

2132
9 УДК 621.373(075)

3843081
Дмитриев В.Н., Зелинский М.М., Давидов С.Р.

Электр занжирлари назарияси. Маърузалар конспектлари. 2-қисм /
Ўқув қўлланмаси. - Тошкент: ТЭАИ, 2001. - 90 б.

Электр занжирлари назарияси фанидан маърузалар конспектлари асосий тушунчалар, таърифлар, ҳисоблаш ифодалари ҳамда ўрганишга доир усулий кўрсатмалар ва фан мазмунини ўзлаштирилганлигини текширишга доир саволларни ўз ичига олади. Фаннинг 2-қисмида частотавий ва вақт соҳаларида чизикли ва ночизикли электр занжирлари назарияси асослари келтирилади.

Бу назария асосидан аналогли ва рақамли схемалар функциявий булакларини ҳосил қилиш тамойиллари частотавий ва вақт усулларидаги таҳлиллардан фойдаланилган ҳолда кўриб чиқилган.

Мазкур ўқув қўлланма В522300-Телекоммуникациялар йўналишида билим олаётган кундузги билим талаблари учун мўлжалланган.

2032708
УЎҚУВ ҚЎЛЛАНМА

КУТУБХОНА
ТЭАИ

СЎЗБОШИ

Электр занжирлари назарияси (ЭЗН) фанининг 2-қисми 18 та маърузадан иборат бўлиб, ЭЗН-нинг хусусий масаласини - занжир чикшидаги схемавий лавобларининг унинг қиршига берилган таъсирга нисбатини ифодаловчи схемавий функцияларни топшига бағишланган. Бу қисмини "Занжирлар ва тизимлар" деб аташ ва телекоммуникациявий соҳадаги олий ўқув юртлири учун махсусроқ деб ҳисоблаш мумкин.

Қўлланма тўртта мавзуга бўлинган бўлиб, ҳар бири ўқув ҳажминининг алоҳида мустақил бўлиш (модул)ини белгилайди. Ҳар бир мавзу охирида қундалик, ораликли ва якуний назорат учун зарур бўлган саволлар рўйхати келтирилган.

Ҳар тема қўйишагиларни ўз ичига олади:

1. Маърузалар таркиби ва ўқув мақсадлари;
2. Маърузалар конспектлари материаллари;
3. Текшириш учун саволлар ва масалалар.

Маърузалар таркиби ва ўқув мақсадлари талабаларни маърузалар таркибини ва уларни ўзлаштириш даражасини муължаллашга йўналтирилади (тасаввур эта билиш, билиш, бажара олиш ва ўқувларга эга бўлиш).

Маърузалар конспектлари таърифлар, асосий тушунчалар, ифодалар ва хулосаларни намоийшли ёзма тарзда баён қилади.

Текшириш учун саволлар ва масалалар талабалар томонидан ўқув ҳажминини биринчи ва иккинчи даражали ўзлаштирилишига муължалланган. Бажарқа олиш ва ўқувларга эга бўлиш даражаларига чиқилш учун адабиётлар рўйхатидаги [1...8-асосий ва 9...15 қўшимча] манбалардан фойдаланиб, қўшимча гарзда вазифалар бажариш ва масалалар ечиш талаб қўлинади.

5-МАВЗУ. ИМПУЛЬСЛИ ТАЪСИР ОСТИДАГИ ЧЭЗ-НИ ТАХЛИЛ ЭТИШ

2.1. Маърузалар таркиби ва ўқув мақсадлари

Маърузалар таркиби

1. 19-маъруза. ЧЭЗ-ни вақт усулида тахлил этиш. Сингуляр функциялар. Умумлаштирилган дифференциаллаш ва интеграллаш. Занжирнинг ўтиш тавсифи [4,5,6,3,9,11].

2. 20-маъруза. Занжирнинг импульс тавсифи. Қуйи частоталар фильтрининг (ҚЧФ) импульсли таъсирга жавоби. Жамлаш интеграли. Тақрибий ҳисоблаш [4,5,6,11].

3. 21-маъруза. Ғурубе алмаштириши ва ЧЭЗ-ни частотавий усулда тахлил қилиш. Намунавий сигналлар спектрлари. Частотавий усулда ҳисоблаш хусусиятлари. ЧЭЗ-ни вақт усулида ва частотавий усулда тахлил этиш орасидаги боғланиш [5,6,11].

4. 22-маъруза. Қозик-девор: функция. Сигналчи дискретлаш ва даврийлаш. Сигналчи дискретлаш ва даврийлаш орасидаги боғланиш. Импульсларнинг идеал қуйи частоталар фильтри орқали ўтиши. Сигналнинг бузилишсиз узатиш шarti [5,6,11].

5. 23 маъруза. Аналогли ва дискрет сигналлар. Дискрет ва рақамли сигналлар. Сигналларчи вақт бўйича ажратиш тушунчаси. Рақамли фильтр ва унинг элементлари [5,6,11].

Ўқув мақсадлари (урта қавс ичида микромавуларнинг тартиб рақамлари кўрсатилган):

[19.1]. Электр занжирлари назарий ининг намунавий масаласи ва бир томонлама сигнал таърифи ҳақида тасаввур эта бўлиш. ЧЭЗ-ни вақт усулида тахлил этиш ва унинг босқичларини билиш.

[19.2]. Сингуляр функциялар таърифини, бирлик функция ва дельта-функция таърифлари ҳамда улар орасидаги боғланиш ифодасини билиш.

[19.3]. Умумлаштирилган функция таърифини билиш. Умумлаштирилган дифференциаллаш ва интеграллаш таърифини билиш. Зинасимон узгарувчи функция қосимчасини топа билиш.

[19.4]. Занжирнинг ўтиш тавсифи таърифини билиш. Занжирнинг қурилишига қараб, аввал унинг оператор узатиш функциясини, сунгра ўтиш тавсифини топа билиш.

[20.1]. δ -функция шаклидаги таъсирни тасаввур эта билиш. Занжирнинг импульсий тавсифи таърифини ва унинг ўтиш тавсифи билан боғланишини билиш. Занжир қурилишига қараб, аввал унинг оператор узатиш функциясини, сунгра импульсий тавсифини топа билиш.

[20.2]. Сигналчи дискретлашни тасаввур этиш. Дискретлаш қадами билан сигнал спектрининг максимал частотаси орасидаги боғланиш

ифодасини билиш. Етаълиҳа қисқа муддатли таъсирларда, КЧФ импульснинг шаклига эмас, балки унинг юзасига жавоб кўрсатади

[20.3]. Жамлаш интегралининг таърифи ва ЧЭЗ-ни вақт усулида таҳлил этишни билиш.

[20.4]. Қандай ҳолларда таъсирни ёки занжирнинг импульсий таъсирини туғри бурчакли импульслар ёзма - кетлиги шаклида тасвирлаш мумкинлигини билиш. Жамлаш интегралини тақрибий ҳисоблашда "чўзиш" усулидан фойдалана олиш.

[21.1]. Фурье алмаштиришини тасаввур этиш. Частотавий усулда таҳлил этиш ва унинг босқичларини билиш.

[21.2]. Даврий, биртомонли даврий ва импульсий сигналларнинг Фурье буйича тасвирлари хусусиятларини билиш. $e^{j\omega_0 t}$, $\delta(t)$ ва $\delta(t)$ шаклидаги сигналлар тасвирларини билиш.

[21.3]. Даврий ва н.даврий таъсирларда частотавий таҳлил усулини қўллаш хусусиятларини билиш. Биртомонли даврий таъсирлар берилган ҳолда оператор усулига ўта билиш.

[21.4]. Сигналлар ва занжирларнинг вақт ва частотавий соҳаларда бўлишини тасаввур эта билиш. Бирорта соҳадаги ҳисоблашларга (функцияларни ўраш ёки қайта кўпайтириш) бошқа соҳадаги худди шундай ҳисоблашлар (функцияларни қайта кўпайтириш ёки ўрашда) туғри келишини билиш. Импульсий тавсифдан комплекс узатиш функциясига, ва тескари, ўта билиш.

[22.1]. Козик-леворли функция таърифини, даврлаш ва дискретлаш тушунчаларини билиш.

[22.2]. Саноклар теоремаси ҳақида тасаввурга эга бўлиш. Сигнални бир соҳада дискретлашга уни иккинчи соҳада даврийлашга мос келишини билиш.

[22.3]. Идеал КЧФ таърифини билиш. Бир бирига жуда яқин импульслар шаклидаги таъсирга филтрнинг импульслар учларини эгувчи эгри чизик шаклидаги жавоби мос келади.

[22.4]. Сигналларни бузилишсиз узатишни тасаввур эта билиш. Частотавий ва вақт соҳаларида сигналларни бузилишсиз узатиш шартларини билиш.

[23.1]. Аналогли ва дискретли сигналлар, ҳамма дискретловчи қилит таърифларини билиш. Аналогли сигнални дискретли сигналга, ва аксинча, - узартиришни билиш.

[23.2]. Рақамли сигнал таърифини ва дискретли сигнал \leftrightarrow рақамли сигнал шаклидаги алмаштиришни билиш. Дискретли ва рақамли сигналлар устида амалларни бажарувчи математик аппарат бир хил тузилганлигини билиш.

[23.3]. Каналларни вақт буйича ажратиш тизимини ва унинг элементларини билиш.

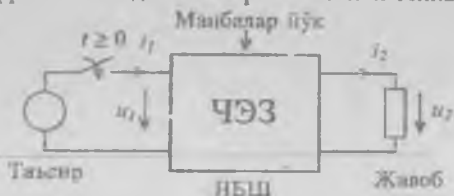
[23.4]. Рақамли филтр ва унинг элементлари таърифини, энг оддий рақамли филтрни сингезлаш босқичларини билиш.

5.2. 5-мавзу бўлича маърузалар конспектлари.

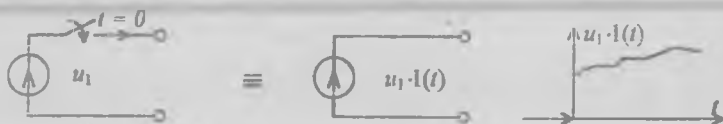
5.2.1. 19-маъруза.

19.1. ЧЭЗ-НИ АХЎЛИЛ ҚИЛИШНИНГ ВАҚТ УСУЛИ

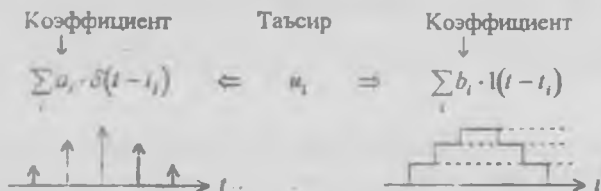
1. Электр занжирлар назариясининг одатдаги масаласи занжирнинг мураккаб шаклдаги таъсирга жавобини топнишдир



2. Манбанинг уланishiга бир томонли сигнални мос деб қараш мумкин.



3. Таҳлилнинг вақт усули киришдаги сигнални элементар таъсирлар йиғиндисига сифатида қарашга асосланади.



4. Элементар таъсирлар сифатида де Ёта-функция $\delta(t)$ ёки бирлик функция $l(t)$ танланади.

5. Жамлаш гамойилтига асосан, занжирнинг элементар таъсирлар йиғиндисига жавобини ҳар бир элементар таъсирга жавоблар йиғиндисига келтириш мумкин.

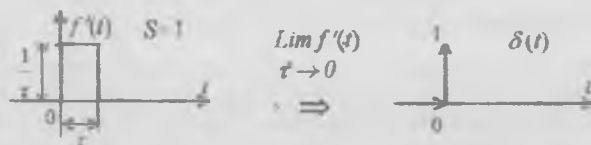
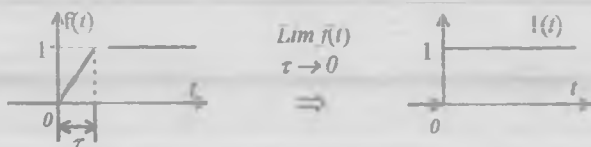


19.2. СИНГУЛЯР ФУНКЦИЯЛАР

1. Мунгазам (текис) функция $y = f(x)$ деганда, y кийматлари ва x кийматлари тўпламлари орасида бирисмли мослик маънудлиги тушунилади.

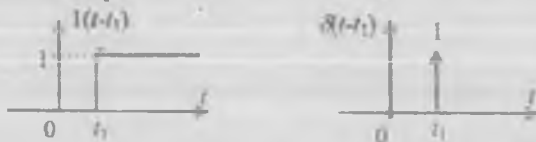
2. y ва x кийматлари орасидаги мослик бирисмлилигини бузилган функциялар сингуляр функциялар деб аташ қабул қилинган. Энг оддий сингуляр функцияларга бирлик функция $1(t)$ ва дельта-функция $\delta(t)$ киради.

3. Сингуляр функцияни ҳар доим бирорта параметри нолга интилянда текис функция кетма-кетлигининг лимити шартида аниқлаш мумкин. Шу сабабли дифференциаллаш ва интеграллаш амалларини қўллашга йўл қўйилади.



$$\frac{d}{dt} 1(t) = \delta(t) \quad \Rightarrow \quad \int_0^t \delta(\tau) d\tau = 1(t)$$

4. $1(t-t_1)$ ва $\delta(t-t_1)$ ёзувлари сингуляр функцияларнинг вақт бўйича t , га сурилишига мосдир.



5. $1(t-t_1)$ катталиги ва $\delta(t_1)$ юзалар ўлчов бирликларига эга бўлмаган катталиклар; шу сабабдан таъсирларни ёзишда функцияларни ўлчов бирликларига эга бўлган коэффициентларга (В, мВ, мкВ ва б.) кўпайтириш лозим.

19.3. УМУМЛАШТИРИЛГАН ДИФФЕРЕНЦИАЛАШ ВА ИНТЕГРАЛАШ

1. Умумлаштирилган функция деб, регуляр ва сингуляр функциялар йиғилмасига айтилади.

2. Узуксизлик соҳасида сакрашлар (1-тартибли узиллишлар) га эга бўлган умумлаштирилган функцияни дифференциаллаш одатдагича бажарилади. Узилиш нуктаидан ҳосила сакраш катталигича қўпайтирилган дельта-функцияга тенгланади.



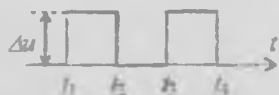
3. Чизикли импульста эга бўлган (ўзгармас коэффициент Δu га қўпайтирилган дельта-функция) умумлаштирилган функцияни интеграллаш узуксизлик соҳасида одатдагича бажарилади.

δ -функциясининг улаиш нуктасида бирламчи функция Δu коэффициент катталигича сакраб ўзгаради.

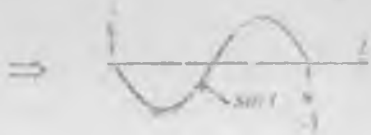
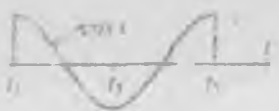
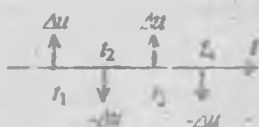


4. Қўллашга доир мисоллар

Бирламчи функция

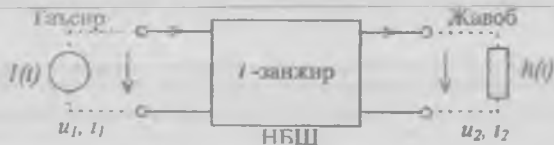


Ҳосила



19.4. ЗАНЖИРНИНГ УТИШ ТАВСИФИ

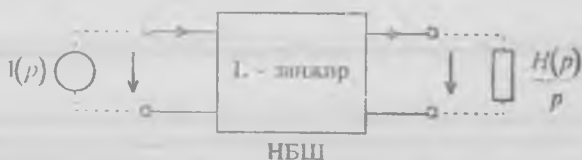
1. Занжирнинг ўтиш тавсифи $h(t)$ деб, нолли бошланғич шартлар ҳолатида турган занжирнинг бирлик функция $I(t)$, шаклидаги таъсирга жавобига айтилади.



2. Бирлик функция шаклидаги таъсирни калит ёрдамида ҳосил қилиш мумкин.

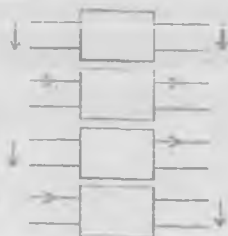


3. Ўтиш тавсифи $h(t)$ ва операторли узатиш функцияси операторга бўлинғач $\frac{H(p)}{p}$ биргаликда Лаплас алмаштириши жуфтлигини, яъни оригинал ва тасвирни ҳосил қилади.



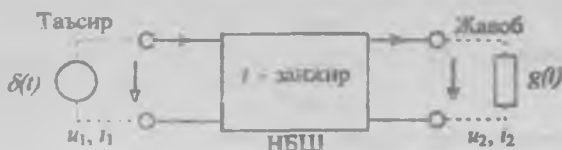
4. Имани тавсир (ток эки қучланиш) ва имани жавоб (ток ёки қучланиш) деб ҳисобланишига қараб, утиш тавсифи 4 турга бўлинади:

- қучланиш буйича утиш тавсифи
- ток буйича утиш тавсифи
- узатиш утказувчанлиги
- узатиш қаршилани



2.1.1. ЗАНЖИРНИНГ ИМПУЛЬСИЙ ТАВСИФИ

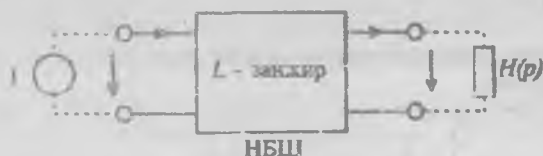
1. Импульсий тавсифи $g(t)$ деб, шунинг бошлангич шартлар ҳолатида турган занжирнинг дельта-функция $\delta(t)$ шаклидаги таъсирга жавоби айтилади.



2. Дельта-функция шаклидаги таъсирни кучайтириш ва қисқа вақтга ёпилиб-очилувчи калит ёрдамида олиш мумкин.



3. Импульсий тавсифи $g(t)$ ва оператор узатиш функцияси $H(p)$ биргаликда Лаплас алмаштиришлари жуфтлигини, яъни оригинал ва таъсирни ташкил этади.



4. Үтиш тавсифи $h(t)$ ва импульсий тавсифи $g(t)$ бирламчи ва ҳосилавий функциялар каби ўзаро муносаби: дадир.

$$\boxed{\frac{d}{dt} h(t) = \delta(t)} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\frac{d}{dt} g(t) = h(t)}$$

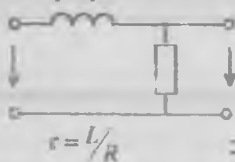
5. Үтиш тавсифи каби импульсий тавсифи ҳам 4 турга бўлинади:
- кучланиш бўйича импульсий тавсифи;
 - ток бўйича импульсий тавсифи
 - импульсли ўтказувчанлик,
 - импульсли қаршилик.

