) графика

16.2.1. Дескрипторли графиканинг объектлари

MATLABнинг график воситалари дескрипторли (тавсифлаб) бошқача айтганда handle графика деб аталувчи куйи даражада асосланади. Бундай графика MATLABнинг график координати ва фойдаланувчининг интерфейсини объектга мўлжаллаб билан дастурлашни таъминлайди. Умуман олганда дескрипторли графика MATLAB тизимининг график воситалари қандай амал қилганлигини тушуниш ва зарур бўлганда мукамал графикларни яратиш имкониятини беради.

Дескрипторли графиканинг марказий тушунчаси график объектлари. График объектларнинг иерархияси 16.8-расмда кўрсатилган.



16.8-расм. График объектларнинг иерархияси

График объектларнинг қуйидаги турлари мавжуд:

- root (илдиз) — компьютер экранига мое келувчи бирламчи объект;
- figure (расм) — график ойнани яратувчи объект;
- uicontrol (фойдаланувчи томонидан аниқланган бошқариш элементи) — фойдаланувчи интерфейсини яратиш объекти;
- axes (ўқлар) — графикнинг figure объект ининг ойнасида жойлашиш соҳасини белгиловчи объект;
- uimenu (фойдаланувчи томонидан аниқланган меню) — менюни яратиш объекти;
- uicontextmenu (фойдаланувчи томонидан аниқланган контекст меню) — контекст менюни яратиш объекти;
- image (образ) — растрли графикани яратиш объекти;
- line (чизик) — чизикни ҳосил қилиш объекти;
- patch (тўғрилаш, таҳрирлаш, ямоқ) — бўялган фигураларни ҳосил қилиш объекти;
- rectangle (тўғри бурчакли тўртбурчак) — бўялган тўғри бурчакли тўртбурчакни ҳосил қилиш объекти;
- surface (сирт, юза) — сиртни ҳосил қилиш объекти;
- text (матн) — матнли ёзувларни ҳосил қилиш объекти;
- light (ёруғлик) — ёритилганлик эффектларини ҳосил қилиш объекти.

График объектлар ўзоро боғланган ва ҳар хил чегаравий эффектларни ҳосил қилиш учун бир-бирига мурожаат қилишлари мумкин.

График ойналарни ҳосил қилиш ва уларни бошқаришда қуйидаги команда ва функциялардан фойдаланилади:

- figure — тоза график ойнани очиш;
- gcf — figure график ойнасининг дескрипторини олиш;
- elf — график ойнани тозалаш;

g — аввал ўралган (йиғилган, кичиклаштирилган) нани кўрсатиш;

yse (ёпиш) — график ойнани ёпиш;

fresh (янгилаш) — график ойнани янгилаш.

ўдината ўкларини ҳосил қилиш ва уларни бошқари и командалар хизмат қилади:

es (ўқлар) — координата ўкларини ҳосил қилиш;

x (яшик) — расмнинг атрофига тўртбурчак жойлаш

i — жорий координата ўкларидан ҳамма график объектиб ташлаш (йўқотиш);

a — axes график объектининг дескрипторини олиш;

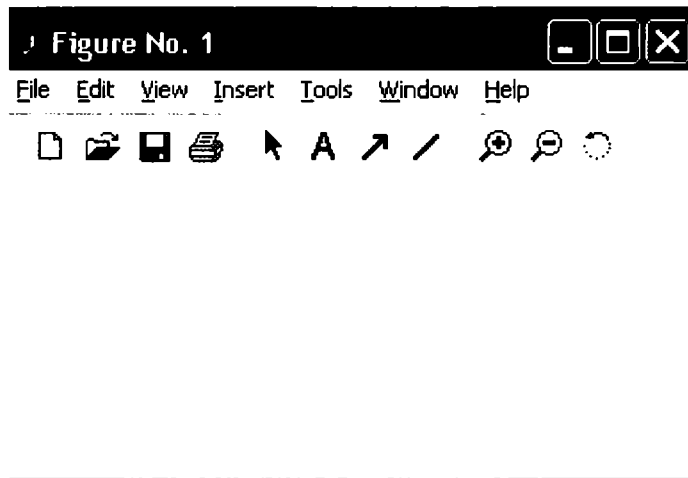
ld — координата ўкларини сақлаш;

hold — hold командасининг статусини текшириш лар сақланган бўлса ва 0 акс ҳолда).

у командалардан одатдаги (юқори даражали) график иниш мумкин, масалан, ҳосил қилинган графикнинг таридан ҳамма график объектларни олиб ташлаш уч

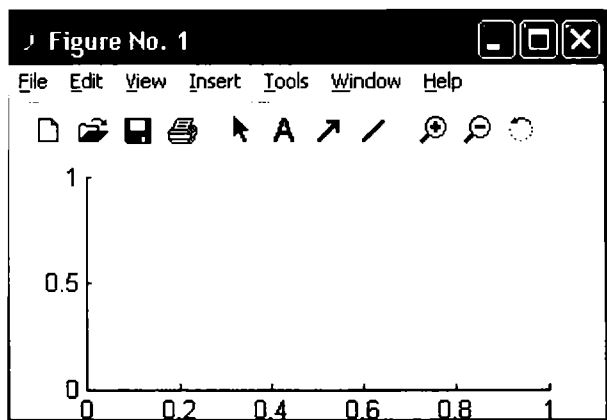
16.2.2. Дескрипторли графика объектларидан фойдаланишга мисоллар

LABнинг командалар ойнасига figure командасини ёзиб боссак экранда тоза график ойна очилади (16.9-расма figure)



16.9-расм. График ойнани очиш

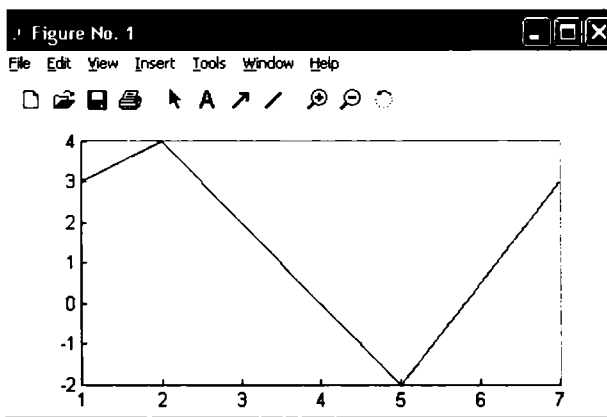
алар ойнасида axes командасини бажарсак к
ил бўлади (16.10-расм):



16.10-расм. Координата ўқларини ҳосил қилиш

наталари (1,3), (2,4), (5,-2) ва (7,3) бўлган чи
ак бўлсин. Бунинг учун line объектидан фой
1):

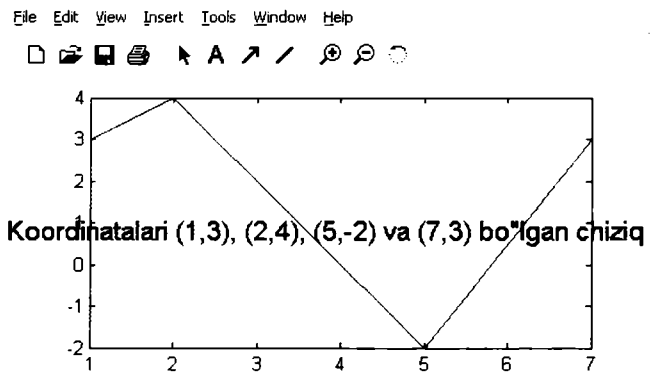
2 5 7],[3 4 -2 3])



16.11-расм. Чизик ҳосил қилиш

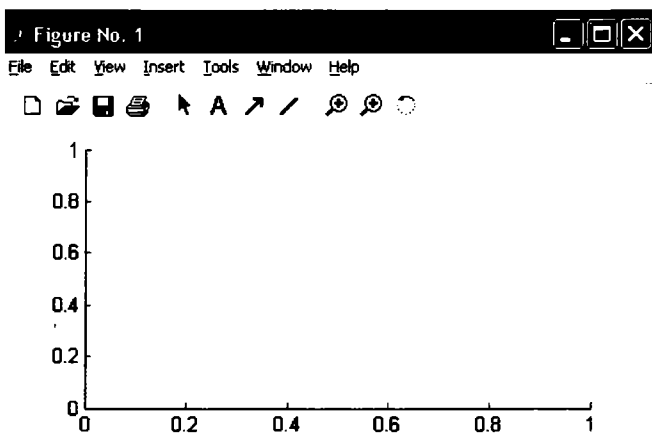
ойнада ёзув ҳосил қилиш учун text командаси и
4):

2,0.8,'Koordinatalari (1,3), (2,4), (5,-2) va (7,3) bo
,14)



16.12-расм. График ойнада ёзув ҳосил қилиш

График объектларни олиб ташлаш (Delete):



16.13-расм. График объектларни олиб ташлаш

16.2.3. Объектларнинг дескрипторлари

График объектлари тушунчаси билан махсус характеристикаси — дескриптор (тавсия). Уни қандайдир сон кўринишидаги объектларни идентификатори («аниқловчиси», «танувчиси») деб т

MATLAB дескрипторларнинг қиймати бўйича объектларни аниқлайди, масалан root объекларининг дескриптори доимо 0 (нол)га тенг, figure объект дескриптори эса график ойнанинг тартиб рақамини кўрсатувчи бутун сон бўлади. Қолган объектларнинг дескрипторлари эса сузувчи нуктали бутун сонлар кўринишига эга.

Дескрипторлар объектнинг фақат ички тавсифини беради. Улар объектнинг одатдаги параметрлари билан яққол боғлиқликка эга эмас. Бундан ташқари, MATLABнинг ҳар хил версияларида бир хил бўлмаслиги ҳам мумкин.

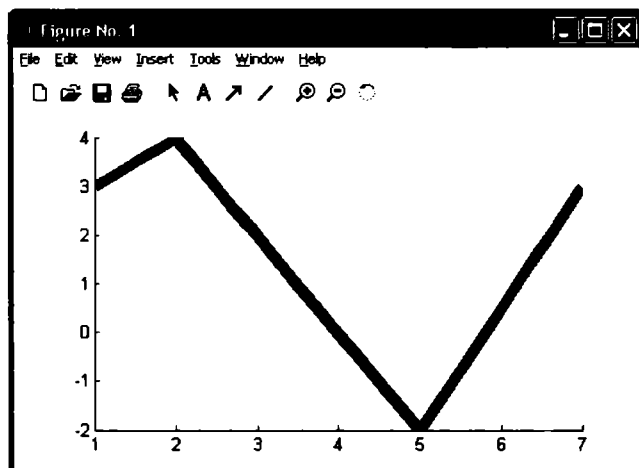
Қуйидаги мисолда чизилган чизикнинг дескриптори 3.0038 га ва у h ўзгарувчиси билан белгиланган:

```
>> h=line([1 2 5 7],[3 4 -2 3])
```

```
h =  
3.0038
```

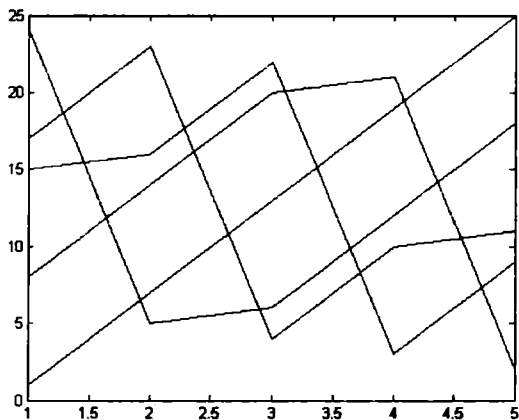
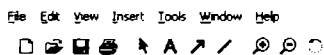
Энди чизикнинг параметрларини дескрипторидан фойдаланиб set командаси ёрдамида (16.14-расм) ўзгартиришимиз мумкин (масалан чизикнинг қалинлигини):

```
>> set(h,'LineWidth',7)
```



16.14-расм. Чизикнинг параметрларини set командаси ёрдамида ўзгартириш

Агар битта команда ёрдамида олинadиган объектлар биттадан кўп бўлса уларнинг дескрипторлари вектор кўринишида бўлади. Масалан, қуйидаги команда ёрдамида битта ойнада сеҳрли матрица элементларининг қийматлари бўйича бешта график курилади ва ҳар бир график ўз дескрипторига эга ($h(1)=3.0039$, $h(2)=102.0037$, $h(3)=103.0018$, $h(4)=104.0029$ ва $h(5)=105.0016$):



15-расм. Вектор кўринишида дескрипторлардан фойдаланиш

Дескрипторлар орқали ҳар бир графикка алоҳида мураббаъ параметрларини ўзгартириш мумкин, масалан:

```
ı(1),'LineWidth',3)
```

```
ı(1),'MarkerSize',10)
```

```
ı(1),'Marker','o')
```

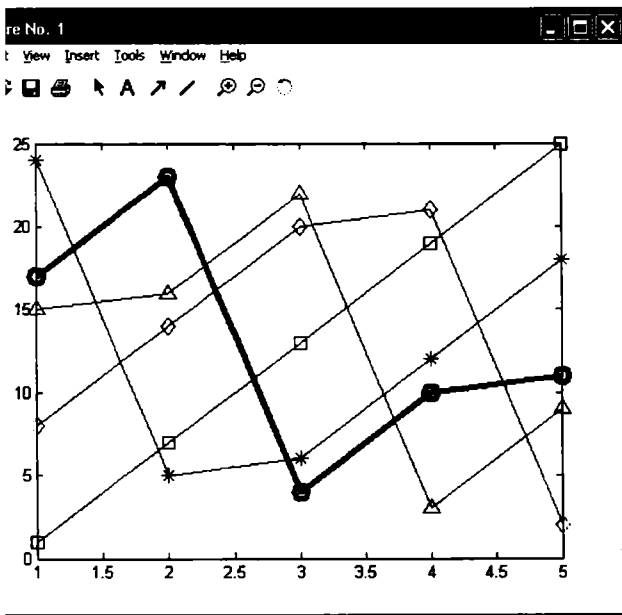
```
ı(2),'Marker','.'
```

```
ı(2),'Marker','*')
```

(3), 'Marker', 's')

(4), 'Marker', 'd')

(5), 'Marker', '^')



Дескрипторлар орқали ҳар бир графикка алоҳида мурожа ва унинг параметрларини ўзгартириш

4. График объектлар устида бажариладиган амал

объектлар учун қуйидаги амалларни қўллаш мў
– график объектнинг хоссаларини (параметр
гиш;

– график объектнинг хоссаларини олиш (чиқари
— график объектнинг сукут бўйича хоссала
;

⊗ — ҳосил қилинган график объектни ўчириб т
– жорий график объектнинг дескрипторини қай
— функцияси бажарилаётган объектнинг дескри
прати;

— функцияси бажарилаётган объектга эга бўл
дескрипторини қайтаради;

pow — бажарилиши кечиктирилган навбатда
ндани бажаради;

- findobj — берилган хоссаларга эга бўлган объектни излайди;
- soryobj — объект ва ундан ҳосил бўлган объектларнинг нусхасини олади.

Бундан ташқари объектлар устида амаллар бажариш билан боғлиқ бўлган учта утилита мавжуд:

- closereq — талабга биноан ойнани ёпиш;
- ishandle — дескрипторни ҳақиқийликка текшириш;
- newplot — nextPlot билан ўзгартирилган объектнинг хоссаларини тиклаш.

16.2.4. Объектларнинг хоссалари — get командаси

Дескрипторли графиканинг ҳар бир объекти унинг хоссаларини аниқловчи кўплаб параметрларга эга. Объектнинг хоссаларини кўриш учун get командасидан фойдаланилади. Мисол учун юқорида келтирилган сеҳрли матрицанинг графигидаги иккинчи чизикнинг хоссаларини кўрайлик:

```
>> get(h(2))
```

Color = [0 0.5 0]	CreateFcn =
EraseMode = normal	DeleteFcn =
LineStyle = -	BusyAction = queue
LineWidth = [1]	HandleVisibility = on
Marker = *	HitTest = on
MarkerSize = [10]	Interruptible = on
MarkerEdgeColor = auto	Parent = [101.006]
MarkerFaceColor = none	Selected = off
XData = [1 2 3 4 5]	SelectionHighlight = on
YData = [24 5 6 12 18]	Tag =
ZData = []	Type = line
BeingDeleted = off	UIContextMenu = []
ButtonDownFcn =	UserData = []
Children = []	Visible = on
Clipping = on	

17. МАЪЛУМОТЛАРНИ ҚАБУЛ ҚИЛИШ ВОСИТАЛАРИ

17.1. Маълумотларни қабул қилиш воситалари тўғрисида

Маълумотларни қабул қилиш воситалари MATLAB да ҳосил қилинган М-файл функциялар ва МЕХ-файлларнинг динамик боғланишлар библиотекасидан (DLLлар) иборат. У аналог киритиш, аналог чиқариш ва рақамли киритиш/чиқариш ост тизимларини ўз ичига олади. Маълумотлар компьютернинг овоз картаси (платаси) ва LPT1-LPT3 параллел портлардан фойдаланиб киритилади ва чиқарилади.

Киритиш/чиқариш воситалари функцияларининг рўйхатини MATLABнинг командалар ойнасида қуйидаги командани бажариб кўриш мумкин (фақат бир қисми келтирилган):

```
>> help daq
```

```
Data Acquisition Toolbox.
```

```
Version 2.2 (R13) 28-Jun-2002
```

Data acquisition object construction (*Маълумотларни қабул қилиш объектини яратиш*).

daq/analoginput — Construct analog input object (*Аналог киритиш объектини яратиш*).

daq/analogoutput — Construct analog output object (*Аналог чиқариш объектини яратиш*).

daq/digitalio — Construct digital input/output object (*Рақамли киритиш/чиқариш объектини яратиш*).

Getting and setting parameters (*Параметрларни олиш ва ўрнатиш*).

daqdevice/get — Get value of data acquisition object property (*Маълумотларни қабул қилиш объектинининг параметрларини олиш*).

daqdevice/set — Set value of data acquisition object property (*Маълумотларни қабул қилиш объектинининг параметрларини ўрнатиш*).

setverify — Set and return value of data acquisition object property (*Маълумотларни қабул қилиш объекти хоссаларининг қийматини ўрнатиш ва қайтириш*).

Execution (*Бажариш*).

daqdevice/start — Start object running (*Объектнинг ишлашини бошлаш*).

stop — Stop object running and logging/sending (*Объектнинг ишлашини ва маълумотларни қайд қилиш/узатишни тўхтатиш*).

trigger — Manually initiate logging/sending for running object (*Ишла-тиладиган объект учун қайд қилиш/узатишни қўлда киритиш*).

waitilstop — Wait for the object to stop running (*Объект ишлаши-нинг тўхтатилишини кутиш*).

Analog input functions (Аналог киритиш функциялари).

addchannel — Add channels to analog input object (*Аналог киритиш объектига каналларни қўшиш*).

addmuxchannel — Add mux'd channels to analog input object (*Аналог киритиш объектига мультимплексорли каналларни қўшиш*).

flushdata — Remove data from engine (*Маълумотларни ўчириш*).

getdata — Return acquired data samples (*Олинган маълумот на-муналарини қайтариш*).

getsample — Immediately acquire a single sample (*Ягона намунани дарҳол олиш*).

...

Ҳар қандай М-файл функциянинг коди билан танишиш учун
type function_name

командаси бажарилади, масалан:

type addline

MATLAB нинг ташқи қурилмалар билан маълумотлар алмашиш тизими қуйидаги ост тизимлардан иборат:

- аналог киритиш (analog input);
- аналог чиқариш (analog output);
- рақамли киритиш/чиқариш (digital input/output);
- ҳисоблагич/таймер (counter/timer).

17.2. Маълумотларни овоз картаси орқали қабул қилиш

Овоз картасининг чизикли киришини белгилаб қуйидаги мисолни бажарсак иккита киришдан келаётган маълумотлар олинади ва уларнинг графиги қурилади (17.1-расм).