20.2 ЭНГ ОДДИ⁹ ФИЛЬТРЛОВЧИ ЗАМБИРИНИНГ ВАҚТ ТАВСИФЛАРИ

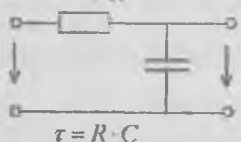
1. Схемадан вақт тавсифларини топишда қуйида келинча урғача босқич ишлатилади: операт⁹ узатиш функцияси $H(p)$ ни топиш.

$$\begin{aligned} \text{Схема} &\Rightarrow H(p) \Rightarrow g(t) \\ &\frac{H(p)}{p} \Rightarrow h(t) \end{aligned}$$

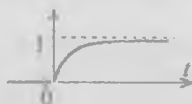
2. Қуйи частотали тебранишларни ўтказувчи занжирларининг вақт тавсифлари.



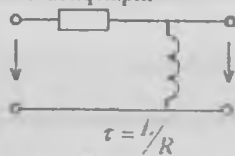
$$H(p) = \frac{1}{1 + p\tau} \Rightarrow g(t) = \frac{1}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}, \quad t \geq 0$$



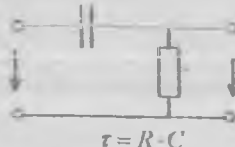
$$\frac{H(p)}{p} = \frac{1}{p(1 + p\tau)} \Rightarrow h(t) = 1 - e^{-\frac{t}{\tau}}, \quad t \geq 0$$



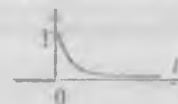
2. 3. Юқори частотали тебранишларни ўтказувчи занжирларининг вақт тавсифлари.



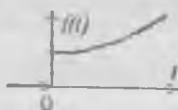
$$H(p) = \frac{p\tau}{1 + p\tau} \Rightarrow g(t) = \delta(t) - \frac{1}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \cdot 1(t)$$



$$\frac{H(p)}{p} = \frac{1}{1 + p\tau} \Rightarrow h(t) = e^{-\frac{t}{\tau}} \cdot 1(t)$$



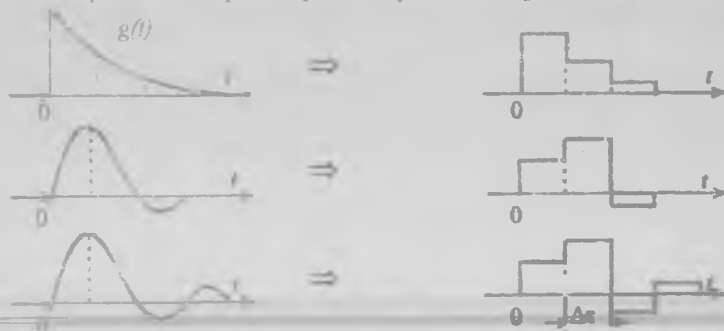
2. 4. Вақт тавсифлари биртомонли функциялар (сигналлар) дпр. Бундай функцияларни икки хил усул билан кўрсатиши мумкин.


 \Rightarrow

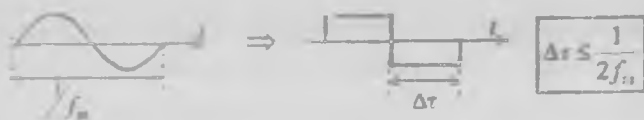
$$\begin{aligned} f(t), \quad t \geq 0 \\ f(t) \cdot 1(t) \end{aligned}$$

20.3. ҚҰЙИ ЧАСТОТАЛАР ФИЛЬТРИНИНГ ҚИСКА МУДДАТЛИ ИМПУЛЬСЛИ ТАЪСИРГА ЖАВОБИ

2.1. Қуйи частотали фильтрларнинг импульсли гавсифлари қи амати буйича чекланган ва вақт ичида сў. увчи функциялардир. Шунинг учун уларни гахминий маълум бир қадам билан зинасимон ўзгарувчи функциялар каби тасвирлаш мумкин. Бу амал дискретлаш дейилади.

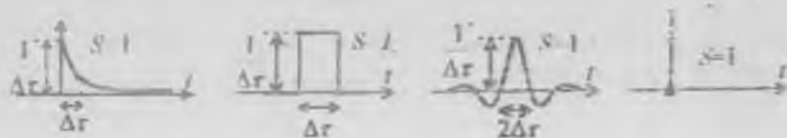


2. Энд тезкор тебранишни камида иккита зина ёрдамида тасвирлаш мумкин. Шунинг учун дискретлаш қадамы Δt чегаравий частота $f_{ог}$ тебранишлари ярим давридан ошмаслиги керак.

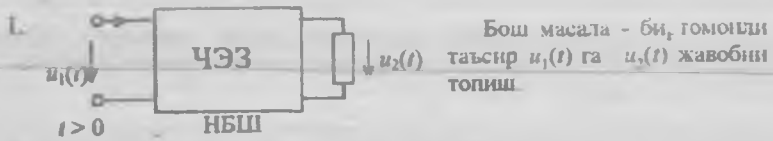


3. Дискретлаш қадамы Δt импульсий гавсиф ўзгаришининг чегаравий тезлигини белгилайди. Шунинг учун етарлича қисқа муддатли (давомлиги Δt дан кичик) бирлик юзали импульсге филтр дельта-функция кўрсатган жавобдек жавоб кўрсат ади.

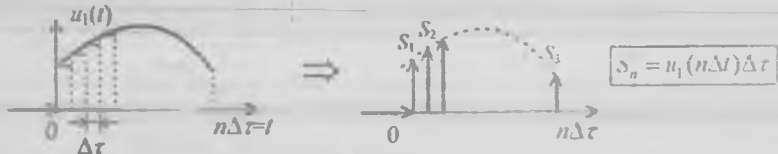
4. Филтр жавобига кўра эквивалент бўлган бошқа қисқа муддатли импульслар юзаси билан эмас, шакли билан фарқлангани мумкин.



20. ЖАМЛАШ ИНТЕГРАЛИ



2. Таъсирни давомлилиги $\Delta\tau$ бўлган тугри бурчакли импульсларга бўлиб чиқамиз. $\Delta\tau \rightarrow 0$ да ҳар бир импульсни чизикли деб ҳисоблаш мумкин.



3. Таъсирнинг интегралли кўрсатилиши.

$$u_1(t) = \int_0^t u_1(\tau) \cdot \delta(t - \tau) d\tau$$

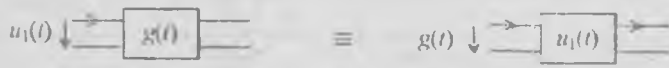
4. Жавобнинг интегралли кўрсатилиши - жамлаш интегралли.

$$u_2(t) = \int_0^t u_1(\tau) \cdot g(t - \tau) d\tau$$

5. Жамлаш интеграллини функциянинг ўралмаси деб юритилади. Функциялар ўралмаси учун қисқартirilган ёзув қўлланади:

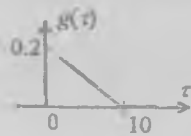
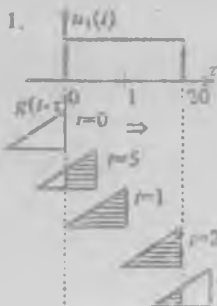
$$u_2(t) = u_1(t) * g(t)$$

6. Жамлаш интеграллида $u_1(t)$ ва $g(t)$ функциялар ўрин алмашиши мумкин, чунки жавобни ҳисоблашда кириш синали деб нимами қабул қилишнинг фарқи йўқ. Улар узаро алмаштириш мумкин.



7. ЧЭЗ ни вақт усулида таҳлил қилиш босқичлари:
- импульсий таъсирнинг таъсир харақтеристикаси; таъсир;
 - жамлаш интегралли ёрдамида жавобни ҳисоблаш.

20.5. ЖАМЛАШ ИНТЕГРАЛИЧИ ТАКРИБИЙ ҲИСОБЛАШ

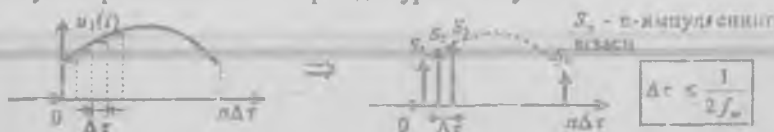


"Чўзиш" усули

"Чўзиш" усули иккита функция купайтмаси билан чегараланган юзани график усулда аниқлашга асосланган.

$$u_2(t) = u_1(t) * g(t)$$

2. Агар ЧЭЗ юқоридан (f_m частота билан) чегараланган тебраниш эга бўлса, у ҳолда кирашдаги сигнални тахмина элиқлики импульслар кетма-кетлиги сифатида кўрсатиш мумкин.



Занжирнинг жавоби ҳар бир импульсга алоҳида жавоблар йиғиндиси каби аниқланади:

$$u_2(t) = \sum_{k=1}^n S_k \cdot g(t - k\Delta t)$$

Хусусан, агар S_2, S_3, \dots, S_n нолга тенг бўлса, яъни $u_1(t)$ давомчилиги буйичча Δt дан кичик бўлса, у ҳолда кирашдаги сигнал жавобита кўра чизиқли импульсга эквивалентдир. Бунда унинг шакли эмас, юзаси мумкин.

3. Агар кирашдаги сигнал юқоридан (f_m частота билан) чегараланган тебранишлар спектрига эга бўлса, у ҳолда импульсий тавсиф тахминан чизиқли импульслар кетма-кетлиги тарзида кўрсатилиши мумкин. Шунинг



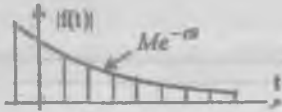
жавоби қуйидаги ифода билан тоқилгани: $u_2(t) = \sum_{k=1}^n S_k \cdot u_1(t - k\Delta t)$

Бу ифода олдинги ифодада $u_1(t)$ ва $g(t)$ ўринларини алмаштириш орқали ҳосил бўлади.

5.2.3. 21-матрица.

21.1. ФУРЬЕ АЛМАШТИРИШИ ВА ЧЭЗ-НИ ЧАСТОТАВИЙ УСУДА ТАХЛИЛ ҚИЛИШИ

1. Фурье алмаштиришлари. Агар ҳақиқий ўзгарувчи функцияси (вақт ичида) катталиги бўйича экспоненциал функция билан чегараланган бўлса, у ҳолда унга Фурьенинг (иккитомонли) алмаштиришини қўллаш мумкин.



$$F(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt$$

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(j\omega) e^{j\omega t} d\omega$$

Оригинал

Тасвир

2.

$$F(j\omega) = F(\omega) e^{j\psi(\omega)}$$

$F(j\omega)$ - комплекс спектрал зичлик

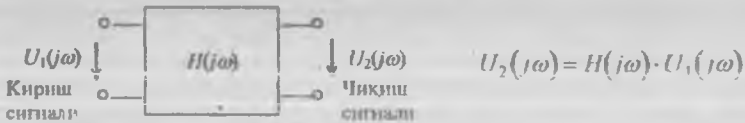
$F(\omega)$ - амплитудаларнинг спектрал зичлиги

$\psi(\omega)$ - (сигналлар) фазалар спектри

3. Фурье алмаштириши қийматиға кўра вақт ичида сунувчи қўсталган (доғулис (сигнал) ни гармоник тебранишларнинг узлуксиз тўплами шидлатида ифодалиш имконини беради.

$$f(t) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} F(\omega) \cos[\omega t + \psi(\omega)] d\omega$$

4. ЧЭЗ-ни частотавий усулда тахлил қилиш занжир жавобини топишда комплекс узатиш функцияси $H(j\omega)$ дан фойдаланишига асосланган



5. Частотавий усулда ҳисоблаш босқичлари:

1) $u_1(t) \rightarrow U_1(j\omega)$

Тасвир оригини лндап унинг тасвирига ўтиш.

2) $U_2(j\omega) = H(j\omega) \cdot U_1(j\omega)$

Жавобнинг тасвирини топиш. $H(j\omega)$ схемдан топилади.

3) $U_2(j\omega) \rightarrow u_2(t)$

Жавобнинг тасвиридан унинг оригини-га ўтиш.

21.2. НАМУНАВИЙ СИГНАЛЛАР СПЕКТРЛАРИ

1. Даврий сигналларнинг тасвирлари частотанинг сингуляр функцияларидир (δ -функцияларнинг чизиқли комбинациялари).

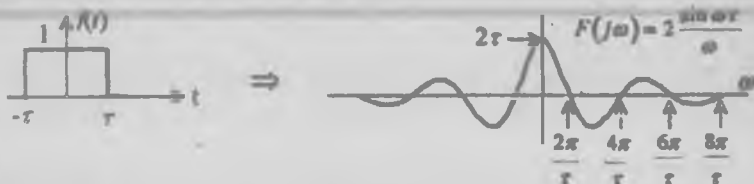
$$1 \Rightarrow 2\pi\delta(\omega) \quad e^{j\omega_1 t} \Rightarrow 2\pi\delta(\omega - \omega_1)$$

$$\frac{1}{2} \sum_{k=-\infty}^{\infty} C_k e^{jk\omega_1 t} \Rightarrow \pi \sum C_k \delta(\omega - k\omega_1)$$

2. Қиймати маълум бир вақт оралиғида (чизиқли) нолдан фарқли бўлган сигнал импульсли дейилади.

3. Чисталган импульсли сигналнинг тасвири частотанинг сингуляр функцияси бўлади.

$$\delta(t) \Rightarrow 1 \quad \delta(t \pm t_0) \Rightarrow e^{\pm j\omega t_0}$$



4. Импульсли сигналлар учун Лаплас бўйича тасвирдан Фурье бўйича тасвирга ўтиш мумкин.

$$F(j\omega) = F(p)_{p=j\omega}$$

$$f(t + t_0) \Rightarrow e^{j\omega t_0} \cdot F(j\omega)$$

Бунда оригиналнинг маъний вақтлар соҳасига сурилиш эҳтимоли мавжудлигини назарда тутиш лозим.

5. Биртомонли даврий сигнал $[1(t)]$ га қўлайтирилган даврий вақт функцияси кўринишида сингуляр ва мунтазам қисмлардан иборат бўлган тасвирга эга.

$$1(t) \Rightarrow \pi\delta(\omega) + \frac{1}{j\omega}$$

$$e^{j\omega_1 t} \cdot 1(t) \Rightarrow \pi\delta(\omega - \omega_1) + \frac{1}{j\omega - j\omega_1}$$

Тасвирнинг сингуляр қисми мунтазам қисмининг алоҳида нуқталардаги айирувлар орқали аниқланади.

21.3. ЧАСТОТАВИЙ УСУЛДА ХИСОБЛАШ ХУСУСИЯТЛАРИ

1. Даврий сигналларда жавобни ҳисоблаш Фурье қаторлари ёрдамида бажарилади.

$$u_1(t) = \frac{1}{2} \sum_{k=-\infty}^{\infty} C_k e^{jk\omega_1 t} \Rightarrow U_1(j\omega) = \pi \sum_{k=-\infty}^{\infty} C_k \delta(\omega - k\omega_1)$$

$$u_2(j\omega) = H(j\omega)U_1(j\omega) = \pi \sum_{k=-\infty}^{\infty} H(jk\omega_1) C_k \delta(\omega - k\omega_1) \Rightarrow$$

$$u_2(t) = \frac{1}{2} \sum_{k=-\infty}^{\infty} H(jk\omega_1) C_k e^{jk\omega_1 t}$$

2. Нодаврий сигналларда жавобни ҳисоблашни оператор усулда бажариш мумкин. Бунда тасвирнинг Фурье бўйича тасвирдан унинг Лаплас бўйича тасвирига ўтиш лозим.

$$U_1(j\omega) \Big|_{j\omega=p} = U_1(p) \quad \Rightarrow \quad U_2(p) = H(p)U_1(p)$$

Бунда тасвирнинг сингуляр қисми (биртамонли даврий сигналлар учун) гушириб қолдирилади.

$$U(p) = U_{\text{rc}}(j\omega) \Big|_{j\omega=p}$$

3. Оператор усулини нодаврий сигналлар ҳоли учун частотавий усулни кенгайтирилиши деб қараш лозим.

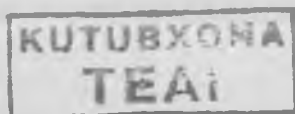
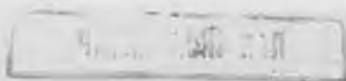
4. Қўллашга доир мисол.

$$u_1(t) = 1(t)$$

$$H(j\omega) = \frac{1}{j\omega\tau + 1}$$

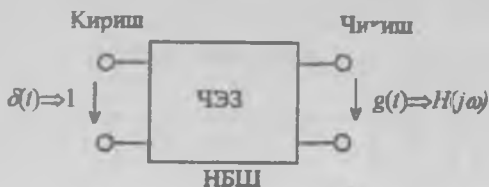
$$U_1(j\omega) = \pi\delta(\omega) + \frac{1}{j\omega} \Rightarrow U_1(p) = \frac{1}{p} \quad H(p) = \frac{1}{p\tau + 1}$$

$$U_2(p) = H(p)U_1(p) = \frac{1}{p(p\tau + 1)} \Rightarrow u_{20}(t) = 1 - e^{-t/\tau}, t \geq 0 \quad \text{булса}$$

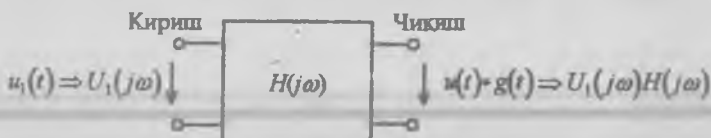


21.4. ТАҲҲИЛНИНГ ВАҚТЛИ ВА ЧАСТОТАВИЙ УСУЛЛАРИ ОРАСИДАГИ БОҒЛАНИШ

1. Импульсли функция ва комплекс узатиш функцияси Фурье алмаштиришлари жуптлиги, шунинг оригинал ва тасвири ташкил этади.



2. Сигналнинг частотавий-танловчан занжирдан ўтиши

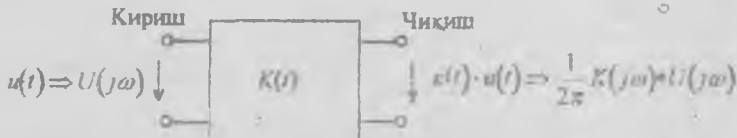


Оригиналларнинг вақт соҳасидаги уралмасига частота соҳасидаги тасвирлари кўпайтмаси мос бўлади.

3. Вақт функциясидаги узатиш коэффициентига эга бўлган занжир.



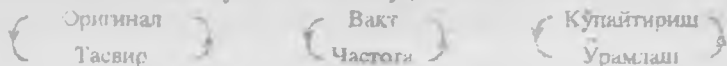
4. Вақт функцияли узатиш коэффициентига эга бўлган занжир орқали сигналнинг ўтиши.



Оригиналларнинг вақт соҳасидаги кўпайтирилишига частотавий соҳада тасвирлар уралмаси туғри келади.

5. Вақт ва частотанинг дуалилик тамойили.

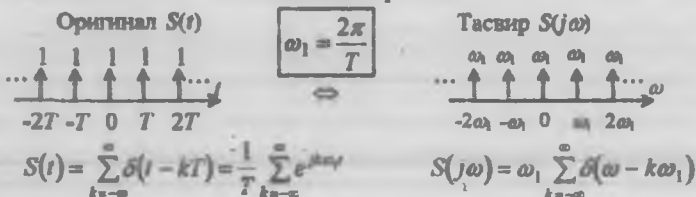
Агар частота ва вақт алмаштирилса, вақт соҳасидаги ҳарқандай таъкид частотавий соҳада ҳам ўз мавъосини йўқотмайди.



5.2.4. 22-матруза.

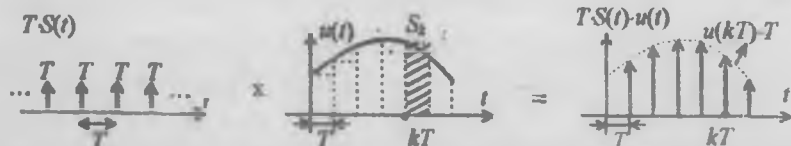
22.1. ҚОЗИҚ-ДЕВОРЛИ ФУНКЦИЯ. СИГНАЛНИ ДИСКРЕТЛАШ ВА ДАВРИЙЛАШ

1. Қозық-деворли функция δ-функцияларнинг даврий кетма-кетлигидир.



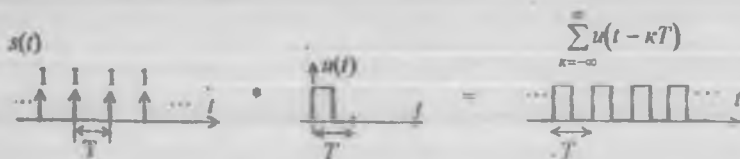
2. Дискретлаш - функциянинг узлуксиз қийматларини вақтнинг санокланган онларида (маълум бир қадам билан) олинган саноклар қўпчилиги билан алмаштиришдир.

3. Сигнални қозық-деворли функцияга қўпайтириш уни дискретлашга олиб келади.



4. Даврийлаш - бошланғич функцияни маълум бир қадам (давр) билан даврий такрорлашдир.

5. Сигнални қозық-деворли функция билан ўрамаш уни даврийлашга олиб келади.

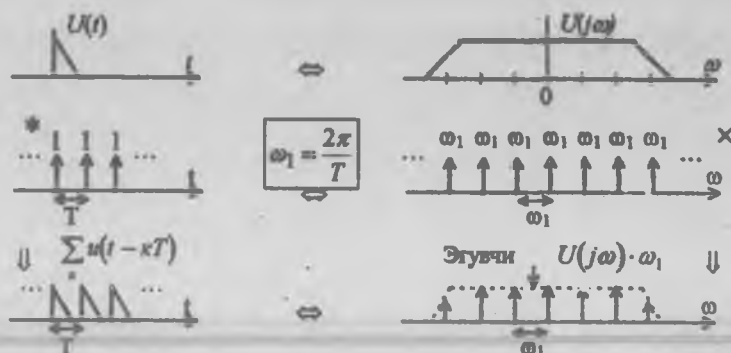


Тўғри бажаришган даврийлашда импульсли сигнал олинади ва унинг давомчилиги даврийлаш қадамидан (T давр) катта бўлмайди.

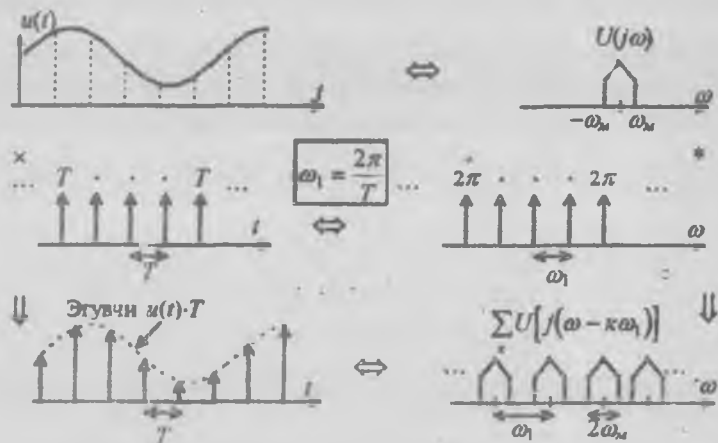
5. Частотавий соҳада сигнални дискретлаш-ва даврийлаш шакли вақт соҳасида ишлатилган қошдалар бўйича бажарилади.

22.2. СИГНАЛНИ ДИСКРЕТЛАШ ВА ДАВРИЙЛАШ ОРАСИДАГИ БОҒЛАНИШ

1. Вақт соҳасидаги сигнални даврийлашга частотавий соҳада уни дискретлаш (таъсирини!) мос келади.



2. Вақт соҳасида сигнални дискретлашга частотавий соҳада уни даврийлаш (таъсирини) мос келади.



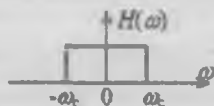
3. Саноклар теоремаси: Энг катта частота ω_M ли чекланган спектрни ағаллаган сигнални янги спектрни бошланғич спектрдан кам бўлмаган ахборот сақлайдиган тарзда дискретлаш мумкин. Бунда дискретлаш частотаси ω_1 қуйидаги шартни қаноатлантириши керак:

$$\omega_1 \geq 2\omega_M$$

2.3. ИМПУЛЬСЛАРНИНГ ИДЕАЛ КУЙИ ЧАСТОТАЛИ ФИЛЬТР ОРКАЛИ УТИШИ

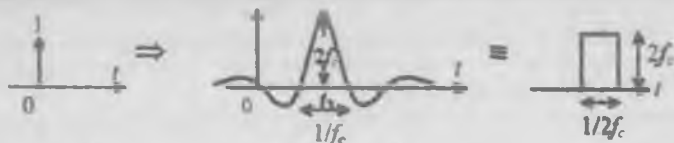
1. Идеал куйи частотали фильтр (КЧФ) кесим частотасидан кичик частотали тебранишларни бузилишсиз ўтказди.

$$H(j\omega) = \begin{cases} e^{-j\omega t_0} & \text{при } |\omega| \leq \omega_c \\ 0 & \text{при } \omega > \omega_c \end{cases}$$



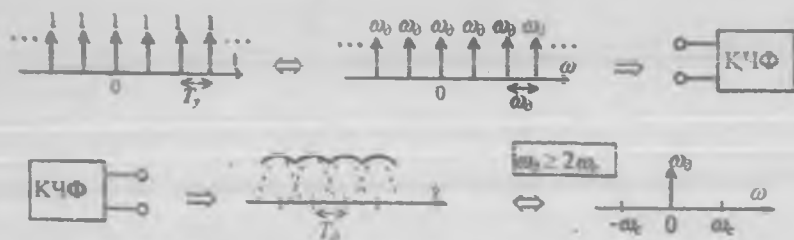
2. Идеал КЧФ оркали бирлик импульс ўтганда, кесим частотаси қанча кичик бўлса, импульс шунча кўпроқ ёйилади.

$$g(t) = 2f_c \frac{\sin \omega_c (t - t_0)}{\omega_c (t - t_0)}$$



Юзасига кўра эквивалент бўлган тўғрибурчакли импульс кесим частотаси тебранишлари ярим даврига тенг бўлган давомлиликка эга. Катта f_c иккала импульс дельта-функцияга яқин бўлади.

3. КЧФ оркали бирлик импульслар даврий кетма-кетлиги ўтганда уларнинг вақт соҳасида ёйилиши ва частота соҳасида камайиши кузатилади.

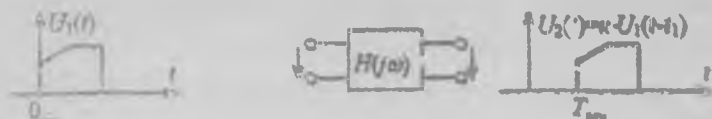


Импульслар утиши частотаси кесим частотаси f_c гача ошганда вақт соҳасида импульслар шундай ёйиладики, улар учларини эгувчи тепа қисминигина кузатиш мумкин. Бу ҳолга частота соҳасидаги битта импульс мос келади.

4. $f_0 \geq 2f_c$ шарт бажарилса, КЧФ-нинг ундан ўтаётган сигналларга таъсири қалит - дискретизатор таъсирига тесқари бўлади.

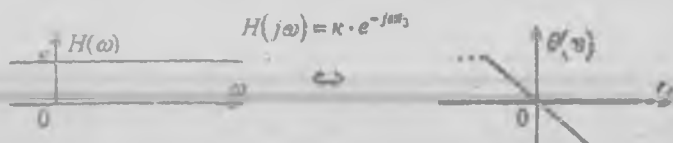
2.6. СИГНАЛЛАРНИН БУЗИЛИШСІЗ УТҚАЗИШ ШАРТИ

1. Сигнални бузилишсиз узатиш



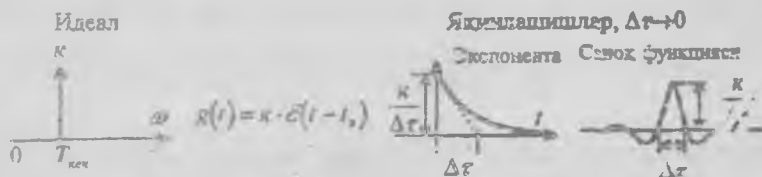
Бунда чиккидагы сигнал киришдагысыга пропорционал булиб, лекин $t_{\text{пер}}$ вақтта кичирелди.

2. Частоталар соҳасида сигнални бузилишсиз узатиш шарты.



Сигналга тегишли частоталар оралигида АЧХ текис, ФЧХ эса - чизикли камаювачи функция булиши керак.

3. Вақт соҳасида бузилишсиз узатиш шарты.



Идеал ҳолда импульсли тавсиф чизикли импульс, реал ҳолда эса шаклига қўра унга яқин булиши керак.

Бу эса ушбу икки шарт бажарилгандагина мумкин:

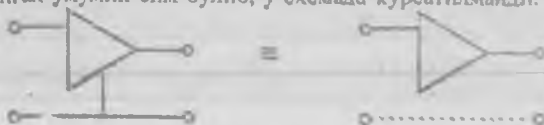
- киришдаги сигнал чекланган частоталар диапазолига эгаллиги;
- занжирнинг импульсли тавсифи давомлилиги бўлишига эришилганда таркибдаги максимал частота тебранишларнинг ариқ камаювачи катта эмас.

23.1. АНАЛОГЛИ ВА ДИСКРЕТЛИ СИГНАЛЛАР

1. Исталган ошда улчаш имконияти мавжуд бўлиб, вақт ичида узлуксиз ўзгаришчи сигнал аналогли сигнал дейилади.

2. Қийматлари маълум бир вақтлардаги оштаридики улчаниш имкони мавжуд бўлган вақт ичида дискрет ўзгаришчи сигнал дискрет сигнал дейилади.

3. Дискрет вақт занжирларида (дискрет сигналли) кириш қисми доимо ер билан уланган умумий сим бўлиб, у схемада курсатилмади.



4. Аналогли сигнал \Leftrightarrow дискретли сигнал T рағли алмаштириш қилини дискретизатор ва ҚЧФ ёрдамида бажарилади.



5. Дискрет сигналлар байт/с-ларини дискрет қийматларини узатиш тезлиги билан характерланади.

байт

$$\text{Танлов} = 1 \text{ с}$$



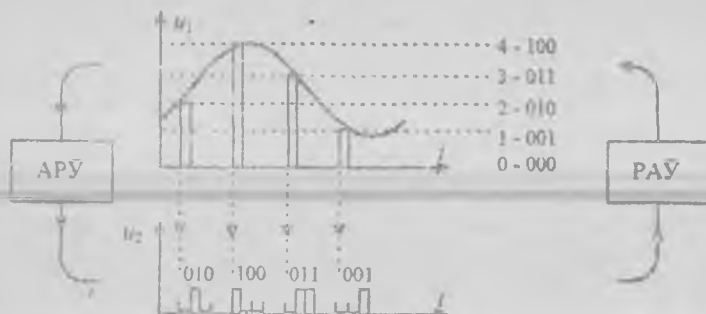
Байт - сигналнинг дискрет қийматларидан бири танланганини билдирувчи минимал ахборот.

Байт/с-даги узатиш тезлиги дискретизация частотаси билан мос келади.

23.2. ДИСКРЕТЛИ ВА РАҚАМЛИ СИГНАЛЛАР

1. Рақамли сигналлар дискрет сигналларнинг хусусий ҳоли бўлиб, уларда исталган импульс амплитудаси учун фақат икки хил қийматли - тоқсиз "0" ва тоқли "1" - ахборот ҳб рилиши мумкин.

2. "Дискретли сигнал \Leftrightarrow аналогли сигнал" тиши рақамли-аналогли узгартиргич (РАҲ) ва аналог-рақамли узгартиргич (АРҲ) ёрдамида амалга оширилади.



3. АРҲ икки босқичда узгартиради:

- сигналнинг ҳарбир дискрет қиймати ҳисоблашнинг ўзлиги тизимидан иккилик тизимга утказилади;
- иккилик тизим сонига икки хил "0" ва "1" ҳолатгагина эга бўлган сигнал мос қўйилади.

$$5 = 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 101$$



4. Рақамли сигналлар бит/с-лардаги узатиш тезлиги билан характерланади.

Танлов = 1 бит



Бит - "0" ва "1" дан иборат икки қийматдан бирини танланганини билдирувчи минимал ахборот.

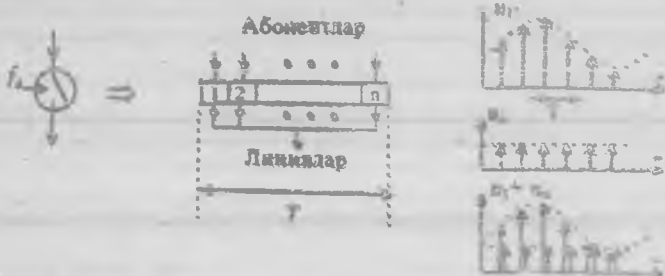
1 байт m та. битга тенг. m - ишлатиладиган иккилик қилиниги рақамлари сони.

5. 1 бит/с катталиқни ЧФЭ орқали ўтказиш учун одатда 2 Гц кенгликдаги частоталар оралиғи керак бўлади.

23.3. СИГНАЛЛАРНИН ВАКТ БУЙИЧА АЖРАТИШИ

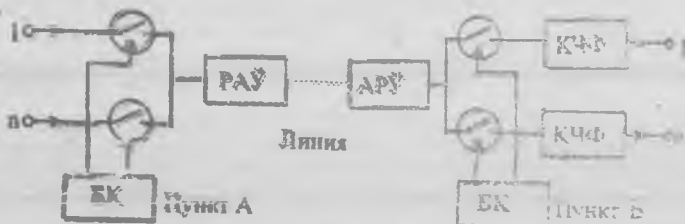
1. Бир неча кириш ва чиқишларга эга бўлган ва бирор турдаги вазифани (кучайтиргич, филтър ва х.к.) бажара олаётган замқор тизим дейилади.

2. Каналларни вақт бўйича ажратирати тизимнинг ишловига зарфоб абонентга ўзи учун индивидуал ишлаш вақтини ажратиб беришга асосланади.



3. А. Индивидуал ишлаш вақти индивидуал калит-дискретизатор демактлар.

Б. Линия орқали рақамли сигналлар узатилади.



БК - калитнинг бошқарувчи қуръима.

В. Коммутациянинг бажариши учун АТС га абонентларнинг кирувчи ва чиқувчи линиялари уланади.



Фазовий коммутацияда кирувчи ва чиқувчи линиялар рақамлари бирхил, вақт бўйичада аса - хархил.

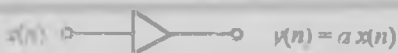
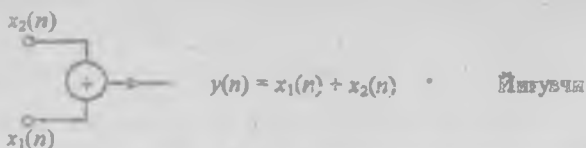
КК - бирисеча вақт интервалига кечиктирувчи қуръима.

23.4. РАҚАМЛИ ФИЛЬТР ВА УНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИ

1. Дискрет сигналларда ахборот элтишни санок рақами n га боғлиқ бўлган импульсларни $x(n)$ функция бажаради.

2. Импульсларни эгувчи усгидаги баъзириледитан амалларни рақамли фильтр деб аталувчи қурилма бажаради.

3. Рақамли фильтр ҳисоблаш техникаси воситаларга ёрдамда амалга оширилади ва унга қисман 1.50рат:



Коеффициентга
кўпайтиргич



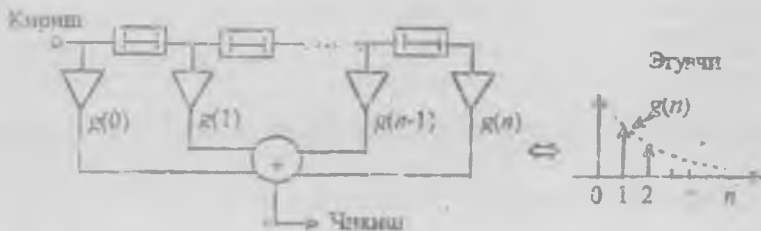
Вақт бўйича кечик-
тириш элементи

4. Рақамли фильтр синтези уч босқичдан иборат:

А. Сигнални эгувчи функция устида керакли амални бахарувчи аналогли қурилма топиллади.

Б. Аналогли қурилманинг импульсий тасвифи эгувчиси $g(n)$. Бўлган импульслар кетма-кетлиги n ринишида дискретланади.

В. Рақамли фильтр модели ҳосил қилинади.