1. Овоз картаси учун аналог кириш ai объекти ҳосил қилинади:

```
ai = analoginput('winsound');
```

2. Ҳосил қилинган объектга иккита канал қўшилади:

```
addchannel(ai, 1:2);
```

3. Дискретлаш частотаси (SampleRate) ва қабул қилинадиган дискрет қийматлар сони (SamplesPerTrigger) киритилади:

```
set(ai, 'SampleRate', 8100)
```

```
set(ai, 'SamplesPerTrigger', 250)
```

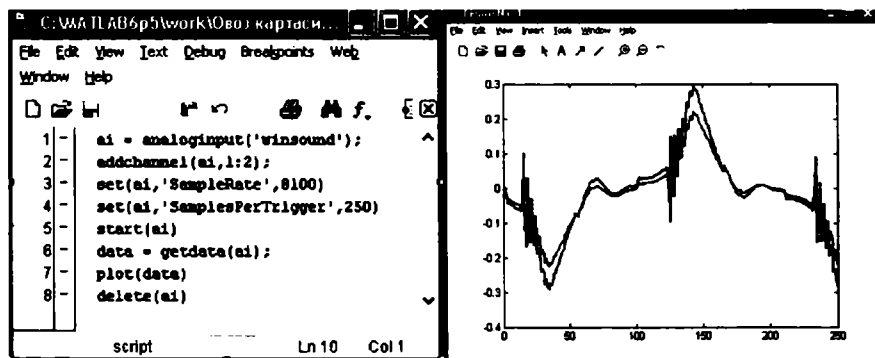
4. Маълумотларни қабул қилишни бошланади (**start**), ҳамма маъ-

лумотлар қабул қилингандан (**getdata**) кейин уларнинг графигини қурилади (**plot**):

```
start(ai)
data = getdata(ai);
plot(data)
```

5. Олинган маълумотларни хотирадан ва MATLAB нинг ишчи соҳасидан ўчириб ташланади:

```
delete(ai)
clear ai
```



17.1-расм. Овоз платаси оркали маълумотларни қабул қилиш

17.3. Маълумотларни овоз картаси оркали чиқариш

Овоз картаси учун аналог чиқариш объектини ҳосил қилинади:

```
ao = analogoutput('winsound');
```

Ҳосил қилинган объектга иккита канал қўшилади:

```
addchannel(ao,1:2);
```

Дискретлаш частотасини киритилади:

```
set(ao,'SampleRate',44100)
```

Output data — Чиқиш сигналлари ҳосил қилинади ва уларни чиқариш учун каналларга тақсимланади:

```
data = sin(linspace(0,2*pi*500,44100));
```

```
putdata(ao,[data data])
```

Чиқариш ишга туширилади:

```
start(ao)
```

Маълумотларни хотирадан ва MATLAB нинг ишчи соҳасидан ўчириб ташланади:

```
delete(ao)
```

```
clear ao
```

17.4. Рақамли қийматларни ўқиш ва ёзиш

Рақамли қийматларни ўқиш ва ёзиш учун компьютернинг параллел портидан (LPT) фойдаланиш мумкин:

Рақамли киритиш/чиқариш объектини ҳосил қиламиз:

```
(dio = digitalio('parallel', 'LPT1'));
```

Унга маълумотларни чиқаришга мўлжалланган саккизта канал кўшамиз:

```
addline(dio, 0:7, 'out');
```

Чиқиш қийматларининг массивини ҳосил қиламиз ва уларни чиқариш каналларига ёзамиз:

```
pval = [1 1 1 1 0 1 0 1];
```

```
putvalue(dio, pval)
```

```
gval = getvalue(dio);
```

Маълумотларни хотирадан ва MATLAB нинг ишчи соҳасидан ўчириб ташлаймиз:

```
delete(dio)
```

```
clear dio
```

17.5. Овоз картасига каналларни кўшиш

Аналог киритиш объекти ҳосил қилинади:

```
ai = analoginput('winsound');
```

Фақат битта канал кўшиш учун `addchannel` командасидан фойдаланилади:

```
addchannel(ai, 1);
```

Бу ҳолда автоматик равишда моно канал ҳосил бўлади. Қуйидаги командани бажариб битта (моно) канал ҳосил қилинганлигини кўришимиз мумкин:

```
ai.Channel.ChannelName
```

```
ans =
```

- Mono

Агар иккита канал кўшилса овоз картаси стерео режимига ўтади. Каналларни биттадан кўшиш ёки иккала канални бир йўла киритиш мумкин:

```
addchannel(ai, 1);
```

```
addchannel(ai, 2);
```

Қуйидаги командани бажариб иккита (стерео) канал ҳосил қилинганлигини кўришимиз мумкин:

```
ai.Channel.ChannelName
```

```
ans =  
'Left'  
'Right'
```

Стерео режимдан моно режимга ўтиш учун фақат иккинчи канал олиб ташланади. Агар биринчи канални олиб ташламоқчи бўлсак хатолик тўғрисида ахборот чиқади:

```
delete(ai.Channel(1))  
??? Error using ==> daqchild/delete  
Channel 1 cannot be deleted before channel 2  
for device Winsound. (Биринчи канал иккинчи ка-  
налдан аввал олиб ташланиши мумкин эмас)
```

Иккинчи канални олиб ташлаймиз:

```
delete(ai.Channel(2))  
Энди овоз картаси моно режимга ўтади.
```

17.6. Дискретлаш частотасини танлаш

Дискретлаш частотаси (SampleRate) 1 секундда олинадиган маълумотлар (намуналар) сонини кўрсатади. Қуйидаги мисолда дискретлаш частотаси 44,1кГц олинган, яъни, 1 секундда аналог сигналнинг кетма-кет 44100 нуқтасининг кийматлари олинади:

```
ai = analoginput('winsound');  
addchannel(ai,1);  
addchannel(ai,2);  
set(ai,'SampleRate',44100)
```

Кўйилиши мумкин бўлган дискретлаш частоталарининг диапазонини propinfo функцияси ёрдамида кўриш мумкин:

```
ValidRates = propinfo(ai,'SampleRate')  
ValidRates =  
Type: 'double'  
Constraint: 'Bounded'  
ConstraintValue: [8000 44100]  
DefaultValue: 8000  
ReadOnly: 0  
ReadOnlyRunning: 1  
DeviceSpecific: 0
```

17.7. Триггерлардан фойдаланиш

Триггерлар *immediate* (бевосита), *manual* (кўл) ва *software* (дастурий) триггерларга бўлинади. Маълумотлар фақат триггер ишлаган моментлардагина олиниши мумкин, яъни улар ёрдамида аналог сигнални рақамлига айлантириш учун зарур бўлган дискретлаш частотаси ўрнатилади.

Очик DAQ объектларни аниқлаймиз ва уларнинг ишлашини тўхтатамиз:

```
openDAQ = daqfind;
for i = 1:length(openDAQ),
stop(openDAQ(i));
end
```

17.7.1. Бевосита триггер (*immediate trigger*)

Бевосита триггер бириктирилган триггер бўлиб START кодандаси берилиши билан дарҳол маълумотларни регистрация қилишни бошлаш имкониятини беради.

Куйидаги мисолда аналог кириш объектини ҳосил қилинган (*ai*) ва унга иккита канал қўшилган. Бунда овоз платасини (*winsound*) стерео режимида ишга тушуриш мумкин. Дискретлаш частотасини 10000 Гц ўрнатамиз (1 секунд давомида аналог сигналнинг 10000 нуктаси тўғрисидаги маълумот рақамли кўринишга ўтказилади). Триггернинг *SamplesPerTrigger* хоссасининг қийматини 300 оламиз, яъни 300 та нукта тўғрисидаги маълумот хотирага олинади. Олинган маълумотни *GETDATA* функцияси ёрдамида *data* ўзгарувчисига тақдим қилинади. Маълумотлар ўлчами триггернинг *SamplesPerTrigger* хоссасининг қиймати ва каналлар сони билан белгиланади:

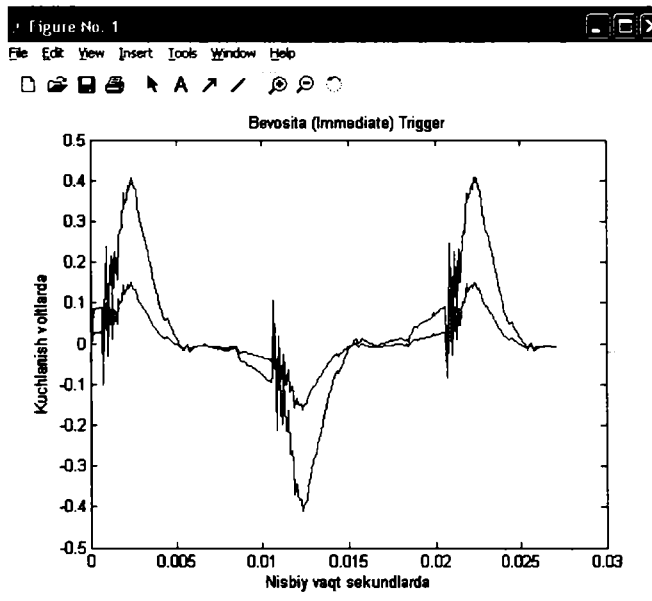
```
ai = analoginput('winsound');
addchannel(ai, [1 2]);
set(ai, 'SampleRate', 10000);
set(ai, 'SamplesPerTrigger', 300);
set(ai, 'TriggerType', 'immediate');
```

```
start(ai);
[data,time] = getdata(ai);
size(data)
ans =
300 2
```

Маълумотлар $300/10000=0,03$ секунд, яъни *SamplesPerTrigger/*

ate nisbat bilan belgilanuvchi vaqt davomida
ma'lumotlarining vaqt b'ycha grafigini kuram

```
(time,data);  
on;  
e('Bevosita (Immediate) Trigger');  
e1('Nisbiy vaqt sekundlarda');  
e1('Kuchlanish voltlarda');
```

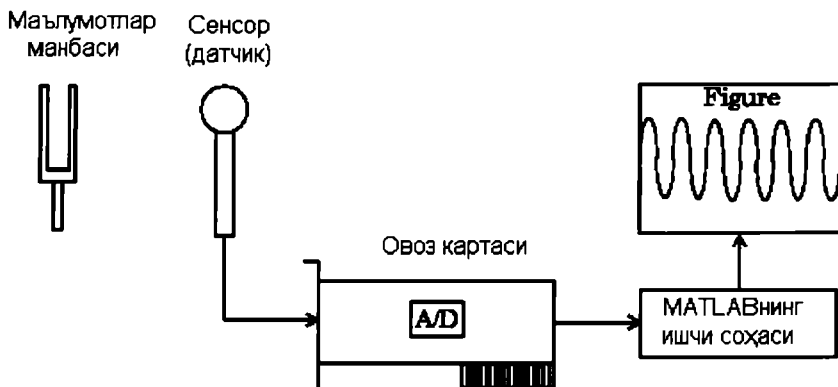


17.2 -rasm. Olingan ma'lumotlarining vaqt b'ycha grafigi

ud triggerlar r'yxatini MATLABning komanda
t(ai, 'TriggerType') komandasini bajar

```
DAQ = daqfind;  
i = 1:length(openDAQ),  
(openDAQ(i));  
  
analoginput('winsound');  
hannel(ai, [1 2]);  
ai, 'TriggerType'  
nual | {Immediate} | Software ]
```

Қуйидаги мисолда кириш сигнали частотавий таҳлил қилинган ва унинг фундаментал частотаси аниқланган. Мосламанинг таркиби 17.3-расмда кўрсатилган.



17.3-расм. Кириш сигнални частотавий таҳлил қилиш ва унинг фундаментал частотаси аниқлаш мосламасининг таркиби

Маълумотларни овоз картасининг битта каналдан бир секунд давомида олинади. Дискретлаш частотаси 8000 Гц ўрнатилган ва мануал триггердан фойдаланилган.

Аналог кириш объектини ҳосил қиламиз:

```
AI = analoginput('winsound');
```

Битта канал қўшамиз:

```
chan = addchannel(AI,1);
```

Объектнинг хоссаларини ўрнатамиз. Кейинги таҳлилларда фойдаланиш учун blocksize ва Fs ўзгарувчиларини киритамиз:

```
duration = 1; %1 sekund davomida ma'lumot olinadi
```

```
set(AI,'SampleRate',8000) %diskretlash chastotasi
```

```
ActualRate = get(AI,'SampleRate');
```

```
set(AI,'SamplesPerTrigger',duration*ActualRate)
```

e)

```
set(AI,'TriggerType','Manual')
```

```
blocksize = get(AI,'SamplesPerTrigger');
```

```
Fs = ActualRate;
```

Объект ҳамда мануал триггерни ишга туширамиз ва маълумотларни қабул қиламиз:

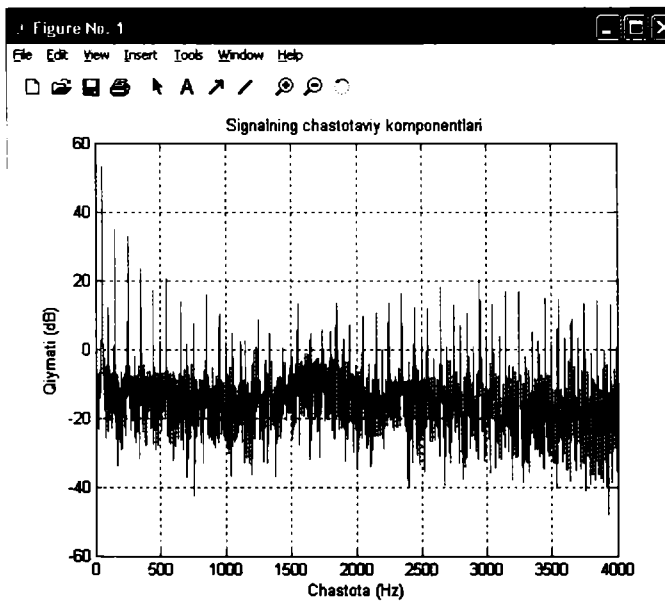
```
start(AI)
```



```

yger(AI)
a = getdata(AI);
иктни хотира ва MATLAB нинг ишчи соҳасидан
миз:
ste(AI)
ar AI
лумотларни частотавий таҳлил қиламиз:
    = abs(fft(data));
void taking the log of 0.
ex = find(xfft == 0);
:(index) = 1e-17;
    = 20*log10(xfft);
    = mag(1:floor(blocksize/2));
    (0:length(mag)-1)*Fs/blocksize;
    f(:);
ижаларни чиқарамиз:
:(f, mag)
d on
sel('Qiymati (dB)')
sel('Chastota (Hz)')
le('Signalning chastotaviy komponent

```



17.4 -расм. Сигналнинг частотавий таркиби

Олинган графикдан (17.4-расм) фундаментал частотани аниқлашимиз мумкин. Фундаментал частотани MATLAB нинг командалар ойнасида қуйидаги командани бажариб топишимиз қулайроқ ва аниқроқдир:

```
[ymax, fundamental_chastota] = max(mag);
```

```
ymax
```

```
fundamental_chastota
```

Enter клавишаси босилса натижа чиқади:

```
ymax =
```

```
53.1428
```

```
fundamental_chastota =
```

```
51
```

Демак фундаментал частота 51 Гц.

17.7.2. Маълумотларни дастлабки кўриб чиқиш учун peekdata функциясидан фойдаланиш

Маълумотларни дастлабки кўриб чиқиш учун peekdata функциясидан фойдаланиш мумкин. Бунда олинган маълумотлар кетма-кет қисмларга бўлиниб экранга чиқарилади. Кейинчалик объектнинг хоссаларига керакли ўзгартиришлар киритилади.

Қуйидаги мисолда peekdata функциясидан фойдаланилган. Маълумотлар 20 секунд давомида олинади (`duration = 20`). Дискретлаш частотасининг қиймати яққол олинмаганлиги сабабли унинг сукут бўйича қиймати `SampleRate=8000` Гц ўрнатилади. Олинadиган қийматларнинг умумий сони $20 \cdot 8000 = 160000$. Олинadиган қийматлар 1000 тадан графикка чиқарилади (`plot(zeros(1000, 1))`), яъни peekdata функцияси $160000/1000 = 160$ марта чақирилади.

```
AI = analoginput('winsound');
addchannel(AI, 1);
duration = 20; % Yigirma sekund ma'lumot
olinadi
ActualRate = get(AI, 'SampleRate');
set(AI, 'SamplesPerTrigger', duration*ActualRate)
figure
set(gcf, 'doublebuffer', 'on') %Grafikning
```

```

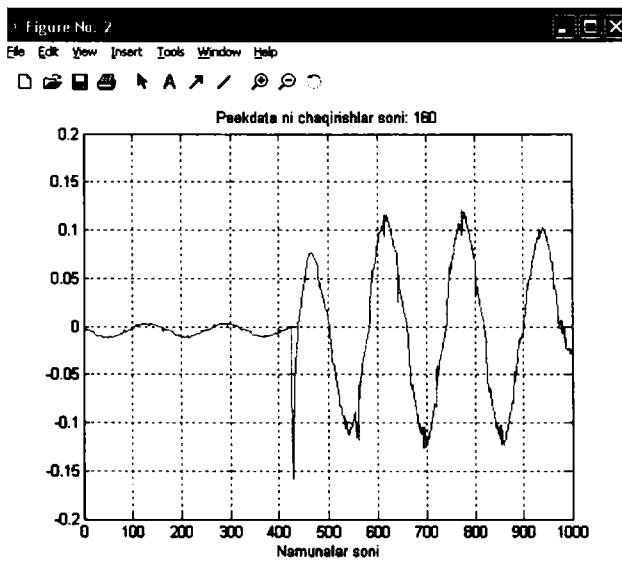
shini kamaytirish
plot(zeros(1000,1));
title([sprintf('Peekdata ni chaqi
. num2str(0))]);
l('Namunalar soni'), axis([0 100
grid on
(AI)
;
    AI.SamplesAcquired < AI.Samp]

    AI.SamplesAcquired < 1000*i

= peekdata(AI,1000);
,'ydata',data);
T,'String',[sprintf('Peekda
shlar soni: '),num2str(i))];
ow
    + 1;

ilstop(AI,2)
e(AI)
    AI

```



17.5 -расм. Peekdata функциясидан фойдаланишга мисол

Дискретлаш частотасининг қийматини MATLAB нинг командалар ойнасида қуйидаги команда ёрдамида кўришимиз мумкин:

```
propinfo(AI, 'SampleRate')
```

Ушбу команда ишлагандан кейин дискретлаш частотасининг қиймати 8000 дан 44100 Гц гача бўлиши мумкинлиги (ConstraintValue) ва унинг сукут бўйича қиймати (DefaultValue) 8000 Гц эканлигини кўришимиз мумкин.

```
ans =  
Type: 'double'  
Constraint: 'Bounded'  
ConstraintValue: [8000 44100]  
DefaultValue: 8000  
ReadOnly: 0  
ReadOnlyRunning: 1  
DeviceSpecific: 0
```

17.7.3. Қабул қилинган маълумотларни қайта ишлаш учун чиқариб олиш

Қабул қилинган маълумотларни қайта ишлаш учун чиқариб олиш учун `getdata` функциясида фойдаланилади. Масалан, `ai` объектдан 1000 та намунани чиқариб олиш ва уларни `data` ўзгарувчисига тақдим қилиш учун

```
data = getdata(ai, 1000);  
ифодадан фойдаланиш мумкин.
```

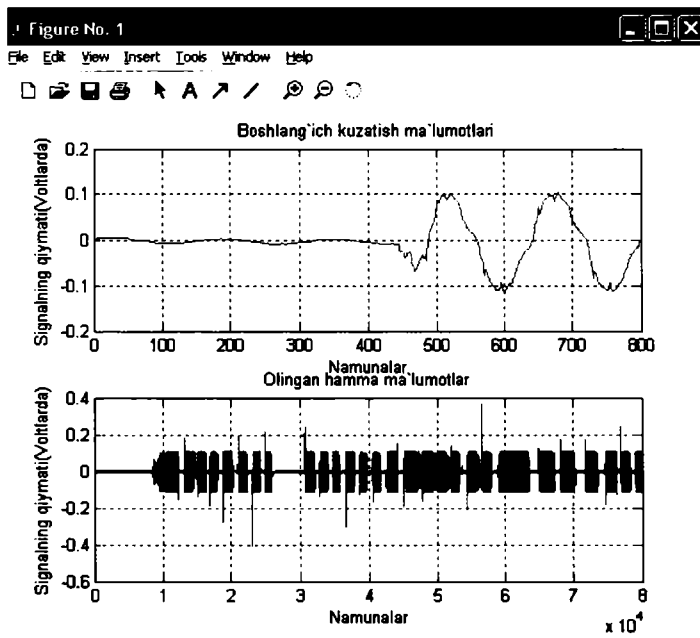
Қуйидаги мисолда `peekdata` ва `getdata` функциялари биргаликда ишлатилган.

```
AI = analoginput('winsound');  
chan = addchannel(AI, 1);  
duration = 10; % Ten second acquisition  
set(AI, 'SampleRate', 8000)  
ActualRate = get(AI, 'SampleRate');  
set(AI, 'SamplesPerTrigger', duration*ActualRate)  
preview = duration*ActualRate/100;  
subplot(211)  
set(gcf, 'doublebuffer', 'on')  
P = plot(zeros(preview, 1)); grid on  
title('Boshlang`ich kuzatish ma`lumotlari')  
xlabel('Namunalar')
```

wnow

```
a = getdata(AI);  
plot(212), plot(data), grid on  
le('Olingan hamma ma'lumotlar')  
bel('Namunalar')  
bel('Signalning qiymati (Votlarda)')  
ete(AI)  
ar AI
```

урнинг ишлаши натижасида иккита график олинади. Ул
иси маълумотларнинг бир қисми учун ва иккинчиси о
маълумотлар учун қурилади.