3-Мавзу бўйича текшириш учун саволлар ва масалалар

1. Қуйидагиларни сўз билан таърифланг:
 - а) Регуляр ва сингуляр функциялар;
 - б) Бирлик функция $1(t)$ ва дельта-функция $\delta(t)$;
 - в) Тахлилнинг вақт усули;
 - г) умуллаштирилган дифференциаллаш;
 - д) занжирнинг ўтиш тавсифи;
 - е) занжирнинг импульсий тавсифи;
 - ж) Функцияларни ўрамлаш;
 - з) Тахлилнинг частотавий усули;
 - и) Импульсий сигнал;
 - к) Козик-деврли функция;
 - л) Сигнални дискретлаш ва даврийлаш;
 - м) идеал қуйи частотали филтър;
 - н) частотавий ва вақт соҳаларида сигнални бузылишсиз узатиш шартлари;
 - о) Аналогли, дискретли ва рақамли сигналлар;
 - п) рақамли филтър.
2. Қуйидаги алмаштиришларни чизма ёрдамида тушунтиринг:
 - а) Одатдаги манбани биртомонли сигналга;
 - б) $1В$ қийматли манбани $1(t)$ ёки $\delta(t)$ тонфасидаги таъсирга;
 - в) таъсирларни чизикли импульслар кетма - кетлигига;
 - г) аналогли сигнални дискретлига;
 - д) дискретли сигнални аналоглига;
 - е) Дискретли сигнални рақамлига;
 - ж) Рақамли сигнални дискретлига;
3. Қуйидаги тушунчаларни ўзаро боғловчи ифодаларни кўрсатинг:
 - а) Бирлик функцияни ва дельта функцияни;
 - б) Занжирини ўтиш тавсифини за операторли узатиш функциясини;
 - в) занжирнинг импульсий тавсифини;
 - г) занжирнинг ўтиш ва импульсий тавсифини;

д) $e^{j\omega_0 t}$, $1(t)e^{j\omega_0 t}$, $1(t)$ ва $\delta(t)$ тонфасидаги намунавий сигналларнинг оригиналлари ва Фурье бўйича тасвирларини;

 - е) Оригиналларни ўрамлаш оригиналларининг Фурье бўйича тасвирлари кўпайтмасини;
 - ж) Оригиналлар кўпайтмаси ва оригиналларнинг Фурье бўйича тасвирлари ва унинг Фурье бўйича тасвирини.
4. Қуйидагиларнинг босқичларини кўрсатинг:
 - а) Вақт усулида тахлил этишининг;
 - б) частотавий усулда тахлил этишининг;
 - в) рақамли филтрни сингезлашнинг.
5. Сигналларни узатувчи оддий РС-занжир ҳосил қилинг. Олдин унинг оператор узатиш функциясини, сунгра узатиш ва импульсий тавсифларини топинг.

6. а). чизикли импульслар кетма-кетлигининг қадами τ -дан кичик бўлган,

б). чизикли импульслар кетма-кетлигининг τ -дан қадами катта бўлган - ҳолатлар учун "чўзиш" усули билан давомлилиги τ булган тўғрибурчакли импульснинг қозик-деворли функция билан ўрамлашини толинг.

7. Оддий RL-занжир ҳосил қилинг. Таъсир сигнали биртомонли косинусидадан иборат бўлса, ушбу занжирнинг жавобини толинг.

6-МАВЗУ. ТҮРТҚУТБЛИКЛАР ВА УЗУН ЛИНИЯЛАР

6.1. 6-Мавзу бўйича маърузалар тарихи ва ўқув мақсадлари

Маърузалар тарихи:

1. 24-маъруза. Тўртқутблик ва унинг узатиш тенгламалари. Тўртқутбликнинг параметрлари. Тўртқутбликнинг алмаштириш схемалари. Тўртқутбликнинг тавсифий параметрлари. [1,2,3,4,5,6,7].
2. 25-маъруза. Симметрик тўртқутбликнинг тавсифий параметрлари. Симметрик тўртқутбликларни каскадли-мосланган бириктириш. Тўлқин тушунчаси ва тўлқинни бузилишсиз узатиш тушунчаси. Тўртқутбликнинг ишчи параметрлари. [1,2,5,6,7,9].
3. 26-маъруза. Узун линиялар, уларнинг бирламчи параметрлари. Линиянинг телеграф тенгламалари ва иккиламчи параметрлари. Линиядаги тушувчи ва қайтувчи тўлқинлар. [1,2,5,6,7,9].
4. 27-маъруза. Узун линиянинг узатиш тенгламалари. Узун линия орқали импульслар узатиш. Исрофсиз линия. Толали тўлқин ўтказгич ҳақида тушунча. [1,2,5,6,7,9].

Ўқув мақсадлари (ўрта қавс ичида микромавуларнинг тартиб рақамлари кўрсатилган):

- [24.1]. Тўртқутблик таърифини ва унинг узатиш тенгламаларининг олти турини билиш.
- [24.2]. Тўртқутбликнинг қулай иш режимида унинг параметрларини топа билиш.
- [24.3]. Пассив (бошқарилувчи манбалари бўлмаган) ва актив (бошқарилувчи манбалари бўлган), тўртқутбликларнинг асосий алмаштириш схемаларини билиш. Ҳисоблашларда кучайтиргичлар моделларидан фойдалана билиш.
- [24.4]. Тўртқутбликнинг тўлқин назарияси ҳақида тасаввурга эга бўлиш. Тавсифий қаршиликлар ва тавсифий узатиш доимийси таърифларини билиш.
- [25.1]. Мосланган режимда уланган пассив симметрик тўрт қутбликдаги кучланишлар ва тоқлар ораларидаги муносабатларни билиш. Салт иши ва қисқа туташув режимларини қўллаб, унинг характеристик параметрларини топа олиш.
- [25.2]. Каскадли мосланиб бириктирилган тўртқутбликлар таърифини билиш. Бундай бириктиришнинг турли нуқталаридаги кучланиш ва тоқларни ҳисоблай олиш.
- [25.3]. Тўлқин таърифини ва унинг каскадли мосланиб бириктирилган тўртқутблик орқали ўтишини билиш. Бундай бириктирилганда тўлқинни бузилишсиз узатиш шартини билиш.

[25.4]. Манбани юк билан идеал тарзда мослаш режимини билиш ва туртқутбликнинг ишчи параметрларини киритиши мақсадини билиш. Туртқутбликнинг ишчи параметрларини ва ишчи узатиш функцияси таърифларини билиш.

[26.1]. Узун линия таърифини ва унинг турларини билиш. Узун линиянинг бирламчи параметрларини ва уларнинг намунавий частотавий боғланишларини билиш.

[26.2]. Узун линиянинг телеграф тенгламаларини ва уларнинг ечимларини билиш. Иккиламчи параметрлар таърифи ва уларнинг намунавий частотавий боғланишларини билиш.

[26.3]. Тунгувчи ва қайтувчи тўлқинлар, фазавий тезлик ва уларнинг тарқалиши таърифларини билиш. Узун линия иккиламчи параметрларининг физик маъноларини билиш.

[27.1]. Узун линияни туртқутблик тарзида тасаввур эта билиш, унинг узатиш тенгламаларини билиш. Югурувчи тўлқин режими таърифини билиш ва бу режимдаги узатиш тенгламаларини билиш. Линия киришидаги ва чиқишидаги қайтиш коэффициентлари ифодаларини билиш.

[27.2]. Бузилиш киритмайдиган линия таърифини билиш. Турғибурчакли импульслар тарқалишининг учта ҳолатини билиш:

- кам исрофли бузилиш киритмайдиган линияда;
- исрофли линияда;
- кириш мосланмаган линияда.

[27.3]. Исрофсиз узун линиянинг иккиламчи параметрлари ва узатиш тенгламалари таърифини билиш. Бундай линиядаги югурувчи ва турғун тўлқинлар режимларини билиш. Чорак тўлқинли исрофсиз линиянинг юкланган, салт иши ва қисқа туташув режимлардаги хоссаларини билиш.

[27.4]. Толали тўлқинўтказгич таърифини ва унга линиялар назариясини татбиқ этиш хусусиятларини тасаввур этиш.

6.2. 6-марту бўйича илмурузлар конспектлари

6.2.1. 24-мартуруз

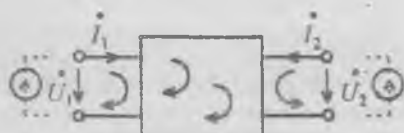
24.1. ТҮРТКУТБЛИК ВА УНИНГ УЗАТИШ ТЕНГЛАМАЛАРИ

1. Икки жуфт учларининг ҳар бир жуфти орқали қийматлари тенг ва йўналишлари қарама-қарши бўлган тоқлар ўтадиган қилиб тузилган электр занжири тўрткутблик дейилади.



Манба билан сигнални қабул қилувчи орасида уланган реал электр электр занжири тўрткутблик деб қаралиши мумкин.

2. Тўрткутблик ташқи учларидаги қучланишлар ва тоқларни ўзаро бўловчи тенгламалар узатиш тенгламалари дейилади.



Ичида номустанкил
манбаълар йўқ!

$$\dot{i}_1 = \frac{\Delta_{11}}{\Delta} \dot{U}_1 + \frac{\Delta_{12}}{\Delta} \dot{U}_2$$

$$\dot{i}_1 = \frac{\Delta_{21}}{\Delta} \dot{U}_1 + \frac{\Delta_{22}}{\Delta} \dot{U}_2$$

$$\dot{i}_1 = Y_{11} \dot{U}_1 + Y_{12} \dot{U}_2$$

$$\dot{i}_1 = Y_{21} \dot{U}_1 + Y_{22} \dot{U}_2$$

Узатиш тенгламаларини тўрткутблик учларига манбаълар улаб, одатдаги маълум усуллар, масалан, КТУ ёрдамида олиш мумкин.

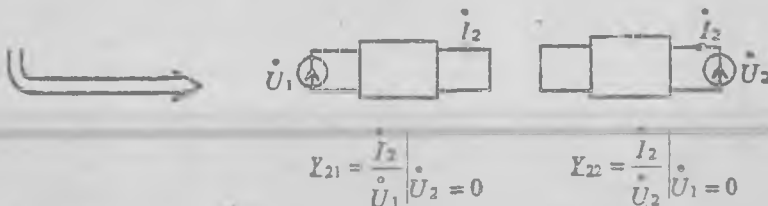
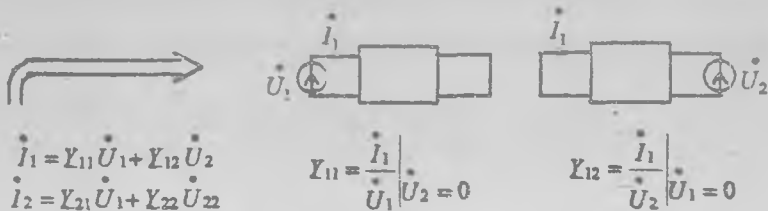
3. Узатиш тенгламаларининг Y -, Z -, H -, G -, A - ва B - параметрлар тизимларидаги олти шакли мавжуд.

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \dot{i}_1 \\ \dot{i}_2 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{i}_1 \\ \dot{i}_2 \end{bmatrix} \Rightarrow \\ \Rightarrow \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} \\ H_{21} & H_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{i}_1 \\ \dot{i}_2 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} \dot{i}_1 \\ \dot{i}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} \\ G_{21} & G_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} \Rightarrow \\ \Rightarrow \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{i}_1 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{U}_2 \\ -\dot{i}_2 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} \dot{U}_2 \\ \dot{i}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ -\dot{i}_1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

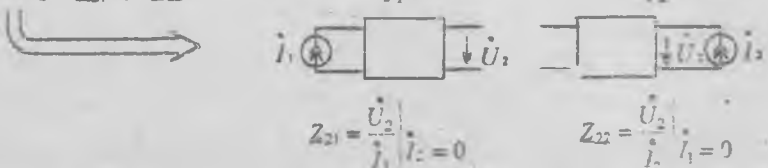
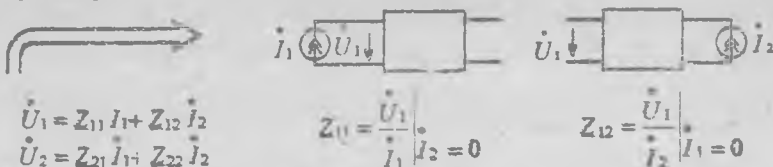
24.2. ТҮРТКУТБЛИКНИНГ ПАРАМЕТРЛАРИ

1. Узатиш тенгламалари таркибига кирувчи коэффициентлар тўрткутбликнинг параметрлари дейилади.

2. Тўрткутбликнинг исталган нар метри битта мустақил узгарувчиси (ток ёки кучланиш) нольга интиладиган, иккинчиси эса манба ёрдамида қосил қилинадиган режим ёрдамида топилиши мўмкин.



3. Тўрткутблик параметрини аниқлаш имконини берувчи бундай махсус режим икки жуфт учлардан бир жуфтига яқин ё қисқа туташтирилишига ёки салт ишлатишга тўғри келади.



4. Тўрткутбликнинг ички тузилиши унинг параметрларини чегаралайди:

$Y_{11} = Y_{22}$ - симметрик тўрткутбликлар учун (қараш ва қянш томонларидан бирга);

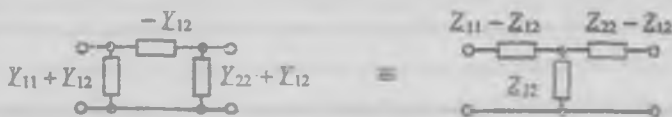
$Y_{12} = -Y_{21}$ - пассив тўрткутбликлар учун (таркибда номустақил манбалар бўлмаган).

24.3. 1 ҲАҚҚАТЛИК ҲАРИНИҲ АЛМАШТИРИШ СХЕМАЛАРИ

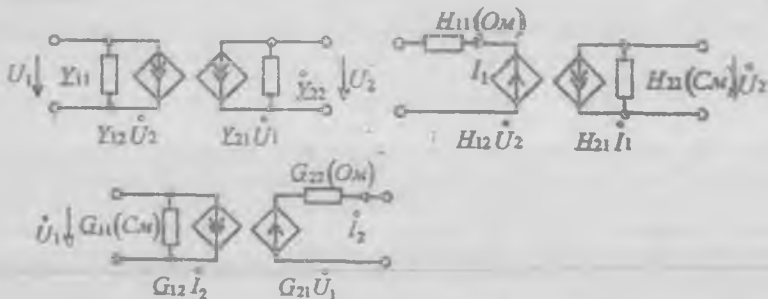
1. Агар икки тўртқутблик бирхил узатиш тенгламалари билан тавсифланса, улар узаро эквивалентдир (Узароалмашинувчи).

Йсталган тўртқутблик учун узатиш тенгламаларидан фойдаланиб, унинг турли моделларини (алмаштириш схемалари) олиш мумкин.

2. Пассив (бошқарилувчи манбалари бўлмаган) тўртқутбликларнинг алмаштириш схемалари $Y_{12} = Y_{21}$ шарт асосида олинади.

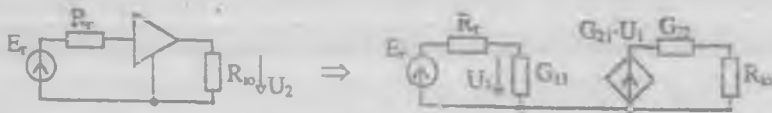


3. Актив (бошқарилувчи манбалари бўлган) тўртқутбликларнинг алмаштириш схемалари кўпинча, Y -, H - ёки G - параметр асосида олинади.



Кучайтиргичларга тегишли моделларда кўпинча Y_{12} , G_{12} , H_{12} - параметрлар нолга тенг деб ҳисобланади.

4. Қўлашга доир мисол. Таркибида манба, кучайтиргич ва юк қаршилиғи бўлган схемада қучланиш бўйича узатиш коэффициентини топилсин.



$$U_2 = \frac{E_r \frac{1}{R_r + \frac{1}{G_{11}}}}{\frac{G_{21} \cdot R_{10}}{G_{22} + R_{10}}} \Rightarrow H_{11} = \frac{U_2}{E_r} = \frac{G_{21} R_{10}}{(1 + G_{11} R_r)(G_{22} + R_{10})}$$

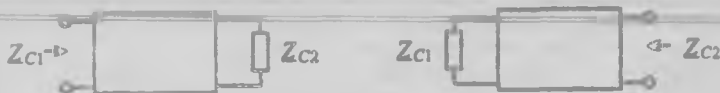
24. ТҮРТКУТБЛИКНИНГ ТАВСТИЙИ ПАРАМЕТРЛАРИ

1. Тўрткутбликнинг тўлиқ назарияси ² (гаусий (характеристик) параметрлар назарияси), уни бирор узатувчи муҳит тарзида талқин қилиб, бу муҳит келадиган сигналга нисбатан уч тил вазифаси утайди:

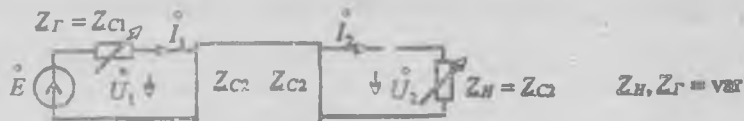
- қайтаради (киришда ва чиқишда);
- қувватлаштириб утказди;
- вақт бўйича силжитади (кечиктиради).

2. Қуйидаги шартлари қаноатлантирувчи иккита Z_{C1} ва Z_{C2} қаршиликлар характеристик қаршиликлар дейилади:

- чиқишда Z_{C2} қаршиликка юklangан тўрткутбликнинг кичик қаршилиги Z_{C1} га тенг;
- киришда Z_{C1} қаршиликка юklangан тўрткутбликнинг кичик қаршилиги Z_{C2} га тенг.



3. Манба қаршилиги Z_{C1} билан, юк қаршилиги эса Z_{C2} билан тенг қилиб оlingан режим тўрткутбликнинг мос уланган режим дейилади.



Агар характеристик қаршиликлар тола резистив характерда ($Z_c = R_c + jx_c = R_c$) бўлса, у ҳолда мос уланган режим манбадан юкка максимал қувват узатилишини билиради.

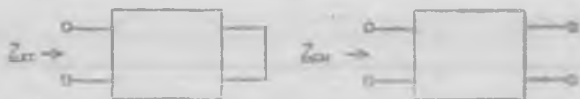
4. Характеристик узатиш доимийси Γ деб, мос уланган режимдаги тўрткутблик киришдаги ва чиқишдаги қувватлар нисбатидан оlingан натурал логарифмнинг ярмига айтилади.

$$\frac{\dot{U}_1 \dot{I}_1}{\dot{U}_2 \dot{I}_2} = e^{2\Gamma}$$



25.1. ПАССИВ СИММЕТРИК ТЎРТУҚУБЛИКНИНГ ТАВСИФИЙ ПАРАМЕТРЛАРИ

1. Характеристик параметрлар салт иши ва киска туталув каршилиги рамида осон топилади.



$$Z_{сх} = \sqrt{Z_{схл} \cdot Z_{схп}} = \sqrt{\frac{A_{12}}{A_{21}}}$$

$$\text{th } \Gamma = \sqrt{\frac{Z_{схл}}{Z_{схп}}} = \frac{\sqrt{A_{12}A_{21}}}{A_{11}}$$

⇒

$$\dot{U}_1 = ch \Gamma \dot{U}_2 + Z_{сх} sh \Gamma \dot{I}_2$$

$$\dot{I}_1 = \frac{sh \Gamma}{Z_{сх}} \dot{U}_2 + ch \Gamma \dot{I}_2$$

Тўртқубликнинг узатиш тенгламаларини унинг характеристик параметрлари орқали ифодалаш мумкин.

$$2. \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} \Gamma$$

Мос уланган режим шароитида тўртқублик чиқишидаги ва киришидаги кучланишлар (токлар) нисбатлари фақат битта параметр Γ билан аниқланади.

$$3. \Gamma = A_{сх} + jB_{сх}$$

$A_{сх}$ - характеристик кувват узатиш
 $B_{сх}$ - характеристик фаза

$$4. A_{сх} = \frac{1}{2} \ln \frac{U_1 I_1}{U_2 I_2} = \ln \frac{U_1}{U_2} \left[\frac{Hn}{\Gamma} \right]$$

$A_{сх}$ - мос уланган тўртқублик орқали узатилаётган сигнал кувватининг кучсизланиши курсатади.

Непер - икки кувланиш нисбатининг натурал логарифм масштабидаги ичов бирлиги.

$$A_{сх} = \lg \frac{U_1 I_1}{U_2 I_2} [B] = 10 \lg \frac{U_1 I_1}{U_2 I_2} [dB]$$

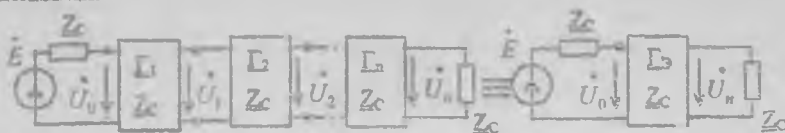
Бел - икки кувват нисбатининг улчов бирлиги. Унли логарифмлар масштабида 1 бел 10 децибел ва 1,15 неперни ташкил этади.

$$5. B_{сх} = \arg \dot{U}_1 - \arg \dot{I}_2$$

$B_{сх}$ - мос уланган тўртқублик орқали узатилаётган сигнал кувланиши аргументи (бошланғич фазаси) нинг ўзгаришини курсатади.

25.2. СИММЕТРИК ТҮРТКУТБЛИКЛАРНИНГ КАСКАДЛИ-МОСЛАНГАН БИРИКТИРИЛИШИ

1. Бирнеча симметрик тўрткутбликлардан бириктирилиши ч.д.ишн иккинчисининг кириш., иккинчисининг ч.д.ишн учинчисининг кириши ва ҳ.к., бўлиб хизмат қилса, бундай уларчи каскадли мосланган уланни дейилади.

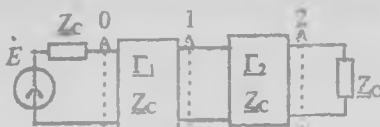


2. Бирнеча каскадли уланган тўрткутбликлар характеристик қаршиликлари, манба қаршилиги ва юк қаршилиги ўзаро тенг бўлсалар, бундай каскадли уланни мосланган дейилади.

$$\frac{\dot{U}_0}{\dot{U}_n} = \frac{\dot{U}_0}{\dot{U}_1} \cdot \frac{\dot{U}_1}{\dot{U}_2} \cdot \dots \cdot \frac{\dot{U}_{n-1}}{\dot{U}_n} \Rightarrow \boxed{\Gamma_0 = \Gamma_1 + \Gamma_2 + \dots + \Gamma_n}$$

Каскадли мосланган уланниши характеристик қаршилиги худди ушундай Z_c бўлган, характеристик узатиш доимийси эса ташқил этувчи тўрткутбликлар узатиш доимийлари йиғиндисига тенг бўлган эквивалент тўрткутблик билан алмаштириш мумкин.

3. Қўллашга доир мисол. Узатиш трактининг учта қисми учун кучланишлар, қувватлар қатъиятини ва узатиш абсолют сатҳини ҳисобланг.



Берилган:

$$E_1 = 1 \text{ В} \quad Z_c = 500 \text{ Ом}$$

$$\Gamma_1 = A_c = 10 \text{ дБ}$$

$$\Gamma_2 = jB_c = j90^\circ \text{ дБ}$$

Бизга маълум:

Қесим тартиби	0	1	2
\dot{U} [В]	0,775	0,245	$0,245e^{-j90^\circ}$
P [мВт]	1	0,1	0,1
P_s [дБм]	0	-10	-10

бунда кучланишлар:

$$\dot{U}_0 = \frac{E_r}{2}$$

$$\dot{U}_1 = \dot{U}_0 e^{-\Gamma_1}$$

$$\dot{U}_2 = \dot{U}_1 e^{-\Gamma_2}$$

$$\text{ва қувват } P_1 = \frac{U^2}{Z_c}$$

Узатиш абсолют сатҳини аниқлаш ифодаси:

$$P_o = 10 \lg \frac{P(\text{мВт})}{1(\text{мВт})} \text{ [дБм]}$$

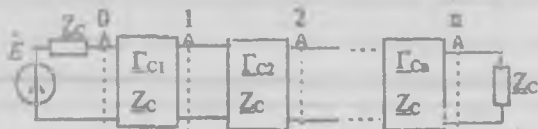
Сўнги улчов бирлик децибел-милливатт дейилади.

25.3. ТҮЛКҢҢНІ ТУШУНЧАСИ ВА ТҮЛКІНІНІ БУЗИЛИШСІЗ УЗАТИШ ТУШУНЧАСИ

1. Сигналнинг вақтигина эмас, балки манбадан юкка қараб ёналишида бош-б утган масофасига ҳам боғлиқ бўлган алоҳида турли түлкин дейилади.

2. Түлкиннинг масофа функциясида ёзилиши

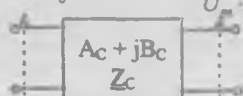
$$U_k = U_0 e^{-L_1} \cdot e^{-L_2} \dots e^{-L_n}$$



n - кесимнинг санок рақами. утилган масофани тасвирлайди.

3. $U_m \cos \omega_0 t$ шаклидаги элементар түлкин түрткүтблик орқали ўтганда амплитудаси буйича сунади ва вақт буйича кечикаши.

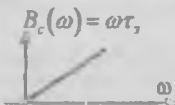
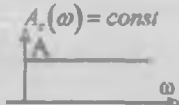
$$U_m \cdot \cos \omega_0 t$$



$$U_m \cdot e^{-A_c} \cdot \cos \omega_0 \left(t - \frac{B_c}{\omega_0} \right)$$

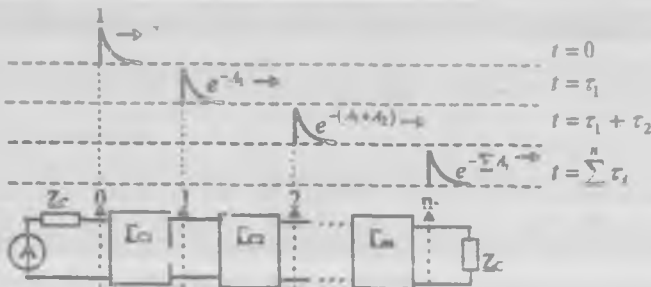
B_c/ω_0 - түлкиннинг түрткүтбликтан ўтишда сарфлаган вақти.

4. Мураккаб сигнал $U_m \cos \omega_0 t$ шаклидаги жуда кўп гармоникалардан иборат. Бу сигналлар түрткүтблик орқали ўтганда амплитудалари бир хил e^{-A_c} марта кучсизланиши ва вақт буйича τ_{act} катталикка кечикиши учун, түлкиннинг бузилишсиз узатиш шарти баҳарилиши керак:



Түлкнни бузилишсиз узатиш шартлари!

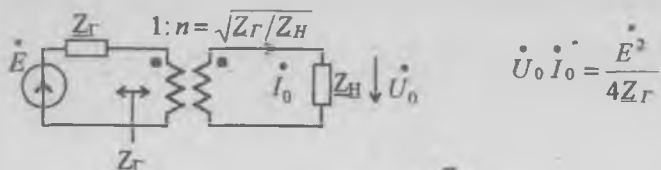
5. Характеристик узатиш доимийси $L_n = A_n + j\omega \tau_n$ бўлган бузилиш киритмайилган каскалми ўланган түрткүтбликлар орқали түлкиннинг силжиши:



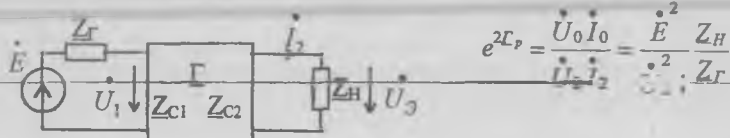
25.4. ТҮРТКУТБЛИКНИНГ ИШЧИ ПАРАМЕТРЛАРИ

1. Ишчи параметрлар фойдаланилаётган (ишчи) режимнинг манба ва юкнинг ўзаро идеал мосланган режимдан-четланишларини баҳолаш учун киритилади.

Идеал мосланган режимда манба юк билан идеал трансформатор воситасида шундай уланадики, бунда тўлқиннинг ҳамма қуввати манбадан юкка узатилади.



3. Ишчи узатиш доимийси деб, идеал мосланган режимдаги юкда ажралаётган тўлқин қувватининг унда ишчи режимда ажралаётган қувватга нисбатидан олинган натурал логарифмнинг ярмига айтилади.



4. $\Gamma_p = A_p + jB_p$

A_{nm} - ишчи кучсизланиш
 B_{nm} - ишчи фаза.

5. Тўрткутблик кириши ва чиқишидаги мосланган режимда.

$$A_{nm} = A_{svc} + \frac{1}{2} \ln \left| \frac{1}{1-p_1} \right| + \frac{1}{2} \ln \left| \frac{1}{1-p_2} \right| + \ln |1-p_1 p_2 e^{-2l}|,$$

бунда p_1 ва p_2 - киришдаги ва чиқишдаги қайтиш коэффициентлари:

$$p_1 = \frac{Z_G - Z_{C1}}{Z_G + Z_{C1}}, \quad p_2 = \frac{Z_H - Z_{C2}}{Z_H + Z_{C2}}$$

6. Манба ва юк қаршиликлари тоза резистив характерда бўлса, ишчи узатиш функциясидан фойдаланилади:

$$H(j\omega) = e^{-\Gamma_p} = \frac{U_2 \cdot 2}{E} \sqrt{\frac{R_G}{R_H}}$$

$H_p(j\omega) = H_p(\omega) e^{j\theta_p(\omega)}$

$H_p(\omega)$ - ишчи АЧХ

$\theta_p(\omega)$ - ишчи ФЧХ

2.1.1. УЗУН ЛИНИЯЛАР, УЛАРИНИНГ БИРЛАМЧИ ПАРАМЕТРЛАРИ

1. Манбани сигнал қабул қилгич билан бириктирувчи сигнал жуфти линияи дейилади.
2. Узатилаётган сигнал тўлиқси узунлигидан кўп марта узунликка эга бўлган линияи узун линияи дейилади.

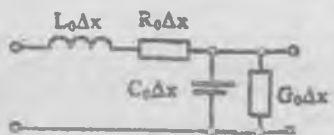
$$l \gg \lambda \quad \lambda = \frac{c}{f} = \frac{\text{Ёрунлик тезлиги}}{\text{Сигнал частотаси}}$$

Линияларда сигналлар ёрунлик тезлигига яқин тезликда тарқалади. ($c \approx 3 \cdot 10^8$ м/с).

3. Узун линиялар турлари

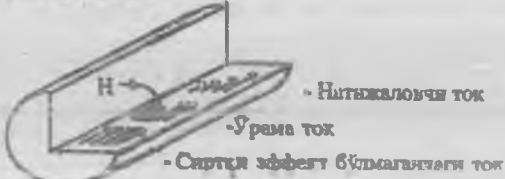


4. Δx узунликдаги линия бўнағининг эквивалент схемаси.

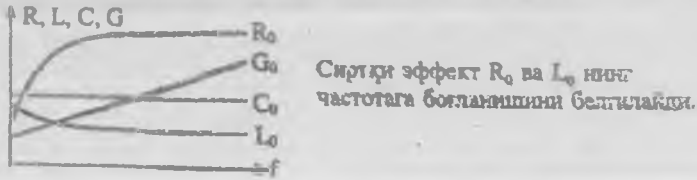


L_0 [Гн/км], R_0 [Ом/км],
 C_0 [Ф/км], G_0 [См/км]
 - линиянинг бирламчи параметрлари

5. Сиртки эффект

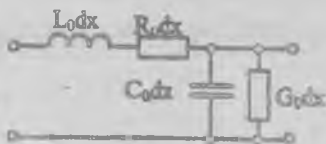
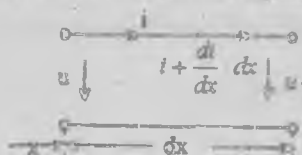


6. Линия битламчи параметрларининг частотага боғланишлари намунаси.



26.2. ЛИНИЙНИЙ ТЕЛЕГРАФ ТЕЖИЛАМАЛАРИ ВА ИККИЛАМЧИ ПАРАМЕТРЛАРИ

1. Линияни идеallashtirish



2. Телеграф тежламалар Умумий кўришда

$$-\frac{\partial u}{\partial x} = R_0 i + L_0 \frac{\partial i}{\partial t}$$

$$-\frac{\partial i}{\partial x} = C_0 \frac{\partial u}{\partial t} + G_0 u$$

Стационар режим учун

$$-\frac{dU}{dx} = (R_0 + ja\omega L_0) I$$

$$-\frac{dI}{dx} = (G_0 + ja\omega C_0) U$$

3. Телеграф тежламаларнинг ечими

$$U = A_1 e^{-\gamma x} + A_2 e^{\gamma x}$$

$$I = \frac{A_1}{Z_B} e^{-\gamma x} - \frac{A_2}{Z_B} e^{\gamma x}$$

Иккиламчи параметрлар

$$\gamma = \sqrt{(R_0 + ja\omega L_0)(G_0 + ja\omega C_0)}$$

$$Z_B = \sqrt{\frac{R_0 + ja\omega L_0}{G_0 + ja\omega C_0}}$$

4. $\gamma = \alpha + j\beta$

γ - тарқалтиш доимийси

α - ҳучсизлангиш коэффициентини [дБ/км]

β - фаза коэффициентини [рад/км]

Намунавий қийматлари $\alpha = 0,1 + 5$ [дБ/км], $\beta = 5 \cdot 10^{-6} \cdot \omega$ [рад/км]

5. $Z_B = Z_B e^{j\theta}$

Z_B - тўлқин қаршилиги

Z - унинг модули [Ом]

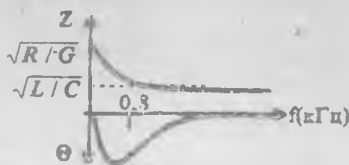
θ - унинг аргументи [рад]

Намунавий қийматлари $Z_B = 600$ или 1500 Ом, $\theta = 0^\circ + -20^\circ$.

6. Иккиламчи параметрларнинг частотага боғлиқлиги.



$$\alpha \approx \frac{R_0}{2} \sqrt{\frac{G_0}{L_1} + \frac{G_0}{2} \sqrt{\frac{L_0}{C_0}}}, \quad \beta \approx \omega \sqrt{L_0 C_0}$$



26.3. ЛИНИЯДАГИ ТУШУВЧИ ВА ҚАЙТУВЧИ ТЎЛҚИНЛАР

1. Линиянинг исталган нуқтасидаги кучланиш ва токни икки тўлқин - тушувчи ва қайтувчи тўлқинларнинг жамланиш натижаси деб қараш мумкин.

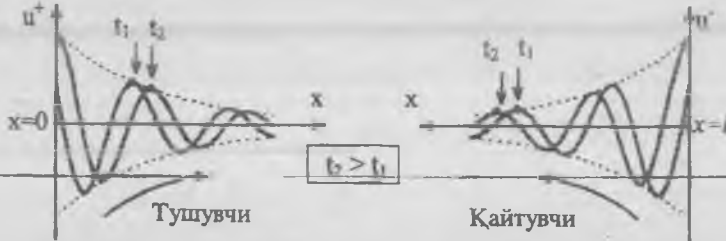
2. Тушувчи тўлқин манбадан юкка қараб тарқалади.

$$\dot{U}^+ = A_1 e^{-\gamma x} \Rightarrow u^+ = \sqrt{2} A_1 e^{-\alpha x} \cos(\omega t - \beta x + \psi_1)$$

3. Қайтувчи тўлқин юкдан манбага қараб тарқалади.

$$\dot{U}^- = A_2 e^{\gamma x} \Rightarrow u^- = \sqrt{2} A_2 e^{\alpha x} \cos(\omega t + \beta x + \psi_2)$$

4. Тўлқиннинг тарқалишини тенг фаза нуқталари координаталарини бирма-бир кузатиш орқали тасаввур этиш мумкин.



5. Тарқалишнинг фазавий тезлиги - бу тенг фаза нуқталарининг тарқалиш тезлигидир.

$$\omega \cdot \Delta t - \beta \cdot \Delta x = 0 \Rightarrow V_\phi = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\omega}{\beta}$$

6. Фазавий тезлик ёруғлик тезлигига яқин. Тўлқиннинг бундай тезлик билан тарқалиши унинг ҳар 1 км да ~ 5 мкс кечикишига олиб келади.

$$V_\phi = \frac{1}{\sqrt{L_0 C_0}} = \frac{c}{\sqrt{\mu' \epsilon'}} \approx 0,707c$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

7. Иккиламчи параметрларнинг физик маъноси.

$$Z_B = \frac{\dot{U}^+}{\dot{I}^+} = \frac{\dot{U}^-}{\dot{I}^-}$$

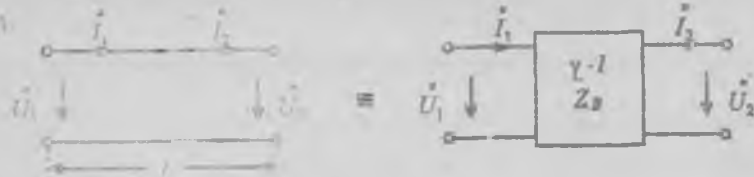
Тўлқин қаршилиги тўлқин комплекс кучланишининг комплекс токига нисбатини белгилайди.

$$e^{2\gamma x} = \frac{\dot{U}_1^+ \dot{I}_1^+}{\dot{U}_2^+ \dot{I}_2^+} \Big|_{x=1}$$

Тарқалиш коэффициенти тўлқин линия узунлик бирлигидан ўтганда унинг қуввати қандай узгараётганини аниқланади.

27.1. УЗУН ЛИНИЯНИНГ ҲАТТИИ ТЕНГЛАМАЛАРИ

1. Линияни тўрткутбик деб қараш мумкин



2. Узун линиянинг ҳаттии тенгламалари

$$U = A_1 e^{-\gamma x} + A_2 e^{\gamma x} \quad x=0$$

$$Z_B I = A_1 e^{-\gamma x} - A_2 e^{\gamma x} \quad \left(\begin{matrix} A_1 \\ A_2 \end{matrix} \right)$$

$$\dot{U}_1 = \text{ch} \gamma l \cdot \dot{U}_2 + Z_B \cdot \text{sh} \gamma l \cdot \dot{I}_2$$

$$\dot{I}_1 = \frac{\text{sh} \gamma l}{Z_B} \cdot \dot{U}_2 + \text{ch} \gamma l \cdot \dot{I}_2$$

3.

$$\begin{cases} \gamma l = \Gamma C \\ Z_B = Z_C \end{cases}$$

Пинияни тўрткутбик деб қаралганда, γl ва Z_B лардан ΓC ва Z_C ларактеристик параметрларга ўтти қўшунилади

4.