асм. Peekdata ва getdata функциялари биргаликда ишлатилишига

17.8. Рақамли киритиш/чиқариш

Рақамли киритиш /чиқариш ост тизими (DIO) рақамли сигналларни узатиш учун хизмат қилади. DIO объекти параллел порт билан боғланиши мумкин.

17.8.1. Параллел порт

Компьютерда учта параллел портдан (LPT1, LPT2 ёки LPT3) фойдаланиш мумкин. Уларнинг ўн олтилик системадаги адреслари мос ҳолда 378, 278 ва 3BC. MATLABда адреси 378 бўлган LPT1 портдан фойдаланилади. Ушбу порт учун DIO объекти қуйидагича ҳосил қилинади:

```
dio = digitalio('parallel','LPT1');
```

Рақамли I/O объектга линияларни қўшиш учун `addline` функциясидан фойдаланилади:

```
liniyalar = addline(dio,0:7,'out');
```

Ҳосил қилинган `liniyalar` классини `whos` командаси ёрдамида кўриш мумкин:

```
whos liniyalar
Name Size Bytes Class
liniyalar 8x1 536 dioline object
```

Grand total is 13 elements using 536 bytes

Ҳосил қилинган линиялар қуйидаги хоссаларга эга бўлади (17.1-жадвал):

17.1-жадвал

Хоссанинг номи	Тавсифи
<u>HwLine</u>	Аппаратдаги идентификатори
<u>Index</u>	MATLAB даги индекси
<u>Parent</u>	Қайси объектнинг авлоди
<u>Type</u>	Линиянинг тури

Ҳосил қилинган линияларнинг юқорида кўрсатилган хоссаларини `get` функцияси ёрдамида акс эттириш мумкин:

```
get(liniyalar,{'HwLine','Index','Parent','Type'})
ans =
```

[0]	[1]	[1x1 digitalio]	'Line'
[1]	[2]	[1x1 digitalio]	'Line'
[2]	[3]	[1x1 digitalio]	'Line'
[3]	[4]	[1x1 digitalio]	'Line'
[4]	[5]	[1x1 digitalio]	'Line'
[5]	[6]	[1x1 digitalio]	'Line'
[6]	[7]	[1x1 digitalio]	'Line'
[7]	[8]	[1x1 digitalio]	'Line'

Линия ва портларнинг характеристикаларини daqhwinfo функцияси ёрдамида қайтарилади (акс эттирилади).

```
hwinfo = daqhwinfo(dio);
```

Ҳар бир порт учун характеристикалар:

```
hwinfo.Port(1)
```

```
ans =
```

```
ID: 0
```

```
LineIDs: [0 1 2 3 4 5 6 7]
```

```
Direction: 'in/out'
```

```
Config: 'line'
```

```
hwinfo.Port(2)
```

```
ans =
```

```
ID: 2
```

```
LineIDs: [0 1 2 3 4 5 6 7]
```

```
Direction: 'in/out'
```

```
Config: 'port'
```

```
hwinfo.Port(3)
```

```
ans =
```

```
ID: 3
```

```
LineIDs: [0 1 2 3 4 5 6 7]
```

```
Direction: 'in/out'
```

```
Config: 'port'
```

Ушбу информация 32 линиянинг ҳар бирини киритиш ёки чиқариш учун фойдаланиш мумкинлигини кўрсатади.

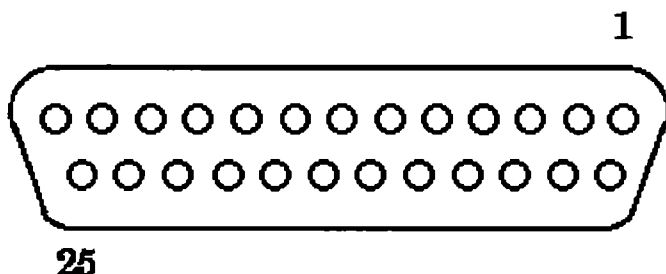
17.8.2. Параллел портнинг характеристикалари

Параллел порт куйидаги линиялардан ташкил топган:

- Саккизта маълумотлар линиялари;

- Тўртта бошқариш линиялари;
- Бешта ҳолат линиялари.

Физик параллел портнинг линияларига кириш учун компьютердаги 25 киришга эга бўлган қабул қилувчи разъёмдан фойдаланилади. Унинг кўриниши 17.7-расмда кўрсатилган.



17.7-расм. Параллел портнинг 25 киришга эга бўлган разъёми

Линиялар мантикий сатҳлардан фойдаланади. Фақат 1, 11, 14 ва 17 киришлар инвертирланган бўлади. Ерга 18-25 киришлар уланади. Қолган 17 кириш учта портга ажратилган ва уларнинг вазифалари 17.1-жадвалда келтирилган.

17.1-жадвал

Port	Киришлар	Тавсифи
0	2-9	Маълумотларни киритиш/чиқариш учун саккизта линия
1	10-13 ва 15	Бешта ҳолат линиялари
2	1, 14, 16 ва 17	Тўртта бошқариш линиялари

Айрим ҳолларда 0 портдаги линиялар бир йўналишли бўлиб фақат чиқишга ишлаши мумкин. Уларнинг иккала йўналишда ҳам ишлаши учун компьютернинг BIOS сида EPP (Enhanced Parallel Port- *Кенгайтирилган параллел порт*) ёки ECP (Extended Capabilities Port-*Имкониятлари кенгайтирилган порт*) режимини белгилаш керак бўлади.

Параллел портнинг характеристикаларини `daqhwinfo` функцияси ёрдамида кўриш мумкин:

```
hwinfo = daqhwinfo(dio);
hwinfo.Port(1)
ans =
```



```
ID: 1
LineIDs: [0 1 2 3 4] (10, 11, 12, 13 ва 15-
киришлар)
Direction: 'in'
Config: 'port'
hwinfo.Port(3)
ans =
```

```
ID: 2
LineIDs: [0 1 2 3] (1, 14, 16 ва 17-
киришлар)
Direction: 'in/out'
Config: 'port'
```

Ушбу информация маълумотларни киритиш учун 17 чиқишнинг ҳаммасидан, чиқариш учун эса 12 чиқишдан фойдаланиш мумкинлигини кўрсатади.

Мурожаат қилишни соддалаштириш учун киритиш/чиқариш LineName хоссасининг қиймати порт чиқишининг тартиб рақами билан бир хил қилиб олинган. Масалан, 0 дан 7 гача бўлган аппарат линиялари учун 1 дан 8 гача бўлган MATLAB индекслари берилган.

Агар зарур бўлса индексларни алмаштириш мумкин, масалан:

```
liniyalar(1).HwLine=1;
liniyalar(2).HwLine=0
```

Index:	LineName:	HwLine:	Port:	Direction:
1	'Pin2'	1	0	'Out'
2	'Pin3'	0	0	'Out'
3	'Pin4'	2	0	'Out'
4	'Pin5'	3	0	'Out'
5	'Pin6'	4	0	'Out'

6	'Pin7'	5	0	'Out'
7	'Pin8'	6	0	'Out'
8	'Pin9'	7	0	'Out'

Индексларни алмаштиришнинг бошқача йўли ҳам бор:

```
dio.Line(3).HwLine = 3;
```

```
dio.Line(4).HwLine = 2
```

Index:	LineName:	HwLine:	Port:	Direction:
1	'Pin2'	1	0	'Out'
2	'Pin3'	0	0	'Out'
3	'Pin4'	3	0	'Out'
4	'Pin5'	2	0	'Out'
5	'Pin6'	4	0	'Out'
6	'Pin7'	5	0	'Out'
7	'Pin8'	6	0	'Out'
8	'Pin9'	7	0	'Out'

Линияларга тавсифий ном бериш учун `addline` функцияси ишлатилади, масалан биринчи линияга `TrigLine` номи берилиши керак бўлсин:

```
delete(dio)
```

```
clear dio
```

```
dio = digitalio('parallel','LPT1');
```

```
addline(dio,0,'out','TrigLine')
```

```
addline(dio,1:7,'out')
```

Index:	LineName:	HwLine:	Port:	Direction:
1	'TrigLine'	0	0	'Out'

Index:	LineName:	HwLine:	Port:	Direction:
2	'Pin3'	1	0	'Out'
3	'Pin4'	2	0	'Out'
4	'Pin5'	3	0	'Out'
5	'Pin6'	4	0	'Out'
6	'Pin7'	5	0	'Out'
7	'Pin8'	6	0	'Out'
8	'Pin9'	7	0	'Out'

Бундан ташқари LineName хоссасидан ҳам фойдаланиш мумкин:

```
delete(dio)
```

```
clear dio
```

```
dio = digitalio('parallel', 'LPT1');
addline(dio, 0:7, 'out')
dio.Line(1).LineName = 'TrigLine'
```

Index:	LineName:	HwLine:	Port:	Direction:
1	'TrigLine'	0	0	'Out'
2	'Pin3'	1	0	'Out'
3	'Pin4'	2	0	'Out'
4	'Pin5'	3	0	'Out'
5	'Pin6'	4	0	'Out'
6	'Pin7'	5	0	'Out'
7	'Pin8'	6	0	'Out'
8	'Pin9'	7	0	'Out'

Энди линиянинг янги номидан унга мурожаат қилиш учун фойдаланишимиз мумкин. Масалан линиядан киритиш учун фойдаланиш зарур бўлсин:

```
dio.TrigLine.Direction = 'in'
```

Index:	LineName:	HwLine:	Port:	Direction:
1	'TrigLine'	0	0	'In'
2	'Pin3'	1	0	'In'
3	'Pin4'	2	0	'In'
4	'Pin5'	3	0	'In'
5	'Pin6'	4	0	'In'
6	'Pin7'	5	0	'In'
7	'Pin8'	6	0	'In'
8	'Pin9'	7	0	'In'

Биринчи линиянинг йўналишини киритишга ўзгартирсак қолган линияларнинг ҳам йўналиши ўзгарди. Демак 0 порт фақат бир йўналишда ишлаши мумкин экан. Уни иккала йўналишда ҳам ишлайдиган қилиш учун компьютернинг BIOS сида EPP (Enhanced Parallel Port- *Кенгайтирилган параллел порт*) ёки ECP (Extended Capabilities Port-*Имкониятлари кенгайтирилган порт*) режимини белгилаш керак.

17.8.3. Линияларни киритишга мисоллар

Саккизта киритиш линиясини қўшиш:

```
addline(dio, 0:7, 'in');
```

Тўртта киритиш ва тўртта чиқариш линиясини 0 портга қўшиш:
addline(dio, 0:7, {'in', 'in', 'in', 'in', 'out',
'out', 'out', 'out'});

Параллел LPT1 портнинг ҳамма чиқишлари киритиш йўналишида ишлаши мумкин:

```
dio = digitalio('parallel', 'LPT1');  
addline(dio, [0:16], {'in'})  
delete(dio)  
clear dio
```

Index:	LineName:	HwLine:	Port:	Direction:
1	'Pin2'	0	0	'In'
2	'Pin3'	1	0	'In'
3	'Pin4'	2	0	'In'
4	'Pin5'	3	0	'In'
5	'Pin6'	4	0	'In'
6	'Pin7'	5	0	'In'
7	'Pin8'	6	0	'In'
8	'Pin9'	7	0	'In'
9	'Pin15'	0	1	'In'
10	'Pin13'	1	1	'In'
11	'Pin12'	2	1	'In'
12	'Pin10'	3	1	'In'
13	'Pin11'	4	1	'In'
14	'Pin1'	0	2	'In'
15	'Pin14'	1	2	'In'
16	'Pin16'	2	2	'In'
17	'Pin17'	3	2	'In'

Параллел LPT1 портнинг 1-9, 14, 16 ва 17-чиқишлари маълумотларни чиқариш режимида ҳам ишлай олади:

```
dio = digitalio('parallel', 'LPT1');  
addline(dio, [0:7, 13, 14, 15, 16], {'out'})  
delete(dio)  
clear dio
```

Index:	LineName:	HwLine:	Port:	Direction:
1	'Pin2'	0	0	'Out'
2	'Pin3'	1	0	'Out'

3	'Pin4'	2	0	'Out'
4	'Pin5'	3	0	'Out'
5	'Pin6'	4	0	'Out'
6	'Pin7'	5	0	'Out'
7	'Pin8'	6	0	'Out'
8	'Pin9'	7	0	'Out'
9	'Pin1'	0	2	'Out'
10	'Pin14'	1	2	'Out'
11	'Pin16'	2	2	'Out'
12	'Pin17'	3	2	'Out'

Киритиш/чиқариш амалларини содалаштириш мақсадида маълумотларни чиқариш учун параллел портнинг 2-9 чиқишларидан ва маълумотларни киритиш учун 1, 14, 16, 17 чиқишларидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ:

```

dio = digitalio('parallel', 'LPT1');
addline(dio, [0:7], {'out'})
addline(dio, [13,14,15,16], {'in', 'in', 'in', 'in'})
delete(dio)
clear dio

```

Index:	LineName:	HwLine:	Port:	Direction:
1	'Pin2'	0	0	'Out'
2	'Pin3'	1	0	'Out'
3	'Pin4'	2	0	'Out'
4	'Pin5'	3	0	'Out'
5	'Pin6'	4	0	'Out'
6	'Pin7'	5	0	'Out'
7	'Pin8'	6	0	'Out'
8	'Pin9'	7	0	'Out'

Index:	LineName:	HwLine:	Port:	Direction:
9	'Pin1'	0	2	'In'
10	'Pin14'	1	2	'In'
11	'Pin16'	2	2	'In'
12	'Pin17'	3	2	'In'

17.8.4. Рақамли киритиш/чиқариш объекти (DIO) линияларнинг қийматларини ёзиш ва ўқиш

Рақамли киритиш/чиқариш объектига линиялар қўшилгандан кейин линияларга қийматлар ёзиш ва линияларнинг қийматларини ўқиш мумкин. Линияларга қийматларни ёзиш учун `putvalue` функциясидан фойдаланилади. Унинг аргументи сифатида ўнли қиймат ёки иккилик векторни киритиш мумкин. Иккилик вектор мантиқий массив бўлиб унинг биринчи устунида энг кичик қиймат ва сўнгги устунида энг катта қиймат бўлади. Масалан, ўнли 23 сони иккилик кўринишда `[1 1 1 0 1]` бўлади, яъни, $[1 1 1 0 1] = 2^0 + 2^1 + 2^2 + 2^4$. Ўнли сонларни иккилик кўринишга `dec2binvec` функциясидан фойдаланиб ҳам ўтказиш мумкин.

Қуйидаги мисолда параллел портга 23 сони ёзилган:

```
dio = digitalio('parallel', 'LPT1');
addline(dio, 0:7, 'out');
data = 23;
putvalue(dio, data)
```

Бошқача кўринишда ҳам киритиш мумкин:

```
putvalue(dio.Line(1:8), data)
```

Иккилик кўринишда киритиш учун аввал `data = 23` сонни иккилик кўринишга ўтказамиз:

```
bvdata = dec2binvec(data, 8);
putvalue(dio, bvdata)
putvalue(dio.Line(1:8), bvdata)
```

Иккилик кўринишда киритишнинг бошқача йўли ҳам мавжуд:

```
bvdata = logical([1 1 1 0 1 0 0 0]);
putvalue(dio, bvdata)
```

17.8.5. Рақамли қийматларни ўқиш

Бир ёки бир неча линиядаги рақамли қийматларни ўқиш учун `getvalue` функциясидан фойдаланилади. Унинг кириш аргументи сифатида рақамли киритиш/чиқариш объекти олинади.

Қуйидаги мисолда `dio` объекти ҳосил қилинган ва унга саккизта чиқариш линияси қўшилган, уларга 23 сони ёзилган ва `getvalue` функцияси ёрдамида ўқилган:

```
dio = digitalio('parallel','LPT1');
addline(dio,0:7,'out');
data = 23;
putvalue(dio,data)
portval = getvalue(dio)
```

```
portval =
```

```
1 1 1 0 1 0 0 0
```

Бир неча линиядаги информацияни ҳам ўқиш мумкин:

```
lineval = getvalue(dio.Line(1:5))
lineval =
1 1 1 0 1
```

Иккилик векторни ўнли сонга айлантириш учун binvec2dec функциясиан фойдаланилади:

```
out = binvec2dec(lineval)
out =
23
```

Фақат битта линиядаги маълумотни ўқиш учун унинг индекси кўрсатилади, масалан, бешинчи линиядаги маълумотни ўқиймиз:

```
lineval = getvalue(dio.Line(5))
lineval =
1
```

Чиқаришга йўналтирилган линияларнинг қийматлари сукут бўйича 0 га ва киритишга йўналтирилган линияларнинг қийматлари сукут бўйича 1 га тенг бўлади:

```
dio = digitalio('parallel','LPT1');
addline(dio,0:7,'out');
portval = getvalue(dio)
```

```
portval =
```

```
0 0 0 0 0 0 0 0
```

```
delete(dio)
clear dio
dio = digitalio('parallel','LPT1');
```

```
addline(dio,0:7,'in');
portval = getvalue(dio)
```

```
portval =
```

```
1 1 1 1 1 1 1 1
```

Рақамли қийматларни ёзиш ва ўқишга мисол:

1. Рақамли киритиш/чиқариш объектини ҳосил қиламиз

```
dio = digitalio('parallel','LPT1');
```

2. Саккизта чиқиш линиясини қўшамиз

```
addline(dio,0:7,'out');
```

3. Биринчи тўртта линияга 13 қийматни ўнли кўринишда, кейин иккилик вектор кўринишида ёзамиз ва уларни ўқиймиз

```
data = 13;
```

```
putvalue(dio.Line(1:4),data)
```

```
val1 = getvalue(dio);
```

```
val1
```

```
val1 =
```

```
1 0 1 1 0 0 0 0
```

```
bvdata = dec2binvec(data);
```

```
putvalue(dio.Line(1:4),bvdata)
```

```
val2 = getvalue(dio);
```

```
val2 =
```

```
1 0 1 1 0 0 0 0
```

4. Сўнги тўртта линияларга 3 қийматни ўнли кўринишда ёзамиз ва иккилик кўринишда ўқиймиз

```
data = 3;
```

```
putvalue(dio.Line(5:8),data)
```

```
val3 = getvalue(dio.Line(5:8));
```

```
val3 =
```

```
1 1 0 0
```

```
bvdata = dec2binvec(data,4);
```

```
putvalue(dio.Line(5:8),bvdata)
```

```
val4 = getvalue(dio.Line(5:8));
```



```
val4 =  
    1    1    0    0
```

5. Сўнги тўртта линиянинг қийматларини тескари тартибда ўқиймиз

```
val5 = getvalue(dio.Line(8:-1:5));
```

```
val5 =  
    0    0    1    1
```

6. Яратилган киритиш/чиқариш объектини хотирадан ва MATLAB нинг ишчи соҳасидан ўчирамиз

```
delete(dio)  
clear dio
```

17.8.6. Timer ходисаларини генерация қилиш

Timer рақамли киритиш/чиқариш объекти линияларидаги қийматларни вақт бўйича ёзиб олиш имкониятини беради. Timer хоссалари 17.2-жадвалда келтирилган.

17.2-жадвал

Хоссанинг номи	Тавсифи
<u>Running</u>	Объект ишлаётганлигини кўрсатади
<u>TimerFcn</u>	M-file қайтарилиш функциясининг таймерга киритилган вақт ўтгандан кейин бажарилишини аниқлайди
<u>TimerPeriod</u>	Таймер ходисалари орасидаги вақтни кўрсатади

Таймер ёрдамида назорат қилинаётган объектнинг ҳолатини кузатиб туриш мумкин.