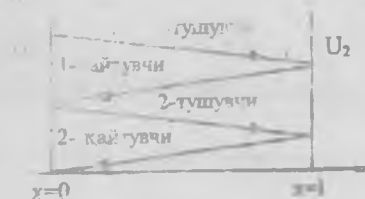
$$\Gamma_{\text{тўт}} = Z_{\text{тўт}} - Z_C$$

Линияда мослиган режим ўрнатилса, унда фақат шунинг тулки тарқалади. Бунда режим югурувчи тулки режимга айланиши ва у максдага мувсуфироқ.

Югурувчи тулки режимда ҳаттии тенгламалари

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_1}{I_2} = e^{\gamma l}$$

5.



Линия киришида ва чиқишида мослачмаган режим бўлса, линияда тушувчи ва қайтувчи тулкилар оқимлари юзага келади.

7. Қайтишнинг мавжудлиги ҳаттии тенгламалардан сигналнинг бузилишига олиб келади, шу сабабли киришдаги ва чиқишдаги қайтиш коэффициентлар каттии нормалаштирилади.

$$\rho_1 = (Z_{\text{тўт}} - Z_B) / (Z_{\text{тўт}} + Z_B)$$

$$\rho_2 = (Z_{\text{тўт}} - Z_C) / (Z_{\text{тўт}} + Z_C)$$

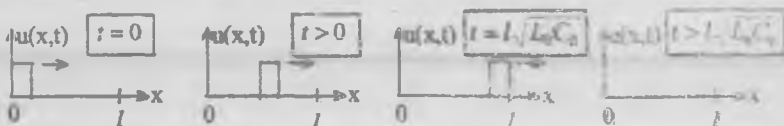
27.2. УЗУН ЛИНИЯ ОРҚАЛИ ИМПУЛЬСЛАР УЗАТИШИ

1. Тўлиқини бузилишсиз узатиш шarti

$$H = \frac{U_2}{U_1} = e^{-\alpha l} e^{j\beta l} \Rightarrow \alpha = \text{const}, \beta = k \omega$$

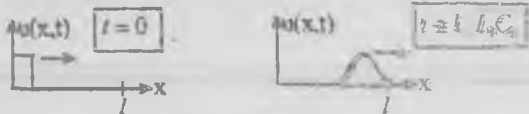


2. Бузилишсиз линияда импульслар узатиши: (жуда кичик исрофли линия).



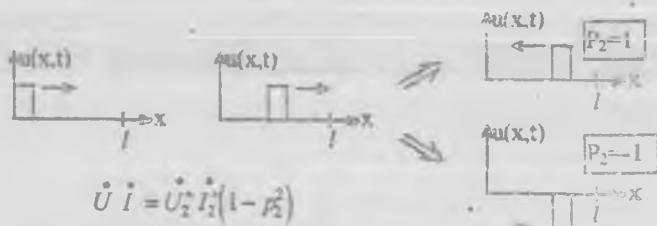
Бундай линияда импульс $l \ll L_0 C_0$ вақта кечиб тарқатади, лекин шакли ўзгармайди.

3. Исрофли линияда импульслар узатиши.



Исрофли линияда импульс вақт бўйича кечиб, амплитудаси суғиб ва шакли Ёйлиб (дисперсия) тарқатади ва бу ҳолат частотавий диапазоннинг чекланганлиги билан боғланган.

4. Чикишда мосланмаган ҳолатда импульслар узатиши.



$$\dot{U} \dot{I} = \dot{U}_2^2 \dot{I}_2^2 (1 - P_2^2)$$

Чикишда мосланмаган ҳолатда характеристик кучсизланишга мосланмаганлик кучсизланиши қўшилади.

27.3. ИСРОФСИЗ ЛИНИЈА

1. Энергия ёйилишим ҳисобга олинмаса ҳам буладиган линия исрофсиз линия дейилади.

$$R_0 \equiv 0, \quad G_0 \equiv 0 \Rightarrow \alpha = 0, \rho = v\sqrt{L_0 C_0} = 2\pi/\lambda$$

$$Z_C = \sqrt{L_0/C_0}$$

2. Исрофсиз линиянинг узатиш тенгламалари.

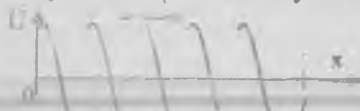
$$\dot{U}_1 = \cos\beta l \cdot \dot{U}_2 + jZ_B \cdot \sin\beta l \cdot \dot{I}_2$$

$$\dot{I}_1 = j \frac{\sin\beta l}{Z_C} \dot{U}_2 + \cos\beta l \cdot \dot{I}_2$$

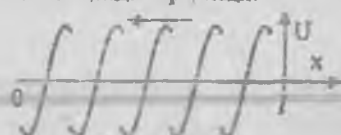
$$= \frac{\dot{U}_1}{\dot{U}_2} = \frac{\dot{I}_1}{\dot{I}_2} = e^{j\omega t}$$

Мосланган режимида

3. Тўлқинлар фақат вақт бўйича ҳечикан ҳолда тарқалади.

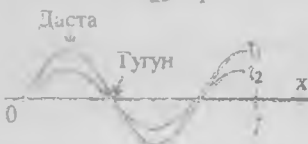


Гушувчи тўлқин



Қайтувчи тўлқин

4. Тургун тўлқин режими гушувчи ва қайтувчи тўлқинлар интерференцияси натижасидир.



$$u^+ = U_m \cos(\omega t - \beta x)$$

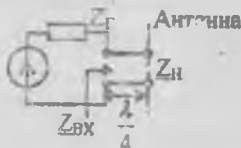
$$u^- = U_m \cos(\omega t + \beta x + 2\varphi)$$

$$u = 2U_m \cos\beta x \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$

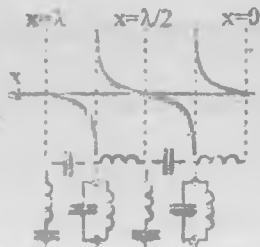
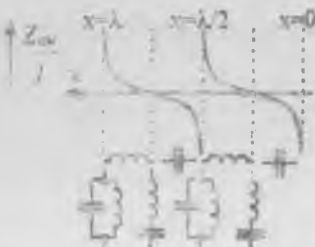
5. Чорак тўлқинли линия - ҳаршиллик инверторидир.

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = 0 + jZ_B \dot{I}_2 \\ \dot{I}_1 = j \frac{1}{Z_B} \dot{U}_2 + 0 \end{cases}$$

$$Z_{HX} = \frac{Z_B^2}{Z_H}$$



Исрофсиз линиянинг кириш ҳаршиллиги

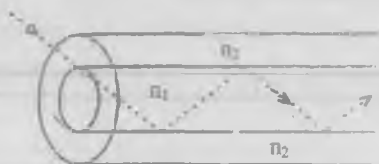


Линия тўлақчалари реактив элементлар ўрнида ишлатилиши мумкин.

27.4. ТОЛАЛИ ЁРУҒЛИК ЎТКАЗГИЧ ТУШУВИ ЧАГИ

1. Толали ёруғлик ўтказгич шипшанинг икки қатлампдан тайёрланган доиравий тиник ишдан иборат бўлиб, унинг марказий қисми қатта синдириш коэффициенти n га, ташқи қисми эса кичик синдириш коэффициенти n_2 га эга.

2. Шипшани тола бўйлаб оптик нурнинг тарқалиши ($\lambda = 0,6 + 1,6 \mu\text{м}$).



Синдириш коэффициентлари $n_1 > n_2$ бўлган иккита диэлектрик муҳитлар ажралиш чегарасида ёруғлик нурининг тула ички қайтиши кузатилади.

3. Ёруғлик ўтказгичда тарқалувчи электромагнит тўлқинлар ёруғлик ўтказгич ўқи бўйлаб югурувчи ва қолган икки йўналишда турғун тўлқинлардир. Бундай мураккаб тўлқинларнинг турли модификациялари моллар дейилади.

4. Уzun линияларнинг тўлқин назарияси бирмодд^{ли} ёруғлик ўтказгичларга қўлланишда қуйидаги хусусиятлар мавжуд:

А. Тўлқин қувват оқими билан характерланади:

$$\dot{U} \cdot \dot{I} (E \cdot H).$$

Б. Ёруғлик ўтказгич муҳити тўлқин қаршилиги Z_T , қучсизланши α ва фаза β коэффициентлари билан характерланади:

$$Z_B = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}; \quad \alpha = f(x); \quad \beta = \omega \sqrt{\mu \cdot \epsilon}.$$

Қучсизланш коэффициенти α шипшанинг ^{кичкени} ~~жачи~~ тозалиги x га жуда боғлиқ.

5. Ёруғлик ўтказгичда тарқалувчи импульсда қуйидаги ўзгаришлар юз беради:

- қувватнинг сўниши $\alpha = 0,5 + 3 \text{ дБ/км}$;
- вақт буйича кечикиши $t_{\text{зам}} \sim 5 \text{ нс/км}$;
- ёйилиши (дисперсия) $\tau = 50 \text{ нс/км}$.

6-Мавзу бўйича текшириш учун саволлар ва масалалар

1. Куйидаги тушунчаларни суз билан ифодаланг:
 - а) тўрткутблик;
 - б) тўрткутбликнинг узатиш тегишлмалари;
 - в) тўрткутбликнинг параметрлари;
 - г) эквивалент тўрткутбликлар;
 - д) тўрткутбликнинг тавсифий қаршиликлари ва мосланган режимда уланиши;
 - е) ТК-нинг тавсифий узатиш доимийси, кучsizланиш ва фазаси;
 - ж) ТК-ларнинг кас адли ва мосланган-каскадли бириктирилиши;
 - з) тўлқин;
 - и) тўлқиннинг ТК орқали бузилишсиз узатилиш шarti;
 - к) Манбаъни юк билан идеал мослаш режими;
 - л) йшчи узатиш доимийси;
 - м) ишчи узатиш функцияси;
 - н) узун линия;
 - о) Узун линиянинг бирламчи ва иккиламчи пар. метрлари;
 - п) тўлқин тарқалишининг фазавий тезлиги;
 - р) Тушувчи ва қайтувчи тўлқинлар;
 - с) линиянинг мосланган уланиш режими;
 - у) Югурувчи тўлқин ва тургун тўлқин;
 - ф) Толали ёрулгидектазгич.
2. Куйидагиларнинг схемаларини хурсатинг (конспектга таяниш мумкин):
 - а) ТК-нинг Н-параметрлари ёки G-параметрларидан бирини улгаш;
 - б) салт иши ва қисқа туташув қаршиликларини улгаш;
 - в) операцион кучайтиргични алмаштириш;
 - г) иккита ТК-ларни каскадли-мосланган бириктириш;
 - д) манба билан юкни идеал тарзда мослаш;
 - е) узунлиги Δx булган линия бўлагига эквивалент булган;
 - ж) линияни маълум бир тавсифий параметрларга ёга булган ТК каби ифодалаш.
3. Учга қаршиликдан гузилган П-симон ТК-нинг У-параметрларини топинг.
4. Т-симон ТК-нинг Z-параметрларини топинг.
5. Иккита ТК-ни узаро каскадли-мосланган холда бириктиринг. Э.Ю.К манбаси, тавсифий қаршилик ва иккала ҳақиқий кийматга ёга булган тавсифий доимийлари хатталикларини маълум деб ҳисоблаб, ҳосил булган ТК-нинг тўртгала қесимларидаги улчланишлар хатталикларини ҳисобланг.

7-МАВЗУ. ЭЛЕКТР ФИЛЬТРАРИ ВА ТЕСКАРИ БОҒЛАНИШЛИ ЗАНЖИРЛАР

7.1. 7-Мавзу бўйича маърузалар мазмуни ва ўқув мақсадлари

Маърузалар мазмуни:

1. 28-маъруза. Электр филтрлари. Таърифи ва турлари. Частотани ва қаршилиқни меъёрлашдан: филтрларни ҳисоблашда фойдаланиш. Филтрларни ҳисоблашда частотани ўзгартириш. Частотани ўзгартириш - АЧТ-да частоталар шкаласини ўзгартириш ва филтр схемасини ўзгартириш демакдир. [1,2,3,4,5,6,7].

2. 29-маъруза. Филтрларни жавалли усулда ҳисоблаш босқичлари. LC-филтрларнинг турли схемалари. ARC-филтрларни жавалли усулда ҳисоблаш хусусиятлари. ARC-филтрларни амалга ошириш. [1,2,4,6,7,8].

3. 30-маъруза. Кучайтиргичларнинг эквивалент схемалари. Тескари боғланиш, турлари ва параметрлари. Манфий тескари боғланишнинг кучайтиргич қаршилиғига ва узатиш коэффициентига таъсири. Турғунлик ва унинг мезонлари. [1,6,7,8].

4. 31-маъруза. Автогенератор. Уйғониш шартлари. Автогенераторнинг муқим режими. Амплитудалар ва фазалар мувозонати (баланси). Автогенераторнинг юмшоқ ва қаттиқ режимида уйғониши. Автогенераторларнинг турли схемалари. [1,2,6,7,8].

Ўқув мақсадлари (ўрта қавс ичида микромавуларнинг тартиб рақамлари кўрсатилган):

[28.1]. Электр филтрларининг таърифини ва турланишини частотага қаршиликларни кўриниши ва аппроксимацияловчи функция кўриниши орқали билиш. Филтрга қўйилган талабни керакли кучсизланиш частотавий боғланиши билан мослаш олиш.

[28.2]. Меъёрлаш ва меъёрсизлаш тушунчалари таърифларини билиш. Меъёрловчи катталикларни танлай олиш ва филтр элементларини меъёрсизлашни билиш.

[28.3]. Филтр кучсизланиши частотавий боғланиш графигидаги частоталар шкаласи ўзгаришига частота ўзгаришининг қандай таъсир кўрсатишини тасаввур этиш.

[28.4]. Қуйи частотали филтрни худди шундай талабларга жавоб берадиган исталган бошқа турдаги филтрга элементма-элемент ўзгартира олиш.

[29.1]. Филтрни жавалли усулда ҳисоблаш усулини фойдалана олиш. Аналогли филтрларни ҳисоблашда қўлланиладиган маълумотномалардан фойдалана олиш.

[29.2]. Үтказиш оралигида ва тўсиш оралигида филтърнинг соддалаштирилган эквивалентларини билиш. Баттерворт ва Чебышев филтърларининг ютуқ ва камчиликларини билиш. Филтър схемасидан унинг тартибини ва ўтказиш оралиги чегаравий частотасининг тахминий қийматини топа олиш.

[29.3]. ARC- филтър таърифини билиш. Маъёрланган намунавий филтърнинг операторли узатиш функциясини топа олиш.

[29.4]. ARC- филтърни намунавий филтърнинг берилган операторли узатиш функцияси орқали ҳисоблаш босқичларини билиш.

[30.1]. Ҳарбир кучайтирувчи элементга қагагина нотурғунлик ҳос бўлиб, уни тескари боғланиш ёрдамида камайтиришга ҳаракат қилинишини билиш. Кучайтиргичнинг ёйилма схемасидан унинг ўзгарувчан ток бўйича алмаштириш схемасига ўта билиш. Бунинг учун ўзгармас кучланиш манбаси ва ажратиш конденсаторлари қисқа туташтирилиши лозимлигини билиш.

[30.2]. Тескари боғланиш таърифини ва унинг турларини билиш: мусбат ва манфий тескари боғланиш (МУТБ ва МАТБ); параллел ва кетма-кет ТБ; ток бўйича ва кучланиш бўйича. Т-турдаги халқали кучайтириш ва 1-Т турдаги ТБ чуқурлиги таърифларини билиш.

[30.3]. Тескари боғланиш чуқурлиги катта бўлганда кучайтиргич бошқариувчи манбалар вариантларидан бирига яқинлашишини билиш. Бу ҳолда унинг узатиш коэффициентини пасив тўрткўтбик билан белгилашнинг билиш.

[30.4]. Турғун ва нотурғун занжир таърифини билиш. Турғунликнинг учта мезонларидан фойдалана олиш: кўтбларнинг комплекс текисликда жойлашиши, реактанслик ва Найквист мезони.

[31.1]. Автогенераторнинг умумлашган схемасини ва унинг ишлаш шароитини билиш. Идеал параллел контуридаги тебрандишлар табиати мусбат ва манфий ўтказувчанликлар ҳолларида қандай бўлишини билиш. Манфий ўтказувчанлик ҳосил қилишни билиш.

[31.2]. Муқим режим, амплитудалар мувозонати ва фазалар мувозонати таърифларини билиш. Уртача тиклик қийматини ишчи булак катталигига ва бу булакнинг транзистор ўтиш вольт-ампер тавсифида жойлашишига қараб топа олиш.

[31.3]. Ишчи нуктанинг таърифини билиш. Ҳомшоқ ва қаттиқ режимли уйғонишларнинг таърифларини, тавсифларини, ютуқ томонларини билиш.

[31.4]. Автогенераторнинг учта схемасини билиш: индуктивли уч нуктада: RC- генератор; тунелли диодда. Уларнинг ҳар бири учун фазалар ва амплитудалар мувозанатлари қандай бажарилиши ҳақида тасавурга эга бўлиш. Бу схемаларнинг ютуқ томонларини билиш.

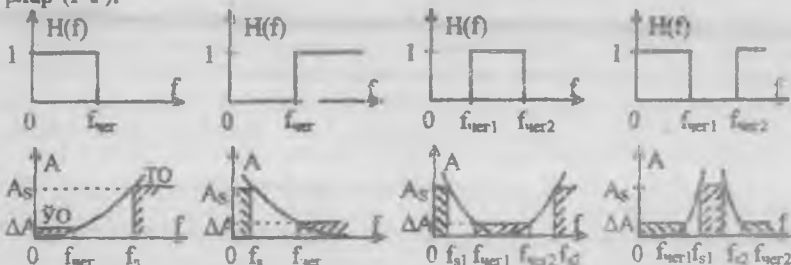
7.2. 7-маъзу бўйича маърузалар концептлари

7.2.1. 28-маъруза

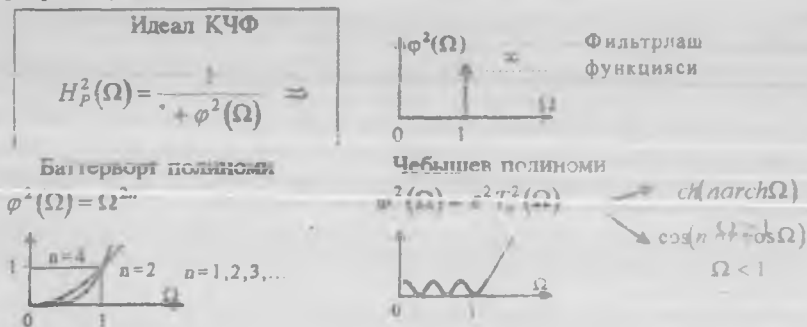
28.1. ЭЛЕКТР ФИЛЬТРАРИ. ТАЪРИФЛАР ВА ТУРЛАРИНИ

1. Электр филтри деб, ўтказиш оралиғи ($\mathcal{Y}\mathcal{O}$) деб аталувчи маълум бир частоталар оралиғидаги электрик тебранишларни ўтказиб, тўсиш оралиғи ($\mathcal{T}\mathcal{O}$) деб аталувчи бошқа бир частоталар оралиғидаги электрик тебранишларни ўтказмайдиغان тўрткутбликка айтылади.

2. $H_p(\omega)$ частотавий боғланиш характериға қараб электр филтрлари бўлинади: куй. частоталар филтрлари (КЧФ), юқори частоталар филтрлари (ЮЧФ), оралиқли филтрлар (ОФ) ва режекторли (тўсувчи) филтрлар (РФ).



3. Аппроксимацияловчи функциянинг (филтрлаш функцияси) кўринишиға қараб Баттерворт ва Чебышев (Кауэр, Гаусс ва бош.) филтрлариға бўлинади.



4. Филтрларға талаблар параметрлар орқали кўйилади:

Δ_A - кучсизланишни $\mathcal{Y}\mathcal{O}$ -даги йўл қўйилган максимал киймати,

A_S - кучсизланишни $\mathcal{T}\mathcal{O}$ -даги йўл қўйилган минимал киймати,

f_{cer} - $\mathcal{Y}\mathcal{O}$ -нинг чегаравий частотаси (РФ ва ОФ учун f_{cer1} ва f_{cer2} берилади),

f_s - тўсиш оралиғининг чегаравий частотаси (РФ ва ОФ лар учун f_{s1} ва f_{s2} берилади).

28.2. ФИЛЬТРИНИ ХИСОБЛАШДА ЧАСТОТА ВА ҚАРШИЛИКНИ МЕЪЁРЛАШ

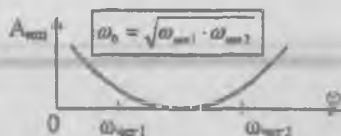
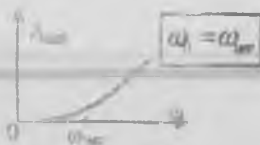
1. Меъёрлаш - бошланғич катталиқни намунага булишдир.

2. $R_{\text{м}} = R_0$ Намунавий (меъёрловчи) қаршилик R_0 сифатида
юк қаршилиғи олинади.



$Z'(p) = Z(p) R_0$ - меъёрланган қаршилик.

3. Намунавий (меъёрловчи) частота ω_0 сифатида ўО-нинг чегаравий частотаси ёки шундай икки частоталарнинг ўрта геометрик қиймати олинади.



$\Omega = \omega_1 \omega_2$ - меъёрланган частота.

4. Қаршилик ва частотани меъёрлаш индуктивлик ва сифимни меъёрлашга олиб келади.

L' , C' - меъёрланган (ўлчовсиз) катталиқлар.

5. Меъёрсизлаш - меъёрланган катталиқдан бошланғич катталиқка ўтишдир.

$$Z(p) = Z' \left(\frac{p}{\omega_0} \right) \cdot R_0$$

$$\begin{aligned} L &= \frac{R_0}{\omega_0} \cdot L' \\ C &= \frac{1}{R_0 \omega_0} \cdot C' \\ R &= R_0 \cdot R' \end{aligned}$$

6. Меъёрсизлаш коэффициентлари ўлчов бирликларига кўра бошланғич катталиқлар билан бир хил бўлади.

$$\kappa_L = \frac{R_0}{\omega_0} [H], \quad \kappa_C = \frac{1}{R_0 \omega_0} [F], \quad \kappa_R = R_0 [Om]$$

7. Меъёрлаш $\omega_{\text{м}}$ за R_0 -нинг турли қийматлари учун яроқли булган энг умумий ҳисоблаш ифодаларини олиш имконини беради.

28.3. ЧАСТОТАНИ ҲАДАТТИРИШ – ФИЛЬТР АҲҚ-СИДА ЧАСТОТАЛАР ШКАЛАСИНИ ҲАДАТТИРИШИДИ

1. $H_p(\Omega')$ ифодасида $\Omega' = f(\Omega)$ махсус кўринишдаги ифодани қуйиш
КҲФ дан исталган бошқа: ЮЧФ, ОФ ва РФ га ўтиш имконини беради.

$$\Omega' = \frac{1}{\Omega_1}$$

КҲФ → ЮЧФ

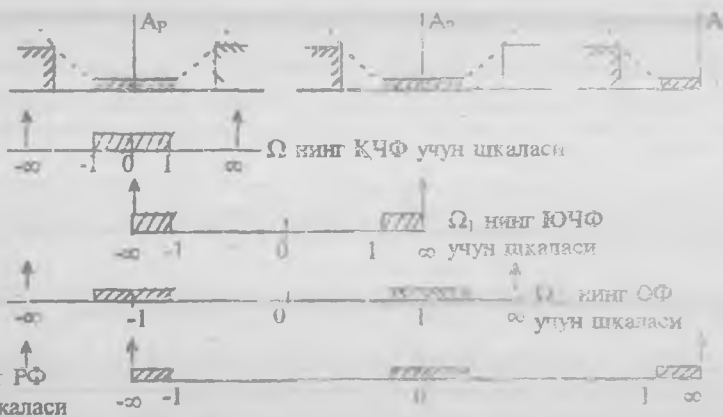
$$\Omega' = \kappa \left(\Omega_2 - \frac{1}{\Omega_2} \right)$$

КҲФ → ОФ

$$\Omega' = \frac{1}{\kappa \left(\Omega_3 - \frac{1}{\Omega_3} \right)}$$

КҲФ → РФ

2. Частотани ҲАДАТТИРИШ - частоталар шкаласини ҲАДАТТИРИШИ


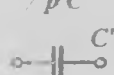
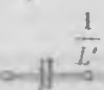


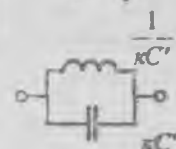
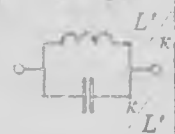
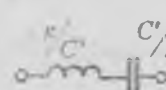


3. Частотани ҲАДАТТИРИШ исталган филтрни ҳисоблаш ва намунавий
КҲФ ни қуйидаги босқичлар билан ҳисоблашга келтириш имконини беради:

- Филтрга қўйилган талаблар бўйича намунавий филтронинг талаблар аниқланади (Ω_p ҳисобланади).
- Намунавий филтронинг синтези масаласи (схемасини топиш) ҳал қилинади.
- Намунавий филтронинг схемаси берилган филтронинг схемасига (маълумлар ердамида) ўзгарилади.
- Филтронинг элементлари меъёрига мослаштирилади.

33.4. ЧАСТОТАНИ ҲЗГАРТИРИШ ФИЛЬТР СХЕМАСИНИ ҲЗГАРТИРИШДИР

1. Частотани узгартириш филтрининг ҳар бир элементини янги схематик сифатда таъкин этиш имконини беради.

<p>КЧФ нинг бошланғич схемаси</p>			Ω' $f = f_0 \Omega'$
<p>КЧФ нинг доир схемаси $p' = \frac{1}{F}$</p>			$\Omega = \frac{1}{\Omega'}$ $f = f_0 \Omega$
<p>ОФ нинг доир схемаси $p' = \kappa \left(p + \frac{1}{p} \right)$</p>			$\Omega = \sqrt{\left(\frac{\Omega'}{2\kappa} \right)^2 + 1} \pm \frac{\Omega'}{2\kappa}$ $f = f_0 \Omega$
<p>РФ нинг доир схемаси $p' = \frac{1}{\kappa \left(p + \frac{1}{p} \right)}$</p>			$\Omega = \sqrt{\left(\frac{1}{2\kappa\Omega'} \right)^2 + 1} \pm \frac{1}{2\kappa\Omega'}$ $f = f_0 \Omega$

2. Частотани узгартириш ёрдамида КЧФ ни ҳар доим бошқа турдаги филтрге узгартириш мумкин. Бу аса ўз навбатида фақат КЧФ ининг синтезини муқиман асослаш имконини беради. Бошқа турдаги филтрларда аса частота узгартириш юз беради.

29.1. ФИЛЬТРАНИ ЖАДВАЛ УСУЛИДА ХИСОБЛАШ БОСҚИЧЛАРИ

1. Фильтрнинг меъёрловчи частотасини топиш

	КЧФ	ЮЧФ	ОФ	РФ
$f_0 =$	$f_{\text{св}}$	$f_{\text{св}}$	$\sqrt{f_{\text{св}1} f_{\text{св}2}}$	$\sqrt{f_{\text{св}1} f_{\text{св}2}}$

$\Delta A \neq 3$ дБ бўлган Баттерворт филтрлари учун ҳамма жойда f_1 ўрнига $f_{\text{св}}$ қўйилади

$$f_c = \frac{f_r}{\sqrt[2]{10^{0.1 \Delta A} - 1}}$$

2. Намунавий филтр тўсиш оралигининг меъёрлашган чегаравий частотасини топиш.

	КЧФ	ЮЧФ	ОФ	РФ
$\Omega'_s =$	$\frac{f_s}{f_0}$	$\frac{f_0}{f_s}$	$\kappa \left(\frac{f_{s2} - f_0}{f_0 - f_{s2}} \right)$	$\frac{1}{\kappa \left(\frac{f_{s2} - f_0}{f_0 - f_{s2}} \right)}$

бу ерда $\kappa = f_0 / (f_{\text{св}2} - f_{\text{св}1})$

3. Намунавий филтр тартибини аниқлаш.

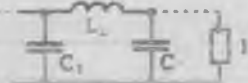
Баттерворт филтри

Чебышев филтри



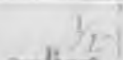

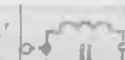
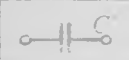


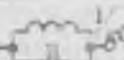
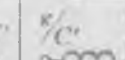
$n \geq$	$\frac{A_r - 10 \lg(10^{0.1 \Delta A} - 1)}{20 \lg \Omega'_s}$	$\frac{\text{Arch} \left(\frac{1}{\varepsilon} \sqrt{10^{0.1 \Delta A} - 1} \right)}{\text{Arch} \Omega'_s}$
----------	--	---

бу ерда $\varepsilon = \sqrt{10^{0.1 \Delta A} - 1}$ ва $\text{Arch } x = \ln(x + \sqrt{x^2 - 1})$

Тартибини маълумотнома жадвалларидан топиш мумкин

4  Намунавий филтр схемасини маълумотномада топиш.

5. Намунавий филтрдан берилган филтрга (меъёрлашган параметрлар) ўтиш.

Номун	КЧФ	ЮЧФ	ОФ	РФ
				
				

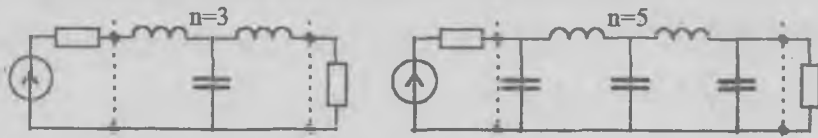
6. Элементлар параметрларини меъёрсизлаш.

$L, \kappa_1 L, C = \kappa C', R_0 = R_0 \cdot \kappa$ $\kappa = R_0 / \omega_0 \quad \kappa = 1 / R_0 \omega_0$

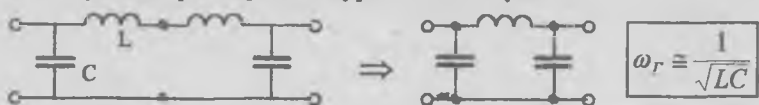
29.2. LC-ФИЛЬТРЛАРНИНГ ТУРЛИ СХЕМАЛАРИ

1. Намунавий фильтр схемаси.

– А. Фильтрнинг тартиби унинг элементлар сонига тенг.

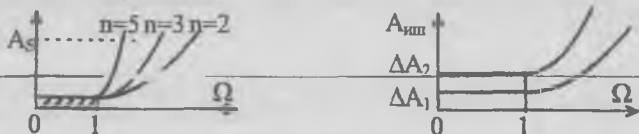


Б. Харқандай фильтр Г-симон халқаларининг каскадди бирикмалари сифатида кўрсатилиши мумкин.



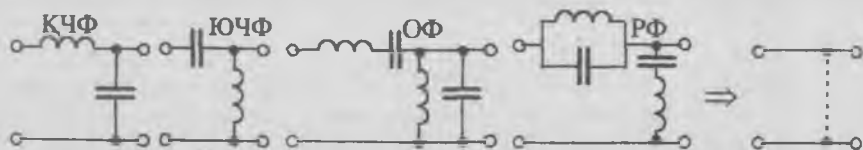
Г-симон халқанинг резонансий частотаси ўтказиш оралиғининг chegaraviy частотасига яқин.

В. Фильтрнинг тартиби $A_{\text{нш}}$ нинг ўтиш соҳасидаги ўсиш тезлиги билан аниқланади.

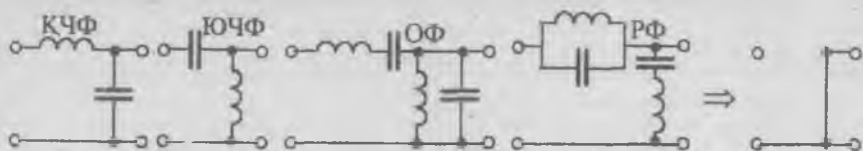


$A_{\text{нш}}$ нинг тезроқ ўсиши ΔA нинг катта қийматида таъминланиши осонроқ.

2. Фильтр ўО-да манбани юк билан боғловчи симлар жуфтига яқин.



3. Фильтр тўсиш оралиғида узилиш жойлари ва қиска туташган жойлари бўлган симлар жуфтига ўхшайда.



4. Баттерворт фильтрларининг ижобий томони:

- ФЧХ си етарлича қизиклидир;
- параметрлари қийматлари унчалик сочилган эмас.

5. Чебышев фильтрларининг ижобий томони:

- ўО да АЧХ бир текис;
- тўсиш оралиғида $A_{\text{нш}}$ тез ўсади

29.3. ARC-ФИЛЬТРАЛАРНИ ЖАДВАЛЛИ УСУЛДА ХИСОБЛАШ ХУСУСИЯТЛАРИ

1. Қуйи ва жуда қуйи частоталарда LC-фильтрлар ўрнига ARC-фильтрлар ишлатилади.

Э Л Е М Е Н Т Л А Р

A - кучайтиригич R - қаршилик C - ситгим

2. ARC-фильтрларнинг жадвалли усулда ҳисобланиши хусусияти намунавий фильр р оператор узатиш функцияси $H(S)$ дан фойдаланишдақ иборат.

$$H(S) = \frac{1}{\alpha_1 S^2 + \beta_1 S + 1} \cdot \frac{1}{\alpha_2 S^2 + \beta_2 S + 1} \cdots \frac{1}{\alpha_n S + 1} = H_1(S) \cdot H_2(S) \dots H_n(S).$$

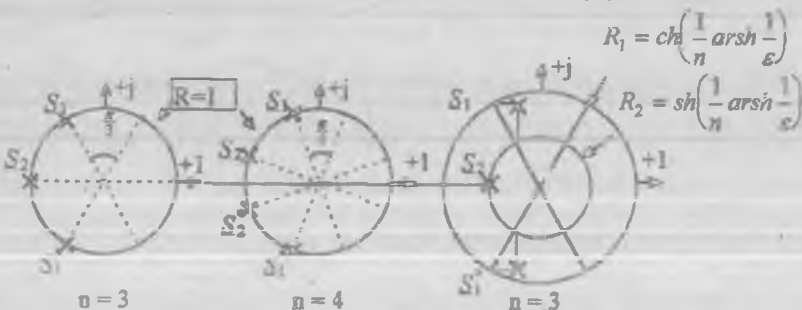
буерда $S = \frac{p}{\omega_0}$ - мейёрлашган параметр.

3. Оператор узатиш функциясини ҳисоблаш йўли билақ ҳам топши мумкин.

Қутблар жойлашишининг геометрик ўрни

Баттєрворт фильтри -
учун - айлана

Чебышев - фильтри
учун - эллипс



$n = 3$ да

$$H(S) = \frac{S_1 S_1^*}{(S - S_1)(S - S_1^*)} \cdot \frac{-S_2}{(S - S_2)} = \frac{1}{\alpha_1 S^2 + \beta_1 S + 1} \cdot \frac{1}{\alpha_2 S + 1}$$

$n = 4$ да

$$H(S) = \frac{S_1 S_1^*}{(S - S_1)(S - S_1^*)} \cdot \frac{S_2 S_2^*}{(S - S_2)(S - S_2^*)} = \frac{1}{\alpha_1 S^2 + \beta_1 S + 1} \cdot \frac{1}{\alpha_2 S^2 + \beta_2 S + 1}$$

29.4. АРС-ФИЛЬТРАЛАРНИ АМАЛГА ОШИРИШ

1. Намунавий фильtring оператор узатиш функцияси $H(S)$ дан берилган фильtring оператор узатиш функциясига исталган пайтда ўтиш мумкин.

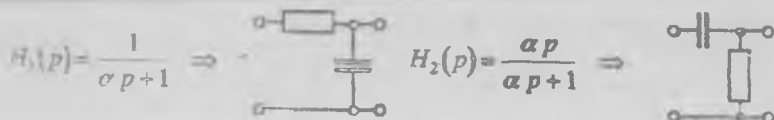
$$H(S) \Rightarrow H(p) = \frac{H_0 p^m}{(\alpha_1 p^2 + \beta_1 p + 1)(\alpha_2 p^2 + \beta_2 p + 1) \dots (\alpha_n p + 1)}$$

	КЧФ	ЮЧФ	ОФ
Буниг учун	$\frac{p}{\omega_0}$	$\frac{\omega_0}{p}$	$\frac{p + \omega_0}{\omega_0 p}$ лар

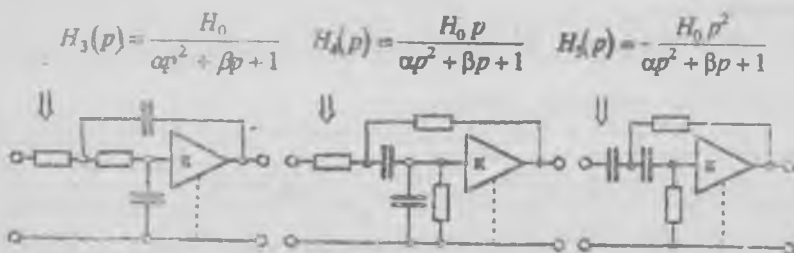
қўйиш керак.

2. Ўтиш $H(S)$ таркибига кирувчи ҳар бир 1- ва 2-тартибли купайтувчилар учун бажарилади. Бунда ОФ учун комплекс коэффициентли квадрат тенглама ечишга тўғри келади.