Рақамли объектни ишга тушириш учун start функциясидан фойдаланилади:

```
start(dio)
```

Қуйидаги мисолда олти секунд давомида ҳар бир секундда таймер ходисаси юз беради.

```
dio = digitalio('parallel','LPT1');  
addline(dio,0:7,'in');
```

```
art(dio)
ise(6)
```

```
lete(dio)
ear dio
```

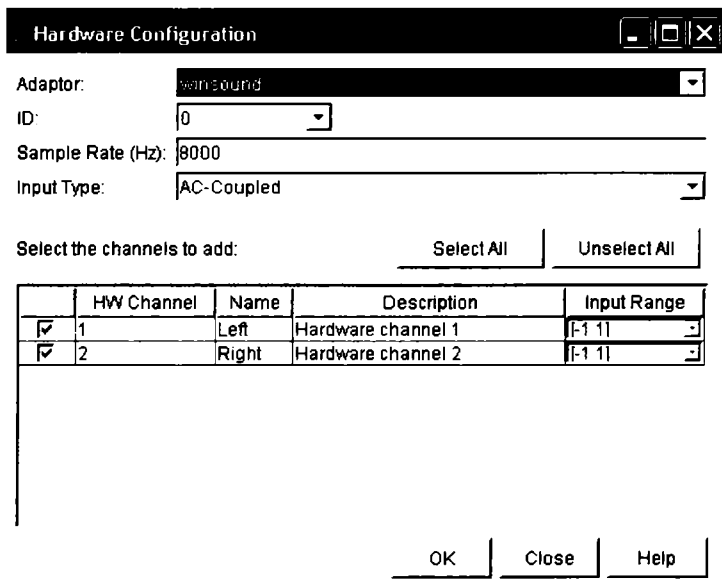
17.9. Маълумотларни қабул қилувчи осциллограф

17.9.1. Осциллографни ишга тушуриш

осциллограф ўзгарувчи маълумотларни дисплейга чиқариш : интерфейс бўлиб ҳисобланади. Уни M-file дан ёки МАТ-командалар ойнасида softscore командасини бажариш очиш мумкин (17.8-расм):

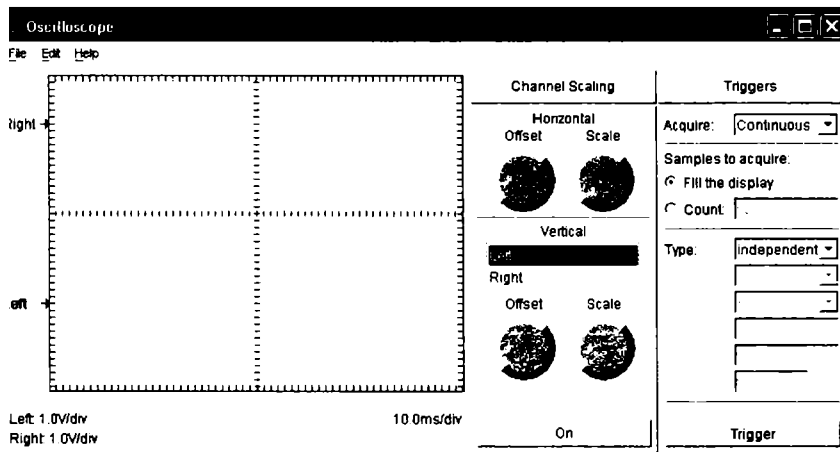
Matlab Scope

осциллографдаги команда бажарилгандан кейин қурилма конфигурация ойнаси очилади. Унда киритиш қурилмалари биттада қурилмалардан бирини танлаш, дискретлаш частотасини ўзгартиришларни танлаш мумкин.



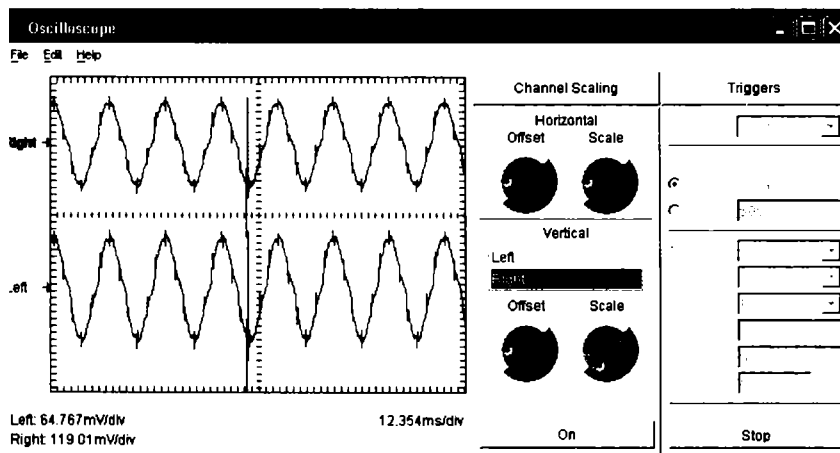
17.8-расм. Осциллографни очиш

Ойнадаги ОК тугмаси босилса осциллограф очилади (17.9-расм)



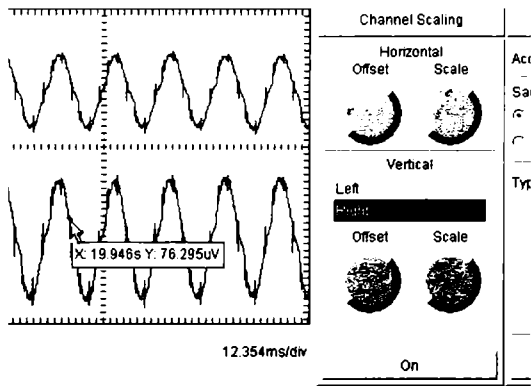
17.9-расм. Осциллографни ишга тушириш

Осциллографни ишга тушириш учун унинг пастки ўнг бурчагид **Trigger** тугмаси босилади. Сигналларни тезлик билан масштаблашун осциллографнинг устида сичқончанинг ўнг тугмаси босилади, лқиб чикувчи менюдан **Autoscale** танланади (17.10-расм).



17.10-расм. Сигналларни тезлик билан масштаблаш

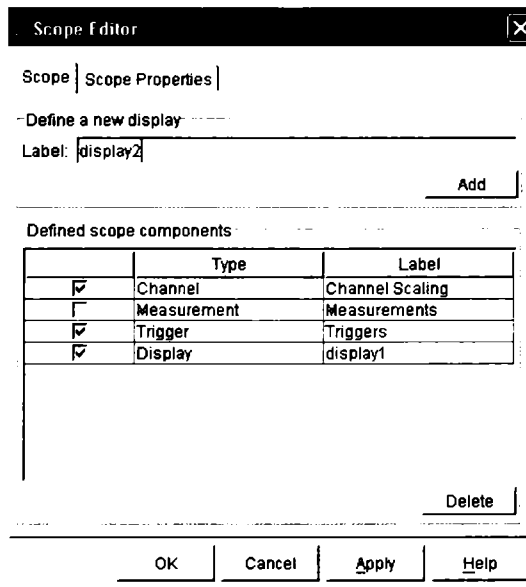
Айрим нуқталардаги сигнал ва вақтнинг қийматларини кўригун сичқончанинг курсори керакли нуқтага олиб келинади (17.1 расм).



Айрим нукталардаги сигнал ва вақтнинг кийматл

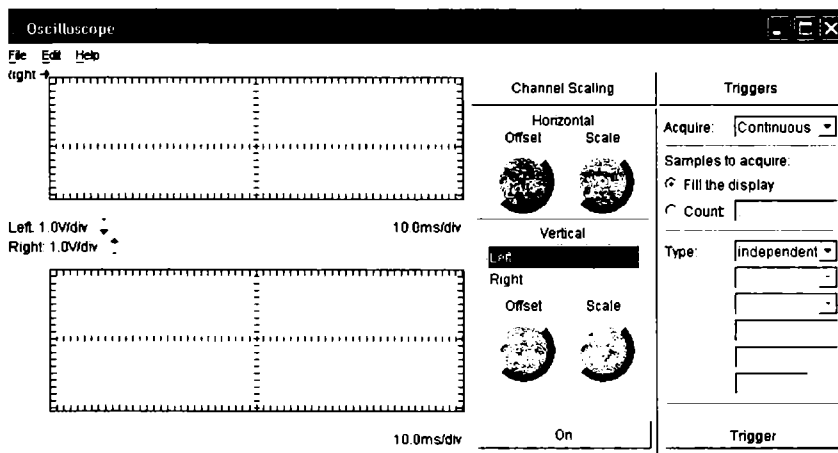
7.9.2. Қўшимча дисплейларни ҳосил қили

дисплей ҳосил қилиш учун осциллог
:оре ни танлаймиз ва унинг Label бўлим
ини, масалан, display2 деб ёзамиз ва А
2-расм).



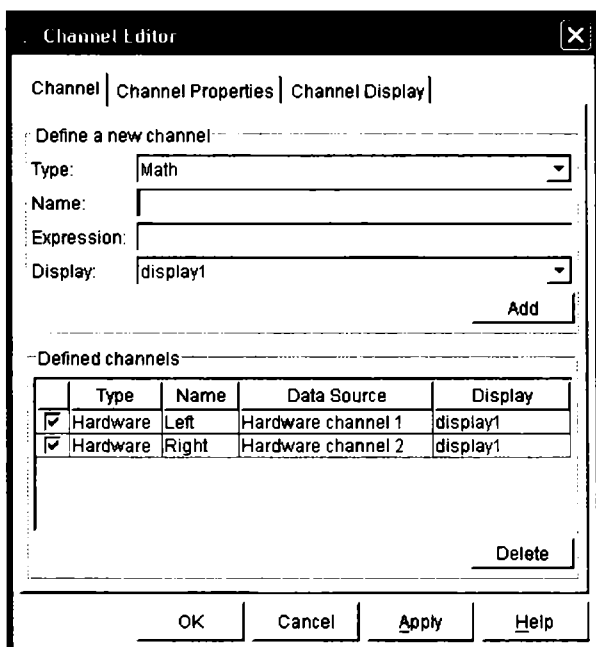
17.12-расм. Қўшимча дисплей ҳосил қилиш

Ойнадаги ОК тугмасини боссак осциллографда иккита дисплей ҳосил бўлади (17.13-расм).



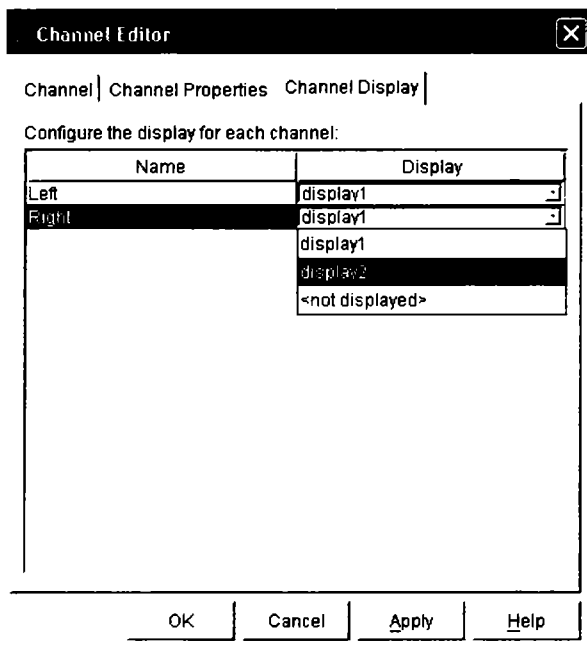
17.13 -расм. Осциллографда ҳосил килинган дисплейлар

Осциллографнинг Edit менюсидан Channel бўлимини танлашми Channel Editor ойнаси ҳосил бўлади (17.14-расм).



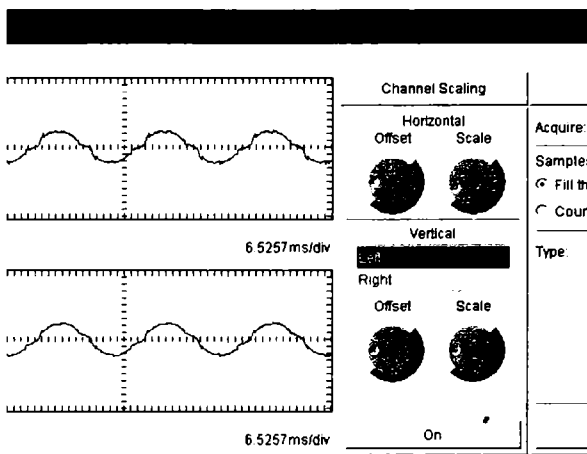
17.14 -расм. Осциллографнинг Channel Editor ойнаси

Editor ойнасида Channel Display бўлимини та дисплейларга таксимлаймиз (17.15-расм).



17.15-расм. Каналларни дисплейларга таксимлаш

исини босамиз ва Trigger тугмасини босиб осциллограммани (17.16-расм).



17.16 -расм. Осциллограммани ишга тушуриш

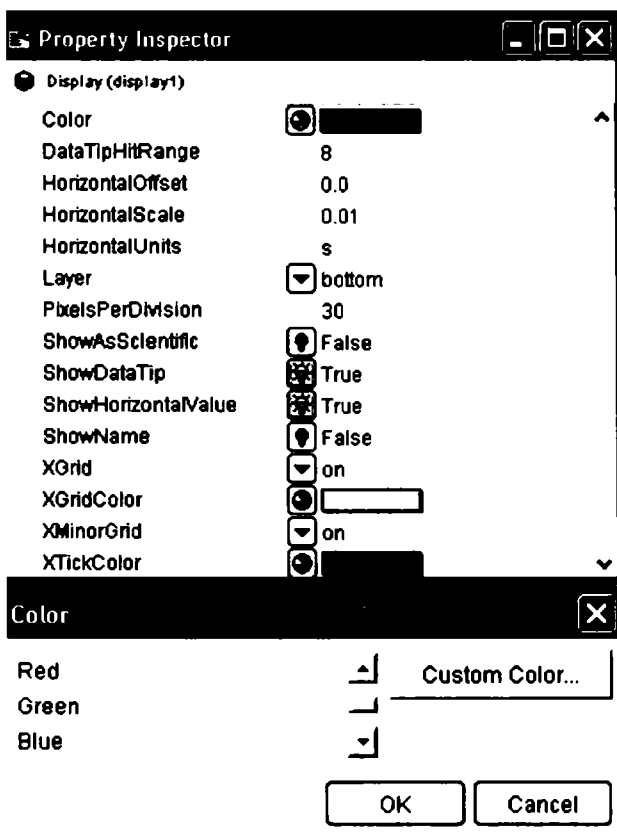
. Дисплей хоссаларининг конфигурациясини тан

й хоссаларига киришнинг икки йўли бор:

1 Inspector — осциллограф дисплейининг устид тугмаси босилади қалқиб чиқувчи менюдан **Edit** ланади;

2 Editor GUI — осциллографнинг **Edit** менюсида ланади, ҳосил бўладиган **Scope Editor** ойнаси бўлими танланади.

3 йўл билан дисплей хоссалари очилганда Property ади. Ундаги Color хоссасининг устида сичқончани ади ва керакли ранг танланади, ОК босилади (17.1



17 -расм. Дисплей хоссаларининг конфигурациясини тан

ни йўл билан дисплей хоссалари очилганда Sc кади. Унда ҳам ранг танлаш юқоридагига ўхша

4. Математик ва ҳавола (reference) канал

афда аппарат каналларига кўшимча рави-
чалларни қўшиш мумкин:

каналлари билан боғланган маълумот
каналлари ва ифодалари ёрдамида шаклланти-
риш каналлар билан боғланган маълумо-
тик ёки ҳавола каналларидаги маълумо-
ти В да ҳисобланади.

Ҳавола каналлини ҳосил қилишга мисол.

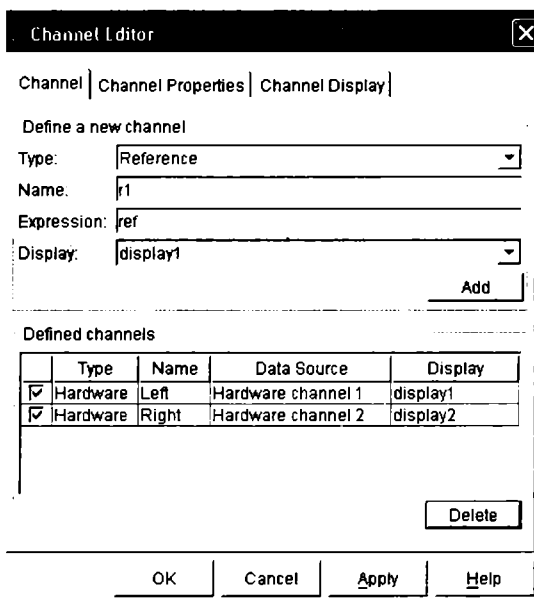
1. В нинг командалар ойнасида графиги
и фодани шакллантириш алгоритмини ёзи-
миз:

```
.0001:0.2;
```

```
;
```

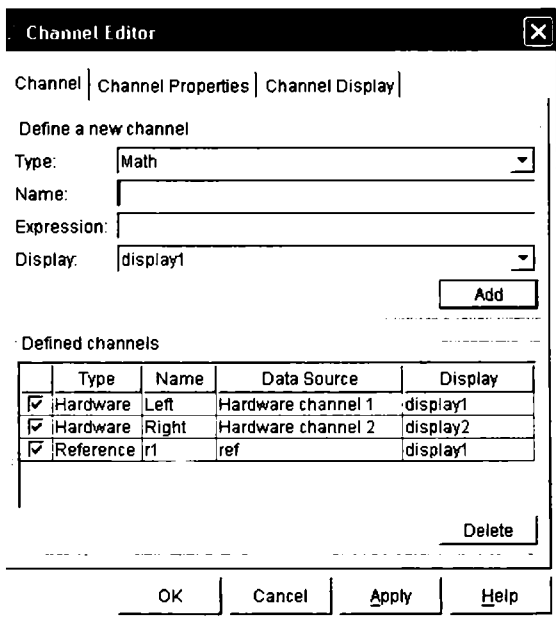
```
.7*sin(w*t);
```

Графнинг **Edit** менюсидан **Channel** бўли
Editor ойнаси очилади. Унинг **Type** бўли-
ни танлаб **Reference** ни танлаймиз. На
каналнинг номини ёзамиз, масалан, r1. **C**
Expression бўлимига графиги кўрсатилиши
ни ёзамиз, масалан, ref. **Display** бўлим:
и кўрсатилиши кераклигини кўрсатамиз (17.1

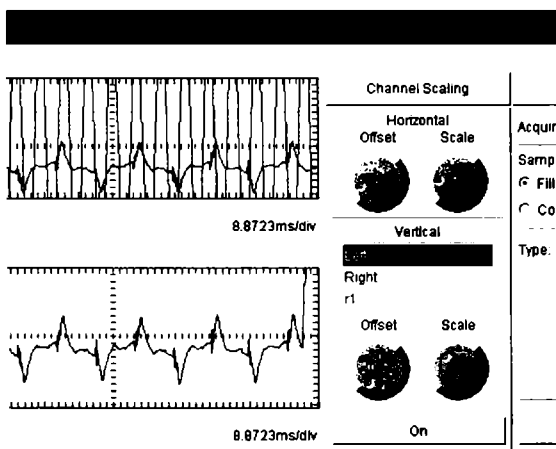


17.18-расм. Ҳавола каналлини ҳосил қилиш

масини босамиз (17.19-расм).



nel Editor ойнасининг Add тугмаси босилгандан кей
масини босамиз (17.20-расм).



7.20-расм. Ҳавола каналига эга бўлган осциллограф

нинг устида сичкончанинг ўнг тугмасини
дан Autoscale ни танлаймиз (17.21-расм).

тсм. Сигналларнинг масштабини Autoscale командаси ёрдамида ўзга

гемастик канални ҳосил қилишга мисол:

dit менюсидан **Channel** бўлимини танлаймиз. **Channel** очилади.

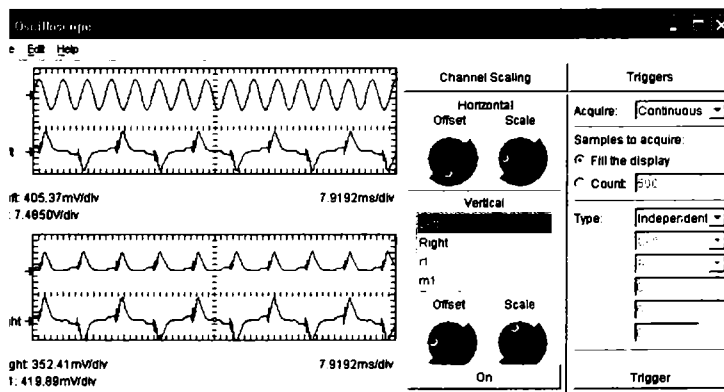
нинг **Type** бўлимидаги паства қараган стрелкани босиб паймиз. **Name** бўлимига қўшиладиган каналнинг номин асалан, **m1**.

hannel Editor ойнасининг **Expression** бўлимига каналла ютлар билан боғланган ифодани ёзамиз, масалан:

(Rigth)

да ўнг каналдаги маълумотлар абсолют қийматларини осил қилинади.

hannel Editor ойнасининг **Display** бўлимида эса қўшил айси дисплейда кўрсатилишини белгилаймиз, масалан, **di** атамиз ва **Add** кейин эса **OK** ни босамиз (17.22-расм).



17.22-расм. Ҳосил қилинган математик канал **m1**

17.9.5. Каналларни йўқотиш

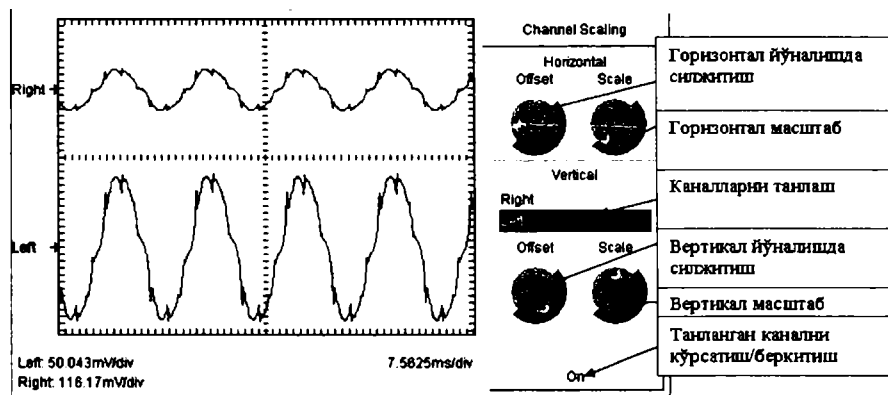
Edit менюсидан Channel бўлимини танлаймиз, Channel Editor ойнаси очилади:

Қўшимча каналларни йўқотиш учун унинг Channel бўлимининг **Defined channels** қисмида қўшимча канални белгилаймиз ва Delete ни босамиз;

Асосий канални кўринмайдиган қилиш учун **Channel Display** ойнасининг **Display** ойнасида not displayed танланади.

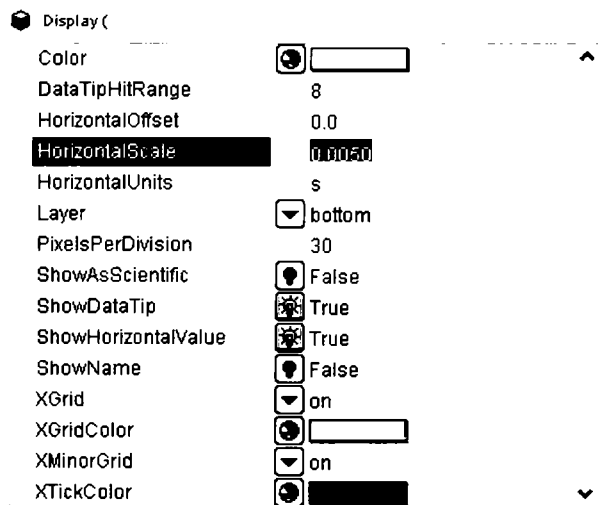
17.9.6. Каналлар маълумотларини масштаблаш

Осциллографдаги каналларни силжитиш ва масштаблаш мумкин. Горизонтал йўналишдаги масштаблаш ва силжитиш ҳамма каналлар, вертикал йўналишда эса фақат танланган каналлар учун бажарилади. On/Off кнопокasi ёрдамида танланган канални беркитиш ёки кўрсатиш мумкин. Масштабни ўзгартириш учун сичқончанинг чап тугмаси Scale белгисининг устида босилиб керакли томонга айлантирилади (17.23-расм).

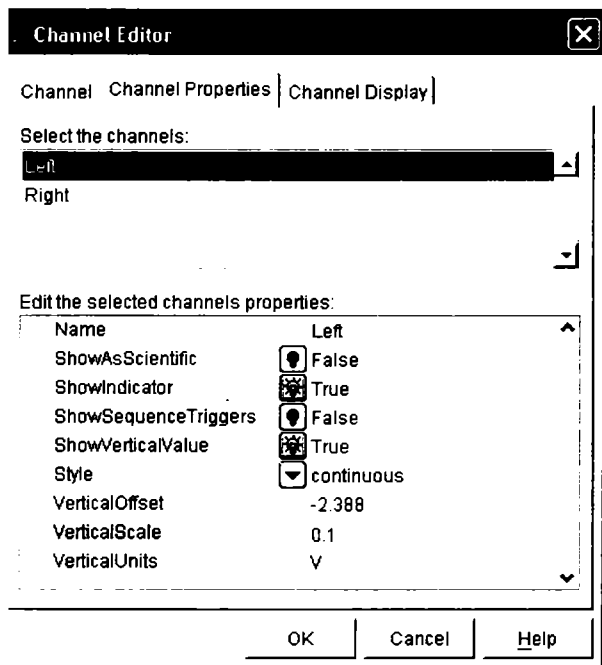


17.23 -расм. Осциллографдаги каналларни силжитиш ва масштаблаш

Горизонтал ва вертикал масштабларнинг аниқ қийматларини Property Inspector (17.24-расм) ва Channel Editor (17.25-расм) ойналарида ўрнатиш мумкин (17.24 ва 17.25-расмларда горизонтал масштаб 0,005 секунд ва вертикал масштаб 0,1 вольт ўрнатилган).



и. Горизонтал ва вертикал масштабларнинг аниқ кийма
Property Inspector ойнасида ўрнатиш

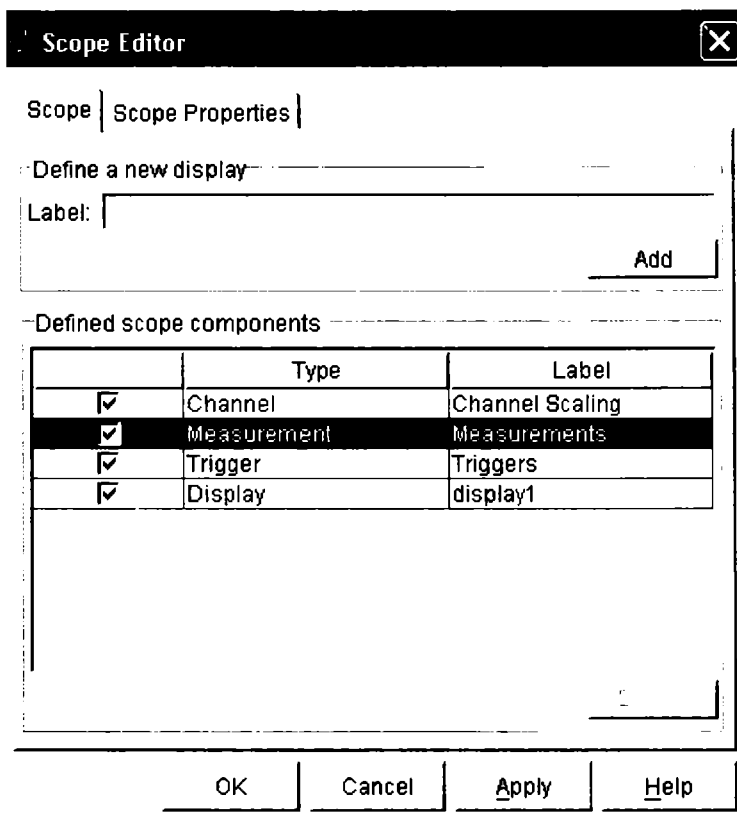


оризонтал ва вертикал масштабларнинг аниқ кийматлар
Editor ойнасида ўрнатиш

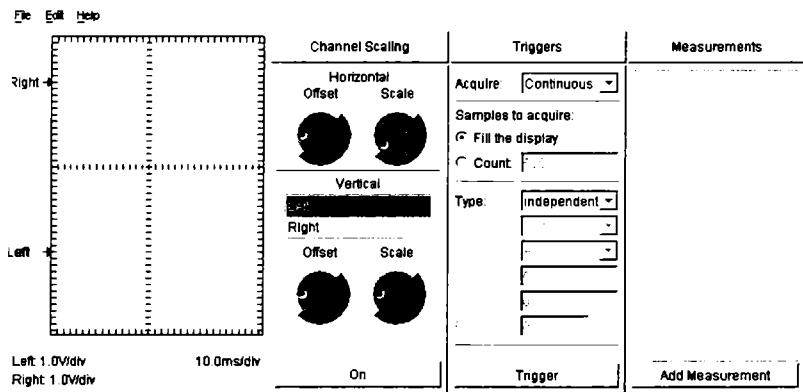
17.9.7. Ўлчашларни ҳосил қилиш

циллограф ёрдамида ўлчов бирликларига эга бўлган кўрсаткичларни амалга ошириш мумкин. Бунда бириктирилган ўлчовдан фойдаланиш ёки янги ўлчаш турларини киритиш. Дукут бўйича ўлчашлар панели осциллографга киритилган. Уни кўшиш учун куйидаги йўлларнинг биридан фойдаланинг:

Channel Scaling панелида сичқончанинг ўнг тугмаси босиб, калқиб чикувчи менюдан **Add Measurement** танланади. **Edit** менюсидан **Measurement** бўлими белгиланади; **Edit** менюсидан **Scope** бўлими танланади ва ҳосил бўлади; **Scope Editor** панелида (17.26-расм) **Measurement** пункти **белгиланади**. Ушбу ҳолда бўлган **Measurement** панели ҳосил бўлади (17.27-расм).

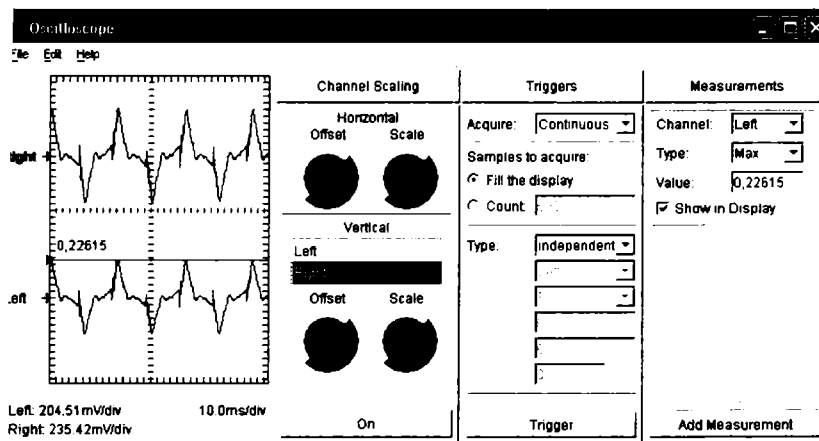


17.26-расм. Scope Editor панели



17.27-расм. Бўш Measurement панели

Ўлчашларни киритиш ёки улар мавжуд бўлса янгиларини қўшишнинг Add Measurement кнопкиси босилади ва Measurements панелининг Channel бўлимида канал ва Type бўлимида зарур бўлган параметрлар киритилган ўлчаш тури танланади. Масалан 17.28- расмда чап каналдаги сигналнинг максимал қиймати ўлчанган.



17.28-расм. Чап(Left) каналдаги сигналнинг максимал қиймати ўлчаш

17.9.8. Янги ўлчаш турларини киритиш

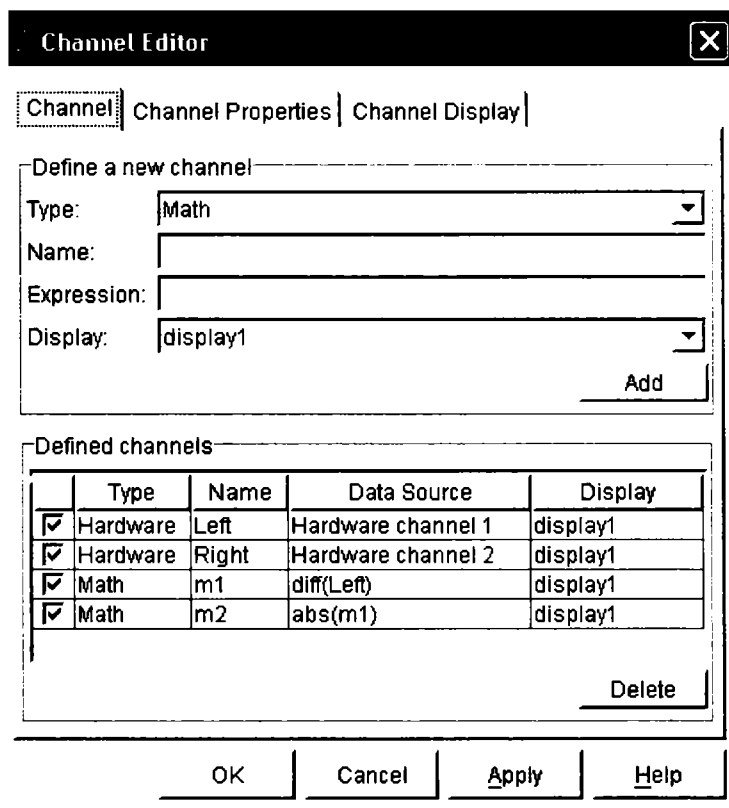
Бириктирилган ўлчаш турлари етарли бўлмаса янги ўлчаш тур киритилади. Бунда маълумотлар массивини қабул қилиб скаляр қиймат қайтарувчи MATLAB функциясидан фойдаланилади. Янги

турларини киритиш учун қуйидаги икки йўлдан бири таниш мумкин:

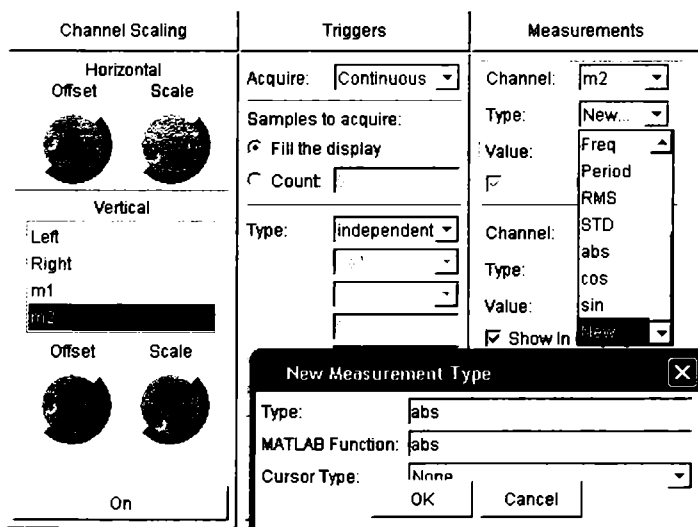
asurements ойнасидаги **Type** менюсининг **New** бўли

и;
asurement Editor ойнасидаги **Measurement Type** ост ойна таниш.

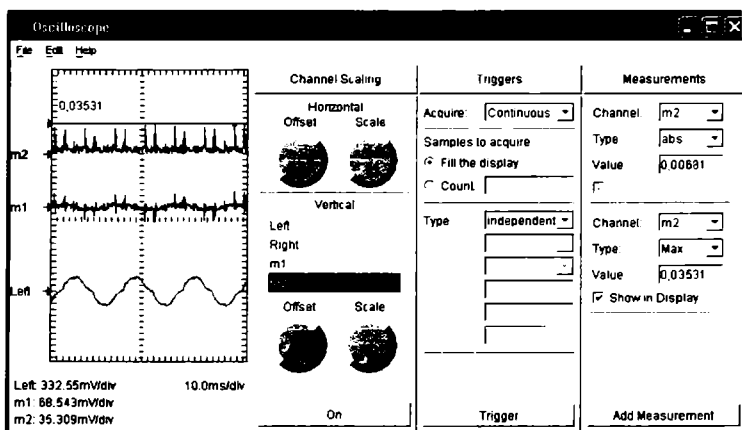
идаги мисолда **Left** каналдаги сигнал ҳосиласининг осциллограммасини олиш учун **m1** математик канал ва **m1** каналдаги сигналнинг абсолют қийматининг осциллограммасини ҳосил қилиш учун **m2** математик канал киритилган (17.29-расм). Кейин **m2** каналдаги сигналнинг абсолют қийматини ўлчаш учун **display1** канал киритилган. Бундан ташқари максимал қийматни ўлчаш киритилган ўлчаш туридан ҳам фойдаланилган (17.30-расм) киритилган математик каналлар ва ўлчашларнинг ишлатилиши 17.31-расмда келтирилган.



17.29-расм. Математик каналларни киритиш



17.30-расм. Янги ўлчаш турини киритиш



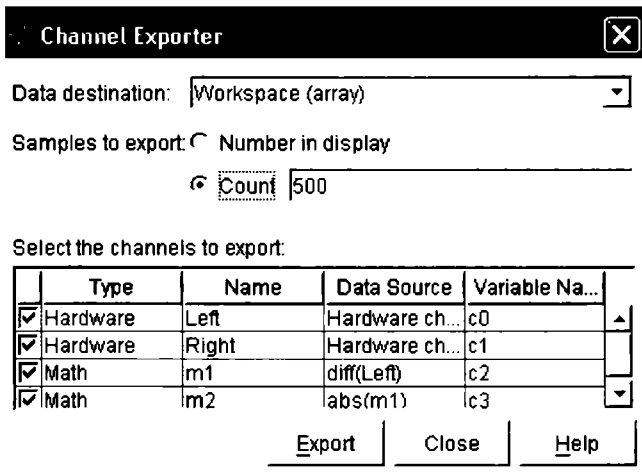
17.31-расм. Янги киритилган математик каналлар ва ўлчашларнинг ишлаш натижалари

17.9.9. Маълумотларни экспорт қилиш

Қуйидаги маълумотларни MATLAB ишчи соҳасига, гр кўринишда ёки MAT-файл кўринишида экспорт қилиш мумки

- Каналлар маълумотлари — маълумотлар аппарат каналлари, математик каналлар ёки илова каналлари билан боғланган бўлади;
- Ўлчашлар маълумотлари — маълумотлар ўлчашлар билан боғлиқ бўлади;

нинг айримлари, масалан, горизонтал ва вертикал тумотларга эга бўлмаслигини назарда тутиш керак маълумотларини экспорт қилиш учун **File** менюсидан **Channels** бўлимлари танланади. Канал маълумотларини график интерфейси билан биргаликда экспорт қилиш аниқ мисолда кўрсатилган фойдаланувчининг графикаси горизонтал ва вертикал масштабларга эга бўлган ва иккита математик каналлардаги маълумотларнинг муносилини MATLAB ишчи соҳасига матрица кўриштирилиши учун соҳаланган. Маълумотларни ишчи соҳадан тасвирлашда c0, c1, c2 ва c3 ўзгарувчилардан фойдаланиш мумкин).



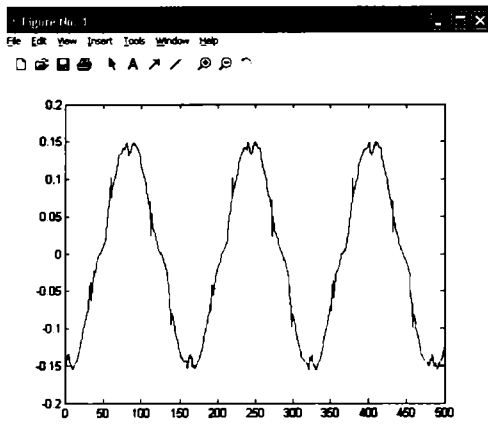
-расм. График интерфейси маълумотларни ишчи соҳага экспорт қилиш учун соҳаланган

ва кейин Close тугмаларини босиб маълумотларни ишчи соҳасига сақланади. Маълумотлар сақланганлигини текшириш мумкин. Буни учун MATLAB нинг command window командасини термиз ва Enter ни босиб маълумотларни ишчи соҳадан тасвирлаш (факт уларнинг бошланган):

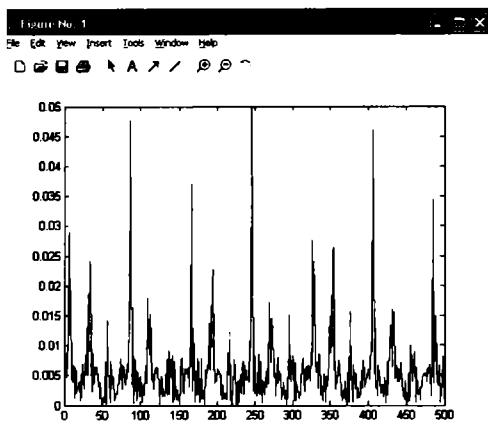
```
ns 1 through 6
0 -0.1418 -0.1368 -0.1406 -0.1340 -0.1423
ns 7 through 12
```

.88 -0.1474 -0.1545 -0.1537 -0.1503
through 18
-60 -0.1449 -0.1427 -0.1393 -0.1353
through 24 ...

га ўхшаш равишда бошқа ўзгару
лкин. Сақланган маълумотларнинг о
арга мос келишини текшириб кўриш
уриб кўришимиз ҳам мумкин:



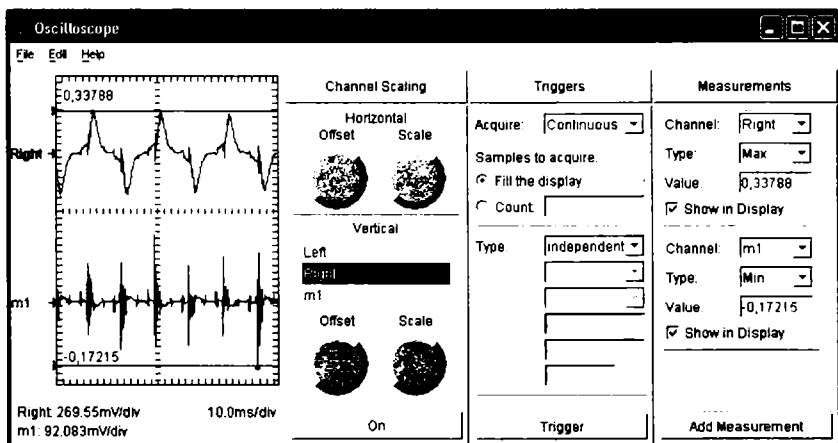
асм. Сақланган маълумотларнинг графиги (с3)



асм. Сақланган маълумотларнинг графиги (с3)

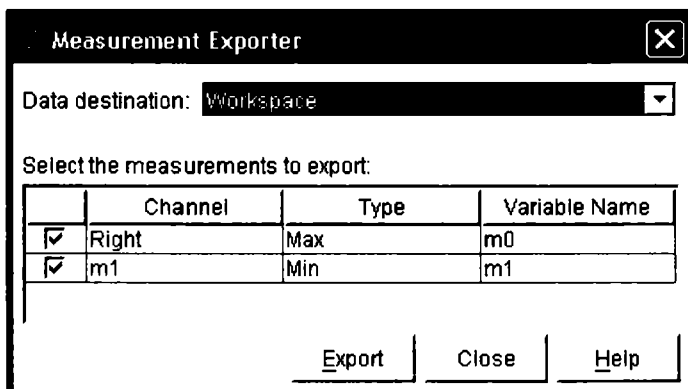
Ўлчаш маълумотларини экспорт қилиш учун **File->Export->Measurement** танланади.

Куйидаги 17.35-расмда **Right** каналдаги сигналнинг максимал қиймати ва **m1** математик каналдаги сигналнинг минимал қиймати ўлчанган.



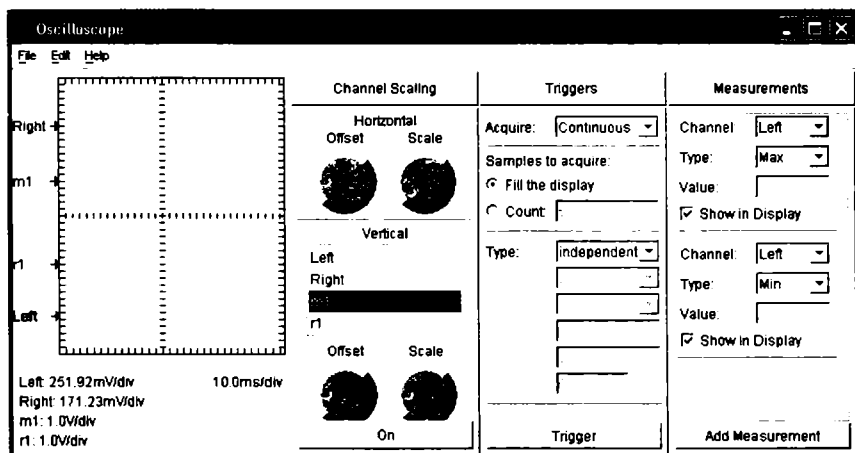
17.35-расм. Ўлчанган маълумотлар

Ўлчанган қийматларни ишчи соҳага экспорт қиламиз. Бунинг учун юқорида айтилганидек **File->Export->Measurement** танланади ва ҳосил бўлган **Measurement Exporter** ойнасида **Export** тугмасини босамиз. Бу ерда **Right** каналдаги сигналнинг максимал қиймати **m0** ўзгарувчига ва ва **m1** математик каналдаги сигналнинг минимал қиймати **m1** ўзгарувчига тақдим қилинганлигини кўриш мумкин (17.36-расм).



17.36-расм. Ўлчанган қийматларни ишчи соҳага экспорт қилиш

Softscore файл сақланаётганда si кенгайтмаси кўрсатилса осциллографнинг кўриниши сақланади:



17.38-расм. Softscore файлда сақланган осциллографнинг кўриниши

17.10. Компьютер параллел портидаги чиқиш сигналларини овоз картасининг киришидаги сигналлар билан боғлаш

Компьютер параллел портидаги чиқиш сигналларини овоз картасининг киришидаги сигналлар билан боғлаш мумкин. Масалан, қуйидаги дастур кириш сигналининг 240-қиймати нолдан кичик бўлганда параллел портнинг 4-линиясидаги чиқиш сигналининг мантиқий қиймати нолга, акс ҳолда бирга тенг бўлишини таъминлайди.

```
d=data(240)
d =
0.2777
dio = digitalio('parallel','LPT1');
addline(dio,0:7,'out');
if d<0
putvalue(dio.Line(4),0)
else
putvalue(dio.Line(4),1)
end

ChiqishSignal1 = getvalue(dio.Line(4))
ChiqishSignal1 =
1
```

Юқорида келтирилган овоз картаси ва параллел портдан фойдаланиш дастурининг m-файл кўринишидаги тўлиқ матни куйидагича:

```
openDAQ = daqfind;
for i = 1:length(openDAQ),
stop(openDAQ(i));
end
ai = analoginput('winsound');
addchannel(ai, [1 2]);
set(ai, 'SampleRate', 10000);
set(ai, 'SamplesPerTrigger', 300);
set(ai, 'TriggerType', 'immediate');

start(ai);
[data,time] = getdata(ai);
size(data)
plot(time,data);
zoom on;
title('Bevosita (Immediate) Trigger');
xlabel('Nisbiy vaqt sekundlarda');
ylabel('Kuchlanish voltlarda');
d=data(240)
dio = digitalio('parallel','LPT1');
addline(dio,0:7,'out');
if d<0
putvalue(dio.Line(4),0)
else
putvalue(dio.Line(4),1)
end

ChiqishSignal1 = getvalue(dio.Line(4))
```

18. MATLAB-7 ДАГИ ЎЗГАРИШЛАР

MATLAB-7 да ишчи муҳит ва ундаги компонентларнинг имкониятлари кенгайтирилган. Бир неча файллар ва график ойналар билан бир вақтда ишлаш анча қулайлашган. М-файлларни таҳрирлаш ойнаси, график ойна ва ўзгарувчилар браузер ишчи соҳага жойлаштирилиши мумкин. Ишчи соҳанинг кўринишини хотирада сақлаш ва кейинги иш сеансида уни қайта тиклаш мумкин. Массивлар таҳрирлагичи ва ўзгарувчилар браузер инди маълумотларни визуаллаштириш воситаларига эга.

График воситалар қисман ўзгартирилган. Графиклар таҳрирлагичи ўрнини маълумотларни визуаллаштириш учун хизмат қилувчи инте-

рактив муҳит эгаллаган. У график функцияларга мурожаат қилишни талаб қилмайди. Ушбу муҳит графикларни таҳрир қилиш учун қатор компонентларга эга. Графикларда математик формулаларни LaTeX форматида ёзиш мумкин. Бундан ташқари графикларга янги объектларни, масалан, ёзувлар, геометрик фигуралар ва ҳар хил турдаги стрелкаларни киритиш мумкин. Ушбу изоҳ берувчи объектларни маълум координаталарга эга бўлган нукта билан боғлаб қўйиш мумкин. Улар масштаб ўзгарганда ҳам ўз ҳолатини ўзгартирмайди (координаталари ўзгармайди).

График объектларнинг таркиби қисман ўзгартирилган. Унга объектлар тўплами устида бир турдаги амалларни бажаришни осонлаштирувчи объект-гуруҳлар қўшилган.

Иловаларни дастурлаш ва созлаш жараёнида код анализатори M-Lint алгоритмининг ишлашини тезлаштириш ва хотирадан фойдаланишни оптималлашнинг эффе́ктив усулларини кўрсатиб бериши мумкин. M-файллар таҳрирлагичи шартли тўхташ нуктаси билан таъминланган.

M-файллар билан ишлашнинг янгича усули таклиф қилинган — командалар блоклари ячейкалар бўлиб, керакли кетма-кетликда бажарилиши ва иш натижаларини MS Word, MS Power Point, HTML ёки LaTeX каби кенг тарқалган форматлардан бирида, автоматик тарзда ҳосил қилинадиган ҳисобот кўринишида сақлаш мумкин.

Визуал дастурлаш муҳитига янги объектлар, масалан улаб-узгичлар ва улар билан ишлашни соддалаштирувчи панел киритилган. График интерфейсга эга бўлган иловалар ActiveX-компонентларидан ҳам фойдаланиши мумкин.

MATLAB даги янгиликлар тўғрисидаги батафсил маълумотни Math Works компаниясининг сайтидан (<http://www.mathworks.com>) олиш мумкин. MATLAB пакетини такомиллаштириш ва унинг дастурий таъминоти билан Math Works компаниясининг 1000 дан ортиқ ходимлари шуғулланади.

Ҳозирги вақтда (2005 йилгача бўлган маълумот) MATLAB пакетининг қуйидаги версиялари мавжуд:

1. MATLAB 5 — декабр 1996 й.
2. MATLAB 5.1 — май 1997 й.
3. MATLAB 5.3 (Release 11, R11) — январ 1999 й.
4. MATLAB 6.0 (R12) — ноябр 2000 й.
5. MATLAB 6.1 (R12.1) — июн 2001 й.
6. MATLAB 6.5 (R13) — июн 2002 й.
7. MATLAB 6.51 (R13SP1) — август 2003 й.

8. MATLAB 7.0 (R14) — июн 2004 й.

MATLAB 7 да аввалги версияларга нисбатан қуйидаги янгиликлар мавжуд:

- 12 янги компонент қўшилган ва аввалги версиялардаги кўпчилик компонентларнинг функционал имкониятлари кенгайтирилган;
- аввалги версиялардаги 28 та компонент жиддий янгиланган;
- MATLAB муҳитининг интерфейси кескин ўзгартирилган;
- график ойналарни бошқариш имкониятлари кенгайтирилган;
- аниқланган хатоликлар тузатилган.

Янгиликлар ва тузатишларнинг тўла рўйхати 274 бетдан иборат бўлган «MATLAB 7.0 Release Notes» ҳужжатида келтирилган.

MATLAB 7 пакети билан ишлаш учун компьютер ва дастурий таъминотга қуйидаги талаблар қўйилади:

- Pentium 3, Pentium 4, Pentium M, Xeon, AMD Athlon, Athlon XP ёки Athlon MP процессорига эга бўлган компьютер;
- операцион система Microsoft Windows XP, Windows NT 4.0 (Service Pack 5 ёки 6) ёки Windows 2000 (Service Pack 3 ёки 4) бўлиши керак;
- камида 256 Мбайт оператив хотира (512 Мбайт бўлиши мақсадга мувофиқ);
- ўртача комплектациядаги MATLAB винчестерда 1 Гбайт жойни эгаллайди;
- MATLAB Notebook нинг ишлаши учун Microsoft Word (Office 2000 ёки Office XP таркибида).

Хусусий тех-файлларни генерация қилиш учун қуйидаги трансляторлардан бири бўлиши керак:

- Compaq Visual Fortran (5.0, 6.1 ёки 6.5 версияси);
- Microsoft Visual C/C++ (5.0, 6.0 ёки 7.0 версияси);
- Borland C/C++ (5.0 ёки 5.02 версияси);
- Borland C++Builder (3.0, 4.0, 5.0 ёки 6.0 версияси);
- WATCOM (10.6 ёки 11 версияси);
- LCC 2.4 (MATLAB билан боғланган).

Online-ҳужжатларни ўқиш учун Netscape Navigator (4.0 ёки undan юқори версияси) ёки Microsoft Internet Explorer (4.0 ёки undan юқори версияси), Adobe Acrobat Reader (3.0 ёки undan юқори версияси).

MATLAB тизими асосий кенгайтмаси Simulink билан биргаликда фойдаланувчиларга етказиб берилади. Simulink имитацион моделларни визуал-йўналтирилган тарзда тайёрлаш ва бажариш имкониятини беради. MATLAB+ Simulink тизимининг тўла таркиби 18.1-расмда кўрсатилган.

- **MATLAB Compiler**
- **MATLAB C/C++
Math Libraries**
- **MATLAB Web Server**
- **MATLAB Report
Generator**

Toolboxes

- **Control System**
- **Communication**
- **Database**
- **Financial**
- **Frequency Domain
System Identification**
- **Fuzzy Logic**
- **Higher Order Spectral
Analysis**
- **Image Processing**
- **LMI Control**
- **Model Predictive Control**
- **μ -Analysis and
Synthesis**
- **NAG[®] Foundation**
- **Neural Network**
- **Optimization**
- **Partial Differential
Equation**
- **QFT Control Design**
- **Robust Control**
- **Signal Processing**
- **Spline**
- **Statistics**
- **Symbolic Math**
- **System Identification**
- **Wavelet**

MATLAB 7 версияси қўшимча компонентларининг тўла рўйхати 8.1-жадвалда келтирилган. Биринчи устунда * симболи билан аввал-и версияларидагига нисбатан жиддий такомиллаштирилган компонентлар кўрсатилган, янги қўшилган компонентлар эса ** симболи билан белгиланган.

18.1-жадвал

№	MATLAB компоненти	Вазифаси
1*	Simulink, ver 6.0	Динамик системаларни моделлаш ва таҳлил қилиш
2	Aerospace Blockset, ver 1.6	Учиш аппаратлари, ракета-лар ва ҳаракатлан-тирувчи мосламаларни моделлаш (Simulink асо-сида)
3**	Bioinformatics Tool- box, ver 1.1	Биология ва генетикада тажриба маълумотларини таҳлил қилишнинг математик усуллари
4	COMA Reference Blockset, ver M.i	IS-95A (code division multiple access, CDMA) стан-дарти бўйича симсиз коммуникация системаларини лойиҳалаш ва моделлаш
5*	Blockset, ver 3.0	Communications Toolbox учун функциялар библио-текаси (модуляция, кодлаш, декодлаш)
6*	Communications Tool- box, ver 3.0	Коммуникацион тизимларни ишлаб чиқиш ва уларни реал вақт масштабида моделлаш
7	Control System Tool- box, ver 6.0	Тесқари боғланишли автоматик ростлаш тизимла-рини моделлаш, таҳлил қилиш ва лойиҳалаш
8	Curve Fitting Toolbox, ver 1.1.1	Тажриба маълумотларини қайта ишлаш (аппрокси-мация, текислаш, интерполяция, экстраполяция)
9	Data Acquisition Toolbox, ver 2.5	Компьютерга уланган ўлчаш комплексларини қўллаб қувватлаш учун муҳит. Аналог ва рақамли ост тизимлар (рақамли аналог ўзгартиришларни ҳам ўз ичига олиши мумкин) билан маълумот алмашишни ташкил қилиш.
10*	Database Toolbox, ver 3.0	Маълумотлар базасида сақланаётган ахборотни таҳлил қилиш ва визуаллаш. Маълумотларни SQL тилидаги сўровлардан фойдаланиб танлаш
11	Datafeed Toolbox, ver 1.5	Молиявий маълумотлар серверлари билан алоқани ташкил қилиш
12	Dials & Gauges Block-set, ver 1.2	Бошқариш панелларини шакллантириш учун хар хил турдаги шкалалар ва ўлчов приборларига эга бўлган график примитивлар библиотекаси
13	Embedded Target Infineon C166 Micro- controllers, ver 1.1	C166 турдаги микроконтроллерлар асосида ўлчов-бошқарув комплексларини лойиҳалаш ва модел-лаш

14	Embedded Target for Motorola HC12,ver1.1	Motorola фирмасининг микроконтроллерлари асосида ўлчов-бошқарув комплексларини лойиҳалаш ва моделлаш
15*	Embedded Target tot Motorola MPC555. ver 2.0	Motorola фирмасининг микроконтроллерлари асосида ўлчов-бошқарув комплексларини лойиҳалаш ва моделлаш
16	Embedded Target for OSEC/VDX, veM.1	OSEC/VDX турдаги микроконтроллерлар асосида ўлчов-бошқарув комплексларини лойиҳалаш ва моделлаш
17**	Embedded Target for Texas Instruments C2000DSP, ver 1.0	Texas Instruments фирмасининг микроконтроллерлари асосида ўлчов-бошқарув комплексларини лойиҳалаш ва моделлаш
18*	Embedded Target for Texas Instruments C6000DSP, ver2.1	Texas Instruments фирмасининг микроконтроллерлари асосида ўлчов-бошқарув комплексларини лойиҳалаш ва моделлаш
19	Excel Link, ver 2.2	MATLAB функциялари ва Microsoft Excel электрон жадваллари орасида ўзаро алоқани ташкил қилиш
20	Extended Symbolic Math, ver 3.1	Аналитик ҳисоблашларнинг кенгайтирилган пакети
21**	Filter Design HDL Coder, ver 1.0	Рақамли филтрларда HDL-кодлаш
22*	Filter Design Toolbox, ver 3.0	Рақамли филтрларни лойиҳалаш ва имитация ҳамда таҳлил қилиш
23*	Financial Derivatives Toolbox, ver 3.0	Фоизли ставкалар, молиявий ҳосилалар ва таваккалларни таҳлил қилиш ва визуаллаш
24	Financial Time Sries Toolbox, ver 2.1	Молиявий бозор маълумотларини вақт бўйича қаторлар усули билан таҳлил қилиш
25	Financial Toolbox, ver 2.4	Молиявий бошқарув масалаларини ечиш ва таҳлил натижаларини график кўринишда тақдим қилиш учун интеграллаштирилган муҳит
26	Fixed-Income Toolbox, ver 1.0.1	Фиксация қилинган фойдани башорат қилиш.
27**	Fixed Point Toolbox, ver 1.0	Ностандарт форматдаги сонлар устида амаллар бажариш
28	Fuzzy Logic Toolbox, ver 2.1.3	«Норавшан мантик» аппарати асосида тизимларни моделлаш ва таҳлил қилиш
29	GARCH Toolbox, ver 2.0.1	Бир ўлчамли GARCH-моделлар (General Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) ёрдамида молиявий бозорларнинг ўзгарувчанлигини таҳлил қилиш

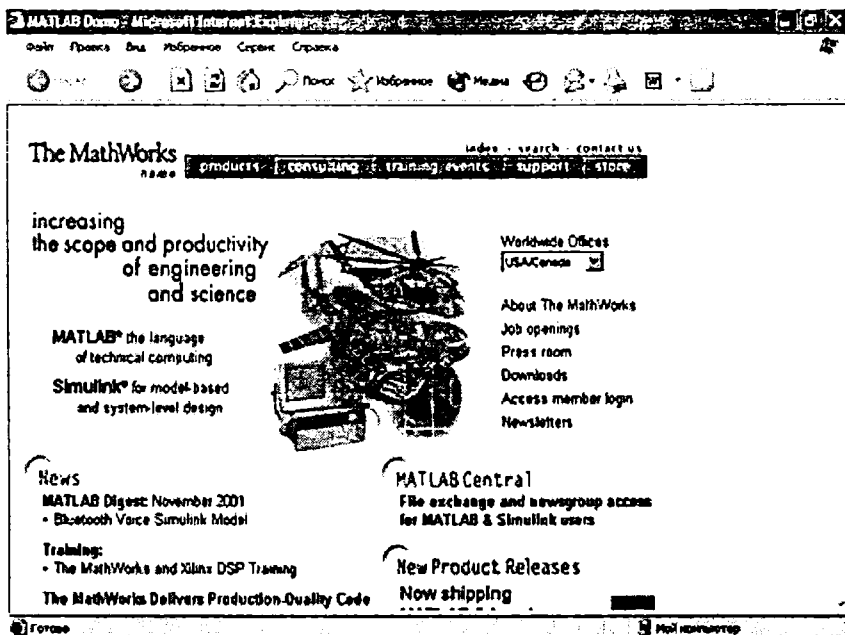
30**	Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox, ver 1.0.1	Генетик алгоритм ва тўғридан-тўғри излаш
31	Image Acquisition Toolbox, ver 1.5	График маълумотларни ўзаро алмаштиришни ташкил қилиш
32	Image Processing Toolbox, ver 3.2	Тасвирларни қайта ишлаш (таҳлил қилиш, филтрлаш, икки ўлчамли ўзгартиришлар, тиклаш ва х.к.)
33*	Instrument Control Toolbox, ver 2,9	IEEE-488, GPIB, VISA протоколлари форматада ташқи приборлар билан маълумотлар ва бошқарувчи сигналлар алмашинувини амалга ошириш
34	LMI Control Toolbox, ver 1.0.9	Чизикли матрицавий тенгсизликлар (Linear Matrix Inequality, LMI) билан тавсифланувчи тизимларни моделлаш ва таҳлил қилиш
35	Link for Code Composer Studio, ver 1.3.1	MATLAB билан Texas Instruments фирмасининг интеграллаштирилган ишлаб чиқиш мухити (IDE) орасидаги боғланишни ташкил қилиш (Code Composer Studio, CCS)
36**	Link for ModelSim vet 1.1.1	MATLAB билан ModelSim (каттик қобикли моделлаш) орасидаги боғланишни ташкил қилиш
37	MATLAB Builder for COM, veil.1	MATLAB лойиҳаларини COM-объектларга айлантирувчи компилятор
38	MATLAB Builder for Excel, ver 1.2	MATLAB дастурларини Excel модулларига конвертация қилиш
39*	MATLAB Compiler, ver 4.0	m-файлларни C, C++ кодларига айлантирувчи компилятор
40*	MATLAB Report Generator, ver 2.0	Ҳар хил форматларда (RTF, HTML, XML, SGML) хисоботлар яратиш
41	MATLAB Web Server, ver 1.2.3	Интернет фойдаланувчиларига MATLAB-иловаларини серверда бажариш имкониятини берувчи Web-сервер сервис
42*	Mapping Toolbox, ver 2.0.2	Жойларнинг хариталарини рақамли қайта ишлаш ва визуаллаш
43*	Model Predictive Control Toolbox, ver 2.0	Кириш ва чиқиш маълумотлари катта миқдорда бўлган мураккаб тизимларни таҳлил қилиш ва бошқариш
44	Model-Based Calibration Toolbox, ver 2.1	Тажрибаларни лойиҳалаш, статистик моделлаш ва мураккаб тизимларни калибрлаш (бир ўлчамга келтириш)
45	Mu-Analysisand Synthesis Toolbox, ver 3,0.8	Юқори тартибли тургун чизикли бошқариш тизимларини таҳлил ва синтез қилишнинг замонавий усуллари

46	Neural Network Toolbox, ver 4.0.3	Кийин формализацияланувчи масалаларни ечиш учун суный нейрон тармоқларни қўллаш
47**	OPC Toolbox, ver 1.0	Реал вақт тизимларида (OLE for Process Control, OPC) маълумотларни алмашиш учун саноат стандартларини қўллаб қувватлаш.
48*	Optimization Toolbox, ver3.0	Чекланишларга эга бўлган кўп ўзгарувчили функцияларнинг экстремумларини излаш, чизикли бўлмаган тенгнамаларни ечиш
49	Partial Differential Equation Toolbox, ver 1.0.5	Хусусий ҳосилалар дифференциал тенгнамалар системаларининг ечимларини излаш ва визуаллаш
50**	RF Blockset, ver1.0	Симсиз алоқа тизимларини моделлаш ва тадқиқ қилиш
51**	RF Toolbox, ver 1.0	Симсиз алоқа тизимларини моделлаш ва тадқиқ қилиш
52	Real-Time Windows Target, ver 2.5	Интерфейси Simulink услубида бўлган моделларни яратиш ва уларни реал вақт режимида бошқариш
53*	Real-Time Workshop, ver 6.0	Simulink блокли диаграммалари асосида кенгайтирилган C-форматдаги дастурларни ҳосил қилиш
54*	Real-Time Workshop Embedded Coder, ver 4.0	Real-Time Workshop пакети ёрдамида тайёрланган дастурларни хотирадан фойдаланиш, ишлаш тезлиги ва коднинг ўқилиши қулайлиги бўйича оптималлаш
55	Robust Control Toolbox, ver 2.0.10	Эҳтимоллий таъсирларга турғун бўлган бошқариш тизимларини анализ ва синтез қилиш
56*	Signal Processing Blockset, ver 6.0	Simulink библиотекалари, сигналларни рақамли кўринишда қайта ишлаш тизимларини лойиҳалаш ва моделлашга мўлжалланган. Аввалги версиялардаги номи — DSP Block-set (Digital Signal Processing, DSP)
57	Signal Processing Toolbox, ver 6.0	Рақамли ва аналог сигналларни қайта ишлаш
58	SimMechanics, ver 2.2	Simulink аппарати асосида каттик қобикли механик тизимларни моделлаш
59	SimPowerSystems, ver 3.1	Simulink аппарати асосида электр куч тизимларини моделлаш
60	Simulink Accelerator, ver 6.0	Simulink муҳитида тайёрланган дастурларнинг унумдорлигини орттириш
61**	Simulink Control Design, ver 1.0	Simulink муҳитида моделларни куриш жараёнини бошқариш
62*	Simulink Fixed Point, ver 1.0	Simulink муҳитида яқка қатлам аниқликдаги ҳисобларни таъминлаш (аввалги номи Fixed-Point Blockset)

63**	Simulink Parameter Estimation, ver 1.0	Simulink мухитида моделларнинг параметрларини танлаб олиш
64*	Simulink Report Generator, ver 2.0	Simulink пакети моделлари ва маълумотларни ўз ичига олган ҳисоботларни яратиш
65*	Simulink Response Optimization, ver 2.0	Ночизикли чекланишларга эга бўлган автоматик ростлаш тизимларини лойиҳалаш, имитация ва анализ қилиш (аввалги номи Nonlinear Control Design Blockset)
66**	Simulink Verification and Validation, ver 1.0	Simulink мухитида моделларнинг тўғри қўлланилиши ва қўлланилиши мумкинлигини назорат қилиш
67	Spline Toolbox, ver 3.2.1	Сплайн-аппроксимация учун процедуралар библиотекаси
68*	Stateflow, ver 6.0	Чекли автоматлар назарияси асосида ҳодисалар билан бошқарилувчи тизимларни моделлаш
69*	Stateflow Coder, ver 6.0	Stateflow моделлари асосида тузилган дастурларни оптималлаш
70*	Statistics Toolbox, ver 5.0	Эҳтимолий таҳлил методларининг тўплами ва статистик тадқиқот натижаларини визуаллаш
71	Symbolic Math Toolbox, ver 3.1	Maple пакети ядроси асосида символли ҳисоблашлар
72*	System Identification Toolbox., ver 6.0.1	Кириш ва чиқиш сигналларини таҳлил қилиш асосида тизимларни идентификация қилиш (математик моделини олиш)
73*	Virtual Reality Toolbox, ver 4,0	VRML (Virtual Reality Modeling Language) тили асосида уч ўлчамли виртуал реаллик кўринишларини яратиш
74*	Wavelet Toolbox, ver 3.0	Ҳар хил кўринишдаги сигнал ва тасвирларни анализ ва синтез қилиш учун узлуксиз «дискрет вейвлет-ўзгартиришлар»
75	xPC Target, ver 2.5 xPC Target Embedded Option, ver 2.5	Компьютернинг автоном режимида ёки унинг сервер билан боғлиқлигида реал вақт тизимларини моделлаш ва тестлаш

19. МАТЛАВ ИНТЕРНЕТДА

МАТЛАВ пакетларини ишлаб чиқувчи Mathworks компанияси ўз аҳсулотларини информацион қўлаб-қувватлашни амалга оширади. Узлуксиз янгиланиб турувчи MathWorks фирмаси web-сайтнинг (www.mathworks.com) бош саҳифаси 19.1-расмда келтирилган.



19.1-расм. MathWorks фирмаси web-сайтнинг бош саҳифаси

Ушбу сайтда ўз маҳсулотларини реклама қилишдан ташқари фирма ишлаб чиқарган дастурий маҳсулотларнинг тавсифлари, янгиликлар, иш тўғрисида эълонлар ва бошқа кўплаб ахборотлар келтирилган.

Mathworks фирмаси ўз маҳсулотларини синаш учун бериши мумкин. Бунинг учун кўрсатилган анкетани тўлдириш ва зарур маҳсулотни танлаш етарли. Кейин анкетада кўрсатилган адресга парол юборилади. Ушбу паролдан фойдаланиб керакли дастурий маҳсулот ва уни ўрнатиш учун зарур файллар Интернет орқали олиниши ва ундан бир ой давомида бепул фойдаланиш мумкин. Ҳар қандай фойдаланувчи PDF-файллар кўринишидаги MATLAB ҳужжатларининг тўла тўпламини ва инглиз тилидаги мавжуд Toolboxes библиотекаси материалларини бепул олиши мумкин.

Softline компаниясининг сайтида (<http://www.softline.ru>) реклама материалларидан ташқари MATLAB пакетларининг фан ва техника масалаларини ечишда қўлланилиши тўғрисида рус тилидаги мақолаларни топиш мумкин. Exponenta математик сайтида (<http://www.exponenta.ru>) ҳам бошқа математик дастурлар билан бир қаторда MATLAB тизими тўғрисида ҳам кўплаб материаллар тўпланган.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем. СПб.: КОРОНА принт, 2001. 302с.

Герман-Галкин С.Г. Лабораторные работы на ПК. — СПб.: Учитель и ученик, КОРОНА принт, 2002. — 304с.

Герман-Галкин, Г.А. Кардонов. «Электрические машины. Лабораторные работы на ПК». — СПб.: КОРОНА принт, 2003. — 256 с. ил.

Гультяев А.К. Визуальное моделирование в среде MatLab. СПб.: Питер, 2000. — 429 с.

Дьяконов В.П. Matlab 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6 в математике и моделировании. М.: СОЛОН-Пресс, 2005. — 576с.

Дьяконов В.П. Matlab 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6. Основы применения. М.: СОЛОН-Пресс, 2005. — 800с.

Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. MatLab. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник. СПб.: Питер, 2002. 602с.

Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. MatLab 5. Система символьной математики. М.: Нолидж, 2001.

Дьяконов В.П. SIMULINK-4. Специальный справочник. СПб.: Питер, 2002. — 601 с.

Дьяконов В.П. MATLAB 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5. Основы применения. Полное руководство пользователя. СОЛОН-Пресс, 2004.

Дьяконов В.П. MATLAB 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5 в математике и моделировании. СОЛОН-Пресс, 2003.

Карлацук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Лабораторный практикум на базе Electronics Workbench и MATLAB. СОЛОН-Пресс. 2004.

Кривилев А. Основы компьютерной математики с использованием системы MATLAB. Лскс-Книга, 2005.

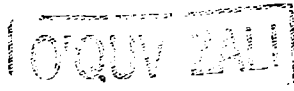
Лазеров Ю. MatLab 5.x. — Киев: Ирина; СПб: BHV, 2000. — 381с.

Потемкин В. Вычисления в среде MATLAB. Диалог-МИФИ. 2004.

Черных И. Simulink: среда создания инженерных приложений. Диалог-МИФИ, 2003.

«Recommended Practice for Excitation System Models for Power System Stability Studies,» IEEE Standard 421.5-1992, August, 1992

IEEE Working Group on Prime Mover and Energy Supply Models for System Dynamic Performance Studies, «Hydraulic Turbine and Turbine Control Models for Dynamic Studies,» IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 7, No. 1, February, 1992, pp. 167-179.



МУНДАРИЖА

Сўз боши	3
1. MATLABнинг имкониятлари	6
1.1. MATLAB версияларининг имкониятлари	6
1.1.1. MATLAB 4.x версиясининг имкониятлари	6
1.1.2. MATLAB 5.x версиясининг имкониятлари	7
1.1.3. MATLAB 6 версиясининг имкониятлари	9
1.2. Бошқа дастурий тизимлар билан интеграциялашуви	11
1.3. Матрицавий амалларга йўналтирилганлиги	11
1.4. Тизимнинг кенгаювчанлиги	12
1.5. Кучли дастурлаш воситалари	13
1.6. MATLABни ишга тушириш ва диалог режимида ишлаш	14
1.7. MATLAB сатр таҳрирлагичининг буйруқлари	16
1.8. Ойнани бошқариш буйруқлари	16
1.9. MATLAB суперкалькулятор ролида	17
1.10. Сессия сатрларини кўчириш	21
2. MATLABнинг асосий объектлари	21
2.1. Математик ифодалар	21
Ҳақиқий ва комплекс сонлар	22
2.2. Константалар ва тизим ўзгарувчилари	23
2.3. Матнли изоҳлар	25
2.4. Ўзгарувчилар ва уларга қийматлар бериш	25
2.5. Ўзгарувчиларнинг аниқланишларини йўқотиш	26
2.6. Операторлар ва функциялар	27
2.7. Икки нукта (:) операторининг қўлланилиши	29
2.8. Хатоликлар ва уларни бартараф қилиш	31
2.9. Сонларнинг форматлари	32
2.10. Векторлар ва матрицаларни шакллантириш	34
2.10.1. Вектор ва матрицаларнинг хусусиятлари	34
2.10.2. Матрицаларни транспонирлаш ва элементларининг йигиндисини ҳисоблаш	36
2.10.3. Матрицаларнинг устунлари ва сатрларини ўчириш	37
3. Ишчи соҳа ва сессия матни бўйича амаллар	38
3.1. Ишчи соҳани дефрагментация қилиш	38
3.2. Сессия ишчи соҳасини сақлаш	38
3.3. Кундалик юритиш	39
3.4. Сессиянинг ишчи соҳасини юклаш	41
3.5. Ҳисоблашларни тўхтатиш	41
3.6. Тизим билан ишлашни тугаллаш	41

4. Маълумотнома ва намуналар билан ишлаш	42
4.1. Командалар сатридан интерактив маълумотнома олиш	42
4.2. Конкрет объект бўйича маълумотнома	42
4.3. Объектлар гуруҳи учун маълумот олиш	43
4.4. Калит сўзлар бўйича маълумотнома.....	43
5. Операторлар ва функциялар.....	44
5.1. Арифметик операторлар ва функциялар	44
5.2. Нисбатлар операторлари ва уларнинг функциялари	45
5.3. Мантикий операторлар	48
5.4. Элементар функциялар	49
5.4.1. Алгебраик ва арифметик функциялар	49
5.4.2. Яхлитлаш ва ишора функциялари.....	51
5.4.3. Math — математик функциялар библиотекаси	52
5.5. Функциялар калькуляторидан фойдаланиш	54
6. Ҳисоблашларни график визуаллаштириш асослари	56
6.1. Бир ўзгарувчилик функцияларнинг графигини куриш	56
6.2. Ягона ойнада бир неча функциянинг графигини куриш	57
6.3. График функция <code>plot</code>	58
6.4. Устунли диаграммалар.....	59
6.5. Уч ўлчамли графикларни куриш.....	59
6.6. Графикларни сичконча ёрдамида айлантириш	60
6.7. Графикларнинг контекст менюси	62
6.8. Икки ўлчамли графикларни тахрирлаш асослари	63
6.8.1. Графикларнинг линияларини форматлаш	63
6.8.2. Таянч нуқталар маркерларини форматлаш	64
6.8.3. Бир неча функция графигининг линия ва маркерларини форматлаш	68
6.8.4. Графикларнинг ўқларини форматлаш	69
6.8.5. Ёзув ва стрелкаларни тўғридан-тўғри графикка қўйиш	71
6.8.6. Графикнинг ўлчамларини ўзгартириш ва легенда	72
6.8.7. График ойнада графикни силжитиш.....	72
6.8.8. График лупани қўллаш	73
6.9. Графикларни тўғри чизик кесмалари ёрдамида куриш	74
6.10. Логарифмик масштабда график куриш	78
6.11. Ярим логарифмик масштабда график куриш.....	80
6.12. Устунли диаграммалар.....	81
6.13. Функция дискрет қийматларининг графиги.....	82
6.14. Векторларнинг графиклари	83
6.15. Титул ёзувини ўрнатиш	84
6.16. Графикнинг ўқларига ёзувларни жойлаштириш.....	84
6.17. Графикнинг исталган жойига матн киритиш.....	85
6.18. Матнни сичконча ёрдамида графикка жойлаштириш	87
6.19. Графикка легенда (тушунтиришлар) киритиш	87
6.20. График ўқларининг хусусиятларини бошқариш.....	89
6.21. Тўр (сетка)ни улаш ва узатиш	91
6.22. Графикларни устма-уст қўйиш.....	92
6.23. График ойнани қисмларга бўлиш	93
6.24. Графикнинг масштабини ўзгартириш.....	94

7.	Сонли усуллар	96
7.1.	Чизикли тенгламалар системасини ечишнинг элементар воситалари	96
7.2.	Бир ўзгарувчи функциясининг нолларини ҳисоблаш	98
7.3.	Бир ўзгарувчи функцияни минималлаштириш	101
7.4.	Бир неча ўзгарувчининг функциясини минималлаштириш	102
7.5.	Ҳосилани аппроксимациялаш	103
7.5.1.	Лапласианни аппроксимациялаш	103
7.5.2.	Ҳосилани чекли айирмалар билан аппроксимациялаш	105
7.6.	Сонли интеграллаш	106
7.7.	Оддий дифференциал тенгламаларни ечиш	107
7.8.	Оддий дифференциал тенгламаларнинг ечгичлари	108
7.9.	Оддий дифференциал тенгламаларнинг ечгичларидан фойдаланиш	109
8.	MATLAB тизимида дастурлаш асослари	112
8.1.	Дастурлашнинг асосий воситалари	112
8.2.	Маълумотларнинг асосий турлари	112
8.3.	Дастурлаш турлари	113
8.4.	MATLAB тизимида операторлар, командалар ва функцияларнинг икки томонламалиги	114
8.5.	Айрим чекланишлар	115
8.6.	Сценария ва функцияларнинг m-файллари	115
8.7.	Функцияларда ўзгарувчилар статуси	117
8.8.	m-файл-функциянинг таркиби	119
8.9.	Остфункцияларнинг ишлатилиши	121
8.10.	Хатоликларни қайта ишлаш	121
8.11.	Аргументларнинг сони ўзгарувчи функциялар	123
8.12.	Диалогли киритиш	125
8.13.	Шартли оператор if	126
8.14.	For...end цикли	127
8.15.	Улаб-узгичнинг конструкцияси	128
8.16.	Ҳисоблашларда паузалар (тўхталишлар) ҳосил қилиш	129
8.17.	C ва Fortran тиллари учун кодларни ҳосил қилиш	131
8.17.1.	C тили учун кодларни ҳосил қилиш	131
8.17.2.	Fortran тили учун кодларни ҳосил қилиш	133
9.	Notebook	134
9.1.	Notebook асослари	134
9.2.	Notebook конфигурациясини танлаш ва уни ўрнатиш	134
9.3.	M-Book ҳосил қилиш	135
9.4.	Мавжуд M-Bookни очиш	137
9.5.	Word ҳужжатни M-Book ҳужжатга айлантириш	137
9.6.	MATLAB буйруқларини M-Bookга киритиш	138
9.7.	Маълумотларнинг бир-бирига мослигини таъминлаш	139
9.9.	Цикллардан фойдаланиш	140
9.10.	Чиқариш ячейкасини ўчириб ташлаш	142
9.11.	M-bookдаги бўш сатрларни йўқотиш	142
9.12.	M-book графикларининг ўлчамларини ўзгартириш	143
9.13.	Notebookдан фойдаланишга мисоллар	145
9.13.1.	Дифференциал тенгламани ode23 ечгич ёрдамида ечиш	145

9.13.2. Дифференциал тенгламани ode45 ечгич ёрдамида ечиш.....	146
9.13.3. Ечимларнинг фазавий графиклари.....	147
9.14. Функцияларни минималлаш.....	148
9.14.1. Бир ўзгарувчили функцияларни минималлаш.....	148
9.14.2. Бир неча ўзгарувчили функциянинг минимумини аниқлаш.....	153
10. Control System Toolbox-автоматик бошқариш тизимларини моделлаш.....	155
10.1. Чизикли тизимларнинг моделлари.....	155
10.2. Шақланган режимдаги кучайтириш коэффициенти.....	158
10.3. Импульс характеристика.....	159
10.4. Ўтиш характеристикаси.....	160
10.5. Частотавий характеристика.....	161
10.6. Кутблар ва нуллар.....	164
10.7. LTI-Viewer модулидан фойдаланиш.....	166
11. Simulink пакети.....	170
11.1. Simulink.....	170
11.2. Simulinkни ишга тушириш.....	171
11.3. Simulink библиотекаси бўлимлари.....	173
11.4. Модел яратиш.....	173
11.5. Модел ойнаси.....	176
11.6. Блоклар билан амаллар.....	178
11.7. Объектларни форматлаш.....	181
11.8. Ҳисоблаш параметрларини ўрнатиш ва уни бажариш.....	182
11.9. Жараёнларни кузатиш ва қайд қилиш учун виртуал приборлар библиотекаси (Sinks).....	185
11.10. Ночизикли блоклар библиотекаси Nonlinear (Discontinuities).....	191
11.11. Сигналлар манбаларининг библиотекаси (Sources).....	193
11.12. Subsystem — ост тизимлар.....	194
11.12.1. Виртуал ва монолит ост тизимлар (Subsystem ва Atomic Subsystem).....	197
11.12.2. Сигналнинг сатҳи бўйича бошқарилувчи ост тизим Enabled Subsystem.....	197
11.12.3. Сигнал fronti билан бошқарилувчи ост тизим Triggered Subsystem.....	199
11.12.4. Сигналнинг сатҳи ва fronti билан бошқарилувчи ост тизим Enabled and Triggered Subsystem.....	201
11.12.5. S-функция билан бошқариладиган ост тизим Function-call subsystem.....	201
11.12.6. Шартли оператор блоқи If.....	202
11.12.7. Улаб-узгич блоқи Switch Case.....	204
12. Simulink библиотекаларининг блоклари.....	205
12.1. Sources — сигналлар манбалари.....	205
12.1.1. Ўзгармас сигнал манбаси Constant.....	205
12.1.2. Синусоидал сигнал манбаси Sine Wave.....	206
12.1.2.1. Узлуксиз тизимлар учун чиқиш сигналини жорий вақт бўйича шақлантириш.....	206
12.1.2.2. Дискрет тизимлар учун чиқиш сигналини вақтнинг жорий қиймати бўйича шақлантириш.....	207

12.1.2.3. Чикиш сигнаlines модел ваќти ва битта даврдаги хисобий кадамлар сони бўйича шакллангириш.....	207
12.1.3. Чизикли ўзгарувчи таъсир манбаси Ramp.....	208
12.1.4. Погонали сигнал генератори Step.....	209
12.1.5. Сигналлар генератори Signal Generator.....	210
12.1.6. Текис тақсимланган тасодифий сигналлар манбаси Uniform Random Number.....	211
12.1.7. Нормал тақсимланган тасодифий сигналлар манбаси Random Number.....	212
12.1.8. Импульс сигнал манбаси Pulse Generator.....	212
12.1.9. Чизикли ўзгарадиган частота генератори Chirp Generator.....	213
12.1.10. Оқ шовкин генератори Band-Limited White Noise.....	214
12.1.11. Ваќт бўйича сигнал манбаси Clock.....	215
12.1.12. Раќамли ваќт сигнаlinesнинг манбаси Digital Clock.....	216
12.1.13. Маълумотларни файдан ўқиш блоки From File.....	216
12.1.14. Маълумотларни ишчи сохадан ўқиш блоки From Workspace.....	217
12.1.15. Нол сатҳли сигнал блоки Ground.....	218
12.1.16. Даврий сигнал блоки Repeating Sequence.....	219
12.2. Sinks — приборлар (сигнал қабул килгичлар).....	221
12.2.1. Осциллограф Scope.....	221
12.2.2. Осциллограф Floating Scope.....	226
12.2.3. Граф кургич XY Graph.....	227
12.2.4. Раќамли дисплей Display.....	229
12.2.5. Моделлашни тўхтатиш блоки Stop Simulation.....	230
12.2.6. Маълумотларни файлда сақлаш блоки To File.....	231
12.2.7. Маълумотларни ишчи сохада сақлаш блоки To Workspace.....	232
12.2.8. Terminator блоки.....	234
12.3. Continuous — аналог блоклар.....	234
12.3.1. Ҳосилани ҳисоблаш блоки Derivative.....	234
12.3.2. Интегралловчи блок Integrator.....	236
12.3.3. Memory блоки.....	240
12.3.4. Узатиш функциясининг блоки Transfer Fcn.....	241
12.3.5. Узатиш функцияси блоки Zero-Pole.....	243
12.3.6. Динамик объект моделининг блоки State-Space.....	244
12.4. Discrete — дискрет блоклар.....	246
12.4.1. Дискрет кечиктириш блоки Unit Delay.....	246
12.4.2. Нолинчи тартибли экстраполятор блоки Zero-Order Hold.....	246
12.4.3. Биринчи тартибли экстраполятор блоки First-Order Hold.....	248
12.4.4. Дискрет интегратор блоки Discrete-Time Integrator.....	248
12.4.5. Дискрет узатиш функцияси блоки Discrete Transfer Fcn.....	250
12.4.6. Дискрет узатиш функцияси блоки Discrete Zero-Pole.....	251
12.4.7. Дискрет филътр блоки Discrete Filter.....	252
12.4.8. Динамик объект моделининг блоки Discrete State-Space.....	253
12.5. Nonlinear — ночизикли блоклар.....	255
12.5.1. Чеклаш блоки Saturation.....	255
12.5.2. Сызмаслик зонасига эга бўлган блок Dead Zone.....	255
12.5.3. Релели блок Relay.....	257

12.5.4. Сатх бўйича квантлаш блоқи Quantizer.....	258
12.5.5. Люфт блоқи Backlash.....	258
12.5.6. Улаб узгич блоқи Switch.....	259
12.5.7. Кўп киришли улаб узгич блоқи Multiport Switch.....	260
12.5.10. Улаб узгич блоқи Manual Switch.....	262
12.6. Math — математик амаллар блоклари.....	262
12.6.1. Модулни ҳисоблаш блоқи Блок Abs.....	262
12.6.2. Йигиндини ҳисоблаш блоқи Sum.....	264
12.6.3. Кўпайтириш блоқи Product.....	264
12.6.4. Сигналнинг ишорасини аниқлаш блоқи Sign.....	267
12.6.5. Кучайтиргичлар Gain ва Matrix Gain.....	267
12.6.6. Ползунокли регулятор Slider Gain.....	270
12.6.7. Скаляр кўпайтириш блоқи Dot Product.....	270
12.6.8. Математик функцияларни ҳисоблаш блоқи Math Function.....	271
12.6.9. Тригонометрик функцияларни ҳисоблаш блоқи Trigonometric Function.....	273
12.6.10. Комплекс соннинг ҳақиқий ва (ёки) мавҳум қисмини ҳисоблаш блоқи Complex to Real-Imag.....	274
12.6.11. Комплекс соннинг модули ва (ёки) аргументини ҳисоблаш блоқи Complex to Magnitude-Angle.....	275
12.6.12. Ҳақиқий ва мавҳум қисмига асосан комплекс сонни ҳисоблаш блоқи Real-Imag to Complex.....	276
12.6.13. Комплекс сонни модули ва аргументига асосан ҳисоблаш блоқи Magnitude-Angle to Complex.....	277
12.6.14. Минимал ёки максимал қийматларни аниқлаш блоқи MinMax.....	278
12.6.15. Сон қийматларни яхлитлаш блоқи Rounding Function.....	279
12.6.16. Нисбат амалларини ҳисоблаш блоқи Relational Operator.....	280
12.6.17. Мантикий амаллар блоқи Logical Operation.....	282
12.6.18. Иккилик кўринишдаги бутун сонлар устида мантикий амаллар блоқи Bitwise Logical Operator.....	283
12.6.19. Комбинатор мантик блоқи Combinatorial Logic.....	285
12.6.20. Алгебраик контур блоқи Algebraic Constraint.....	286
12.7. Signal&Systems — сигналларни ўзгартириш блоклари ва ёрдамчи блоклар.....	288
12.7.1. Мультиплексор Mux.....	288
12.7.2. Демультиплексор Demux.....	289
12.7.3. Шинали шакллантиргич блоқи Bus Creator.....	291
12.7.4. Шинали селектор блоқи Bus Selector.....	292
12.7.5. Селектор блоқи Selector.....	294
12.7.6. Массив элементларига янги қийматларни тақдим этиш блоқи Assignment.....	295
12.7.7. Сигналларни бирлаштириш блоқи Merge.....	296
12.7.8. Сигналларни матрицага бирлаштириш блоқи Matrix Concatenation....	298
12.7.9. Сигналларни узатиш блоқи Goto.....	298
12.7.10. Сигнални қабул қилиш блоқи From.....	300
12.7.11. Сигналнинг кўриниш белгиси блоқи Goto Tag Visibility.....	300
12.7.12. Умумий хотира соҳасини ҳосил қилувчи блок Data Store	

Memory.....	301
12.7.13. Маълумотларни хотиранинг умумий соҳасига ёзиш блоки Data Store Write.....	302
12.7.14. Маълумотларни хотиранинг умумий соҳасидан ўқиш блоки Data Store Read.....	302
12.7.15. Сигнал турини ўзгартирувчи блок Data Type Conversion.....	303
12.7.16. Сигналнинг ўлчамини ўзгартириш блоки Reshape.....	304
12.7.17. Сигналнинг ўлчамини аниқлаш блоки Width.....	305
12.7.18. Сигналнинг берилган бўсагавий қийматни кесиб ўтиш моментини аниқлаш блоки Hit Crossing.....	306
12.7.19. Сигналнинг бошлангич қийматини ўрнатиш блоки IC.....	306
12.7.20. Информацион блок Model Info.....	307
12.8. Function & Tables — функция ва жадваллар блоки.....	308
12.8.1. Функцияни киритиш блоки Fcn.....	308
12.8.2. MATLAB функциясини киритиш блоки Fcn.....	310
12.8.3. Даражали кўпхадни бериш блоки Polynomial.....	311
12.8.4. Бир ўлчамли жадвал блоки Look-Up Table.....	312
12.8.5. Икки ўлчамли жадвал блоки Look-Up Table(2D).....	314
12.8.6. Кўп ўлчамли жадвал блоки Look-Up Table (n-D).....	315
12.8.7. Бевосита кириш мумкин бўлган жадвал блоки Direct Loop-Up Table (n-D).....	317
12.9. LTI-вьювер билан ишлаш.....	318
12.9.1. LTI-вьюверни Linear analysis... командаси ёрдамида чакириш.....	318
12.9.2. Тизимнинг ҳолатини танлаш.....	321
12.9.3. Чизикли тизимларнинг график характеристикаларини танлаш.....	322
12.9.4. Графикларни кўрсатиш конфигурациясини танлаш.....	323
13. Sim Powers System пакети.....	324
13.1. Электр энергияси манбалари Electrical Sources библиотекаси.....	325
13.2. Пассив элементлар библиотекаси Elements.....	326
13.3. Sim Powers System библиотекаси моделларининг кириш ва чиқишларини ўзаро боғловчи блоклар (Connector).....	328
13.4. Ўлчаш блоклари Measurements.....	330
13.5. Уч фазали занжирлар библиотекаси Three-Phase Library.....	331
13.6. Интерактив SPTool қобиги.....	332
13.6.1. SPTool қобиги.....	332
13.6.2. Сигналларни импорт қилиш.....	333
13.6.3. Сигналларни кўриб чиқиш.....	335
13.6.4. Сигналларнинг спектрларини ҳосил қилиш.....	336
13.7. Simulink Blocksets/SimPowerSystems библиотекасидаги блокларнинг пиктограммаларини ўзгартириш.....	336
14. SimPowerSystems блокларининг библиотекаси.....	338
14.1. Библиотеканинг таркиби ва асосий хусусиятлари.....	338
14.2. Electrical Sources — электр энергияси манбалари.....	347
14.2.1. Идеал ўзгармас кучланиш манбаси DC Voltage Source.....	347
14.2.2. Идеал ўзгарувчан кучланиш манбаси AC Voltage Source.....	348
14.2.3. Идеал ўзгарувчан ток манбаси AC Current Source.....	350
14.2.4. Controlled Voltage Source Бошқарилувчи кучланиш манбаси.....	352

14.2.5. Бошқарилувчи ток манбаси Controlled Current Source	354
14.2.6. Уч фазали кучланиш манбаси 3-Phase Source.....	356
14.2.7. Уч фазали дастурланувчи кучланиш манбаси 3-Phase Programmable Voltage Source	359
14.3. Connectors — улагичлар	363
14.3.1. Ерга улагич Ground	363
14.3.2. Нейтрал Neutral.....	364
14.3.3. L-кўринишли улагич L connector	365
14.3.4. T-кўринишдаги улагич T connector.....	366
14.3.5. Шина Bus Bar.....	367
14.4 Measurements — ўлчаш ва назорат қурилмалари	369
14.4.1. Ток ўлчагич Current Measurement	369
14.4.2. Кучланиш ўлчагич Voltage Measurement.....	370
14.4.3. Мультиметр Multimeter	372
14.4.4. Уч фазали ўлчагич Three — Phase V — I Measurement.....	375
14.4.5. Тўла қаршилик ўлчагичи Impedance Measurement	378
14.5. Elements — электротехник элементлар	380
14.5.1. Кетма-кет RLC-занжир Series RLC Branch	380
14.5.2. Параллел RLC-занжир Parallel RLC Branch	381
14.5.3. Кетма-кет RLC-юклама Series RLC Load	383
14.5.4. Параллел RLC-юклама Parallel RLC Load.....	386
14.5.5. Уч фазали кетма-кет RLC-занжир 3-Phase Series RLC Branch.....	388
14.5.6. Уч фазали параллел RLC-занжир 3-Phase Parallel RLC Branch.....	390
14.5.7. Уч фазали кетма-кет RLC-юклама 3-Phase Series RLC Load.....	391
14.5.8. Уч фазали параллел RLC-юклама 3-Phase Parallel RLC Load	393
14.5.9. Уч фазали динамик юклама 3-Phase Dynamic Load	395
14.5.10. Яшиндан химояловчи разрядник Surge Arrester	398
14.5.11. Ўзаро индуктивлик Mutual Inductance	401
14.5.12. Уч фазали ўзаро индуктивлик 3-Phase Mutual Inductance Z1-Z0	403
14.5.13. Ўзгарувчан ток виключатели (ўчиргичи) Breaker	404
14.5.14. Уч фазали ўзгарувчан ток виключатели 3-Phase Breaker.....	407
14.5.15. Уч фазали қиска туташтиргич 3-Phase Fault	410
14.5.16. Параметрлари жамланган электр узатиш линияси PI Section Line	413
14.5.17. Параметрлари жамланган уч фазали электр узатиш линияси 3-Phase PI Section Line	416
14.5.18. Параметрлари тақсимланган электр узатиш линияси Distributed Parameters Line.....	418
14.5.19. Уч фазали уч чўлғамли трансформатор Three-phase Transformer (Three Windings)	421
14.5.20. Уч фазали чизикли трансформатор (12-чикишли) Three-phase Linear Transformer (12-terminals).....	425
14.5.21. Бирламчи чўлғамли зигзагга уланган уч фазали трансформатор Zigzag Phase-Shifting Transformer.....	426
14.5.22. Чизикли трансформатор Linear Transformer.....	429
14.5.23. Ночизикли трансформатор Saturable Transformer.....	432
14.5.24. Уч фазали икки чўлғамли трансформатор Three-phase Transformer (Two Windings)	437

14.6. Power Electronics – куч электроникаси элементлари.....	441
14.6.1. Куч диодининг модели Diode.....	441
14.6.2. Тиристор Thyristor, Detailed Thyristor.....	443
14.6.3. Тўла бошқарилувчи тиристор GTO Thyristor.....	447
14.6.4. Биполяри IGBT транзистор.....	450
14.6.5. Mosfet транзистор.....	453
14.6.6. Идеал калит Ideal Switch.....	456
14.6.7. Универсал кўприк Universal Bridge.....	459
14.6.8. Кенглик-импульс ўзгарткич бошқариш схемасининг виртуал моделлари.....	463
14.6.8.1. Симметрик бошқарилувчи бир елкали кенглик-импульс ўзгарткич.....	463
14.6.8.2. КИЎни бошқариш схемасининг виртуал модели.....	467
14.6.8.3. Кўприкли кенглик-импульс ўзгарткич.....	469
14.6.8.4. Симметрик бошқариладиган кўприкли КИЎнинг виртуал модели.....	471
14.7. Machines — электр машиналар.....	475
14.7.1. Ўзгармас ток машинаси DC Machine.....	475
14.7.2. Асинхрон машина Asynchronous Machine.....	480
14.7.3. Синхрон машинанинг соддалаштирилган модели Simplified Synchronous Machine.....	487
14.7.4. Синхрон машина Synchronous Machine.....	490
14.7.6. Электр машинасининг ўзгарувчиларини ўлчаш блоки Machines Measurement Demux.....	500
14.7.7. Синхрон машинанинг кўзгатиш системаси Excitation System.....	504
14.7.8. Ростлагичли гидравлик турбина Hydraulic Turbine and Governor.....	508
14.7.9. Ростлагичли буғ турбинаси Steam Turbine and Governor.....	512
14.7.10. Энергосистеманинг универсал стабилизатори Generic Power System Stabilizer.....	518
14.7.11. Энергосистеманинг кўп кутбли стабилизатори Multiband Power System Stabilizer.....	520
15. Powergui — Энергетик тизимларни моделлаш пакетининг график интерфейси.....	524
15.1. Powergui — Фойдаланувчининг график интерфейси.....	524
15.2. Схемани комплекс усул билан ҳисоблаш.....	526
15.3. Моделларни дискретлаш.....	528
15.4. Шаклланган режимни ҳисоблаш.....	530
15.5. Таркибида электр машиналари бўлган уч фазали схемаларни инициаллаш.....	532
15.6. Электр схемаларни таҳлил қилиш учун Simulink LTI-Viewer воситасидан фойдаланиш.....	534
15.7. Занжирнинг импедансини аниқлаш.....	536
15.8. Гармоник таҳлил.....	538
15.9. Ҳисобот тузиш.....	541
15.10. Магнитланиш характеристикасини ҳисоблаш воситаси Hysteresis Design Tool.....	549
16. MATLABда махсус графика.....	551

16.1. Анимацияли графика.....	551
16.1.1. Нуктанинг текисликда харакатланиши.....	551
16.1.2. Нуктанинг фазода харакатланиши.....	553
16.1.3. Анимациянинг асосий воситалари.....	554
16.2. Дескрипторли (handle) графика.....	556
16.2.1. Дескрипторли графиканинг объектлари.....	556
16.2.2. Дескрипторли графика объектларидан фойдаланишга мисоллар.....	558
16.2.3. Объектларнинг дескрипторлари.....	560
16.2.4. График объектлар устида бажариладиган амаллар.....	563
16.2.4. Объектларнинг хоссалари — get командаси.....	564
17. Маълумотларни қабул қилиш воситалари.....	565
17.1. Маълумотларни қабул қилиш воситалари тўғрисида.....	565
17.2. Маълумотларни овоз картаси орқали қабул қилиш.....	566
17.3. Маълумотларни овоз картаси орқали чиқариш.....	567
17.4. Рақамли қийматларни ўқиш ва ёзиш.....	568
17.5. Овоз картасига каналларни қўшиш.....	568
17.6. Дискретлаш частотасини танлаш.....	569
17.7. Триггерлардан фойдаланиш.....	570
17.7.1. Бевосита триггер (immediate trigger).....	570
17.7.2. Маълумотларни дастлабки қўриб чиқиш учун peekdata функциясидан фойдаланиш.....	574
17.7.3. Қабул қилинган маълумотларни қайта ишлаш учун чиқариб олиш.....	576
17.8. Рақамли киритиш/чиқариш.....	578
17.8.1. Параллел порт.....	578
17.8.2. Параллел портнинг характеристикалари.....	579
17.8.3. Линияларни киритишга мисоллар.....	583
17.8.4. Рақамли киритиш/чиқариш объекти (DIO) линияларининг қийматларини ёзиш ва ўқиш.....	586
17.8.5. Рақамли қийматларни ўқиш.....	586
17.8.6. Timer ходисаларини генерация қилиш.....	589
17.9. Маълумотларни қабул қилувчи осциллограф.....	590
17.9.1. Осциллографни ишга тушуриш.....	590
17.9.2. Қўшимча дисплейларни ҳосил қилиш.....	592
17.9.3. Дисплей хоссаларининг конфигурациясини танлаш.....	595
17.9.4. Математик ва ҳавола (reference) каналлари.....	596
17.9.5. Каналларни йўқотиш.....	599
17.9.6. Каналлар маълумотларини масштаблаш.....	599
17.9.7. Ўлчашларни ҳосил қилиш.....	601
17.9.8. Янги ўлчаш турларини киритиш.....	602
17.9.9. Маълумотларни экспорт қилиш.....	604
17.9.10. Осциллограф конфигурациясини сақлаш.....	608
17.10. Компьютер параллел портидаги чиқиш сигналларини овоз картасининг киришидаги сигналлар билан боғлаш.....	609
18. MATLAB-7 даги ўзгаришлар.....	610
19. MATLAB Интернетда.....	618



Тўлан Дадажонов, Муҳсин Муҳитдинов

MATLAB асослари

Ўқув-услубий нашр

Муҳаррир И. Қодирова

Техник муҳаррир А. Солиҳов

Мусаҳҳих Г. Азимова

Компьютерда тайёрловчи Е. Гильмутдинова

Нашриёт рақами: з-279. Босишга рухсат этилди: 26.12.08. Бичими 60×90¹/₁₆.

Шартли б.т. 39,5. Ҳисоб-нашриёт т. 35,0. Офсет усулида чоп этилди.

71-буюртма. 500 нусхада. Баҳоси шартнома асосида.

ЎзРФА «Фан» нашриёти: 100120, Тошкент, И. Мўминов кўчаси, 9-уй.

«Niso Poligraf» ШК босмахонасида босилди. Тошкент, Х. Бойқаро кўчаси, 41-уй.