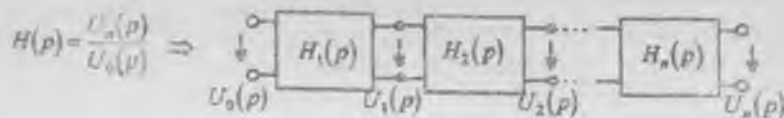
3. 1-тартибли узатиш функциялари пасив RC-тўрткўтбликлар ёрдамида амалга оширилади.



4. 2-тартибли узатиш функцияларини актив RC-тўрткўтбликлар ёрдамида амалга оширилади.



Бугун филтър 1- ва 2-тартибли сддий узатиш функцияларини амалга оширишнинг малкаларнинг каскадли бирикмаси тарзида кўрсатилади.



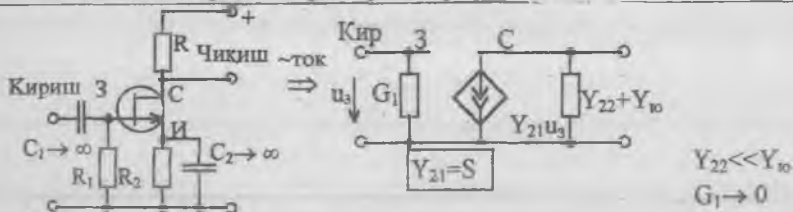
30.1. КУЧАЙТИРГИЧЛАРНИНГ ЭКВИВАЛЕНТ СХЕМАЛАРИ

1. Биполяр транзисторли кучайтириш каскади.



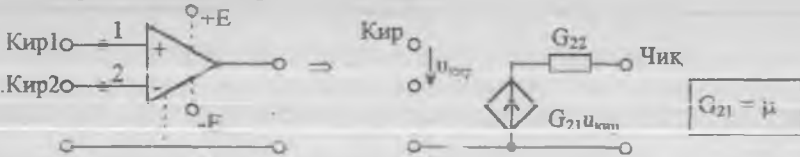
Кучайтиргичнинг ўзгармас ва ўзгарувчан ток бўйича силжиш занжирлари бир биридан кескин фарқ қилади. H_{21} параметр кўпинча β деб белгиланади ва ток бўйича кучайтириш коэффициентини деб номланади.

2. Майдонли транзисторда кучайтириш каскади.



Y_{21} параметр кўпинча S ҳарфи билан белгиланади ва кучайтириш тиклиги деб номланади.

3. Операцион кучайтиргичли каскад.



G_{21} параметр кўпинча μ ҳарфи билан белгиланади ва кучланиш бўйича кучайтириш коэффициентини деб номланади.

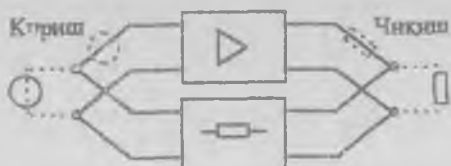
4. Кучайтириш асбоблари параметрлари учун каттагина нотурғунлик ҳосил.

- уларни таёрлаш технологиясида ҳосил бўлувчи қийматлар тарқалиши минимумга келсин;
- ишлатилиш шароитлари ўзгаришларига (температура, таъминловчи кучланиш ва ҳ.к.) сезгирлиги минимумга келсин.

30.2. ТЕСКАРИ БОҒЛАНИШ, ТУРЛАРИ ВА ПАРАМЕТРЛАРИ

1. Кучайтиргичнинг чиқишидан киришига сигналнинг қисман узатилиши тескари боғланиш (ТБ) дейилади.

2. Ҳақ ичига кучайтириш асбобини ва пасcив тўрткүтбликни олган берк ихкисимлик халқа ТБ халқаси дейилади.

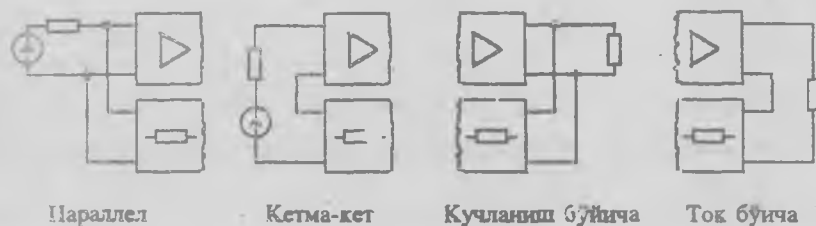


Халқа бўйлаб узатиш коэффициентлар қўшмаcи (киришдан чиқишга ва чиқишдан киришга) халқали кучайтириш Т дейилади.

3. Халқали кучайтириш Т мусбат (манфий) ишорага эга бўлса, ТБ мусбат (манфий) дейилади.

4. Манфий ТБ ((MaTB) алоқанинг чуқурлиги (1-T) билан характерланади.

5. Реал манба ТБ халқасига нисбатан узунасига ёки қўндалангига уланган шаҳобчадек уланиши мумкин. Биринчи ҳолда ТБ параллел, иккинчисида эса - кетма-кет дейилади.



Ю. қаршилиги ҳам ТБ халқасига нисбатан қўндаланг ёки кетма-кет уланган шаҳобчадек уланиши мумкин. Биринчи ҳолда ТБ кучланиш бўйича ТБ (чиқишига қўра параллел), иккинчи ҳолда эса ток бўйича ТБ (чиқишига қўра кетма-кет) дейилади.

30.3. МАНФЕЙТ ТЕСКАРИ БОҒАННИШНИНГ (М_нТБ) КУЧАЙТИРГИЧ ҚАРШИЛИГА ЭА УЗАТИШ КОЭФФИЦИЕНТИГА ТАЪСИРИ

1. ТБнинг узатиш режими қучайтириш асбобининг асосий параметрини (β , S ёки μ) нолга тенг деган ҳолда аниқланади.

2. Узатиш режимига нисбатан параллел ТБ ағриш (чиқиш) қаршилигини (1-Г) марта қамайтиради, ҳатма-кет ТБ эса кириш (чиқиш) қаршилигини (1-Г) марта озиради.

$$R_{\text{кир}} = R_{\text{ч}} / (1 - \Gamma)$$

$$R_{\text{ч.к}} = R_{\text{кир}} (1 - \Gamma)$$

3. Пассив қаршилиқларнинг бир хил ҳийматида ва ТБнинг қатта чуқурлигида ТБ ни қучайтиргич схемаси қаршилиқсиз схемага айланади (қаршилиқларни қисқа туташтириш ёки олиб ташлаш мумкин).

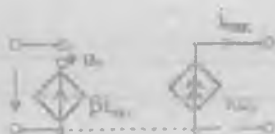
А. Қучлавида
бўйича ҳатма-кет



Б. Қучланиш
бўйича параллел



В. Ток бўйича
ҳатма-кет



Г. Ток бўйича
параллел



к - қучайтиргичнинг қучайтириш коэффицентини,

β - пассив турткутбликнинг узатиш коэффицентини.

1 ТБнинг қатта чуқурлигида қучайтиргичнинг узатиш коэффицентини пассив турткутблик орқали аниқланади, бу ҳолат эса қучайтиргичнинг турғунлигини кескин оширади.

$$H = \frac{k}{1 + \beta k} \Rightarrow \lim_{\beta k \rightarrow \infty} H = \frac{1}{\beta}$$

Бунда қучайтиргич бошқаритувчи манбалар вариантларидан бирига (КБКМ, ТБКМ, КБТМ, ТБТМ) келтирилади.

30.4. ТУРГУНЛИК ВА УНИНГ МЕЗОНЛАРИ

1. Таъсир берилмаган ҳолда жавоб нолга тенг бўлса, бу занжир тургун бўлади.

Таъсир

$$u_1(t) = 0 \Rightarrow u_2(t) = 0$$

Жавоб

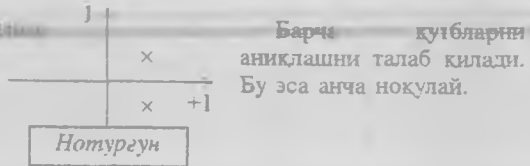
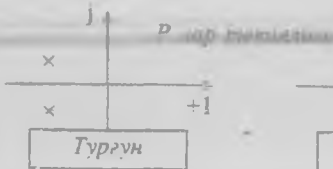
2. Таъсир берилмаган ҳолда занжир тебранишлар ишлаб чиқарса, бу занжир нотургун бўлади. Бунда ТБ чуқурлиги ва $H(j\omega)$ нинг махражи нолга ятқилади.

$$1 - T(j\omega_r) = 0 \Rightarrow u_2 = U_m \cos(\omega_r t + \psi)$$

$H(j\omega)$ нинг махражи

3. Тебранишлар йўқлигининг белгилари занжирни нотургунликка текшириш мезонларидир.

А. $H(p)$ кутбларининг чап яримтеқисликда жойлашиши мезони.



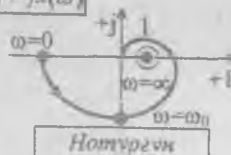
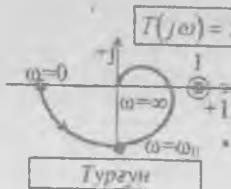
Б. Реактансли мезон $H(p)$ махражидан ҳосил қилинган реактансли функцияни занжирли касрга ёи ишни талаб қилади.

$$H(p) = \frac{M(p)}{N_1(p) + N_2(p)} = \frac{N_1(p)}{N_2(p)} = A_1 p + \frac{1}{A_2 p + \frac{1}{A_3 p + \dots}}$$

Тургун тизимда барча коэффициентлар мусбат:
 $A_k \geq 0$

$N_1(p)$ - тоқ функция, $N_2(p)$ - жуфт функция

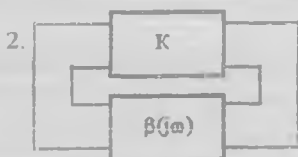
В. Найквист мезони - тургун занжирдаги ҳалқали кучайтириш годографи $T(j\omega)$ частота ω 0 дан ∞ гача ўзгарганда критик нуқта $[+1, 0]$ ни ўз ичига олмастлиги лозим.



$T(j\omega)$ ни топиш учун ТБ ҳалқаси бирор жойидан узилади ва шу ерда кириш ва чиқиш аниқланади.

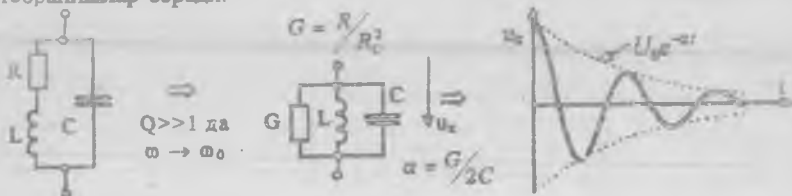
31.1. АВТОГЕНЕРАТОР. УЙФОНИШ ШАРТЛАРИ

1. Ташки таъсирсиз тебранишлар пайдо булдувчи элетр занжири автогенератор дейлади.

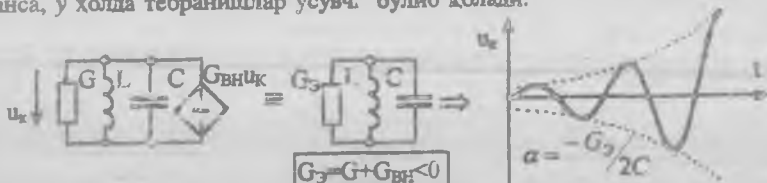


Автогенераторнинг умумий схемасига кучайтиргич ва ТБ турткутблги хиреди; уларнинг узатиш коэффициентлари $k(\omega_0) \cdot \beta(\omega_0) = 1$ шартки ханоатлантиришган қилиб танланади.

3. Одатдаги тебраниш контури таъсир булмаган ҳолда фақат сунувчи тебранишлар беради.

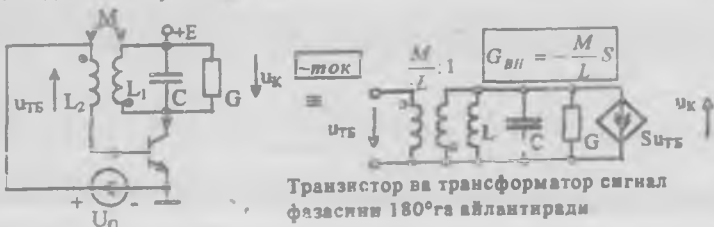


4. Агар контурга КБТМ (узатиш ўтказувчанлиги G_{BH} катта бўлган) уланса, у ҳолда тебранишлар ўсувчи бўлиб қолади.



$$C \frac{d^2 u_C}{dt^2} + G \frac{du_K}{dt} + \frac{1}{L} u_K = G_{BH} \frac{du_K}{dt} \Rightarrow u_K = U_0 e^{\alpha t} \cos(\omega_0 t + \psi)$$

5. Манфий ишорали ўтказувчанлик G_{BH} ни мусбат ТБ ли кучайтиргич ёрдамида олиш мумкин.



31.2. АВТОГЕНЕРАТОРНИНГ МУҚИМ РЕЖИМИ. АМПЛИТУДАЛАР ВА ФАЗОЛАР МУВОЗАНАТИ.

Тебранишлар амплитудаси жуда катта бўлганда i_K ток носинусоидал бўлиб қолади. Ҳисоблаш токнинг биринчи гармоникаси учун бажарилади.

$$i_K = I_0 + I_{m1} \cos \omega_c t + I_{m2} \cos \omega_c t \dots, \quad u_{OC} = U_m \cos \omega_c t$$

$$S_{\text{пр}} = \frac{I_{m1}}{U_m}$$

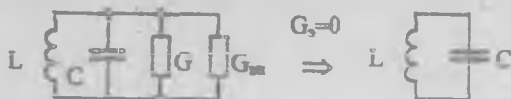
$$(S = \frac{di_K}{du_{oc}} \text{ ўрнига})$$

2. Ўртача тиклик транзисторнинг ўтиш вольт-ампер характеристикасидан аниқланиши мумкин.



Ўртача тиклик ишчи булак охириги нуқталарини бирлаштирувчи тўғри чизикнинг қиялик бурчаги тангенсига тенг бўлади.

3. Тебранишлар амплитудаси ўсиши билан ўртача тиклик камайдя ва муқим режим ўрин олади.



Муқим режим тебранишларнинг турғунлашган амплитудалари билан характерланади.

$$C \frac{d^2 u_x}{dt^2} + \underbrace{\left(G - \frac{M}{L} S_{\text{пр}} \right)}_0 \frac{du_x}{dt} + \frac{1}{L} u_x = 0 \Rightarrow u_x = U_m \cos \omega_c t$$

4. Муқим режим учун иккита мувозанат ҳосдир: фазалар мувозанати ва амплитудалар мувозанати.

$$\boxed{K(j\omega) \cdot \beta(j\omega) = 1} \begin{cases} \rightarrow K(\omega)\beta(\omega) = 1 \\ \rightarrow \arg K(j\omega) + \arg \beta(j\omega) = 360^\circ \end{cases}$$

Амплитудалар мувозанати - сигналнинг (ток ёки қучланишнинг) ТБ халқаси бўйлаб узатиш коэффициентини модули 1 га тенг.

Фазалар мувозанати - сигналнинг ТБ халқаси бўйлаб узатилишида фазаларнинг натижавий силжиши 360° ёки 0° тенг.

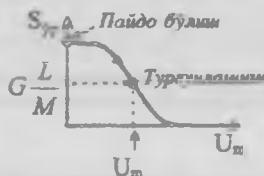
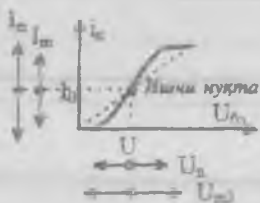
31.3. АВТОГЕНЕРАТОР УЙҒОНИШНИНГ ЮМШОҚ ВА КАТТИК РЕЖИМЛАРИ

1. Транзисторга берилувчи узгармас ток ва кучланиш силжииш токи ва кучланиши дейилади.

2. Силжииш токи ва кучланиши транзисторнинг утиш вольт-ампер характеристикасидаги ишчи нуктанинг координаталарини белгилайди.

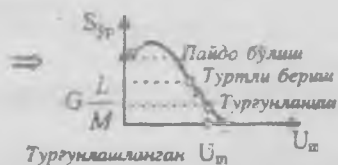
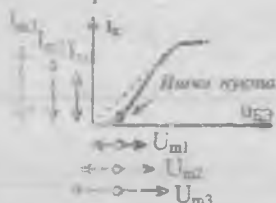
3. Ишчи нуктани танлаш автогенераторнинг уйғониш режими аниқлайди.

4. Юмшоқ режими уйғониш амплитудасининг текис усиши билан белгиланади (M ошиши билан). Бу унинг ижобий жиҳатишдир.

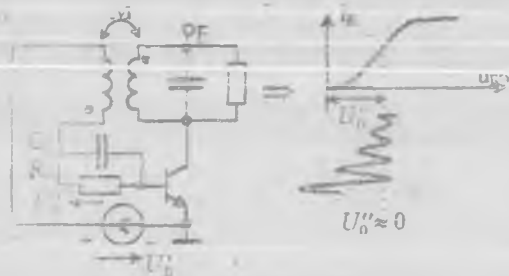


Юмшоқ режим ишчи нуктани фаол бўлақнинг ўртасида танлаш билан белгиланади.

5. Каттик режими уйғониш тебранишлар амплитудасининг кескин ошраб усиши билан белгиланади. Унинг ижобий жиҳати - юқори M ишди.



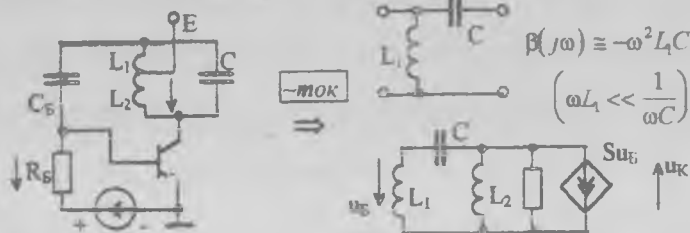
Каттик режимида ишчи нукта киркилиш бўлаги яқинида танланади.



Иккала режимларнинг ижобий жиҳатлари автогенератор схемасига ишчи нуктани автоматик тарзда силжитиш занжирчаси C , R ни киритиш орқати бирлаштирилади.

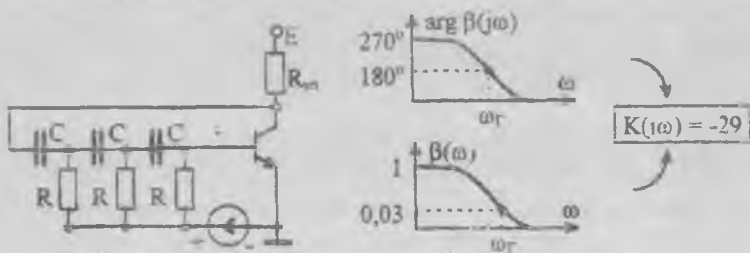
31.4. АВТОГЕНЕРАТОРЛАРНИНГ ТУРЛИ СХЕМАЛАРИ

1. Индуктивли ушуктали.



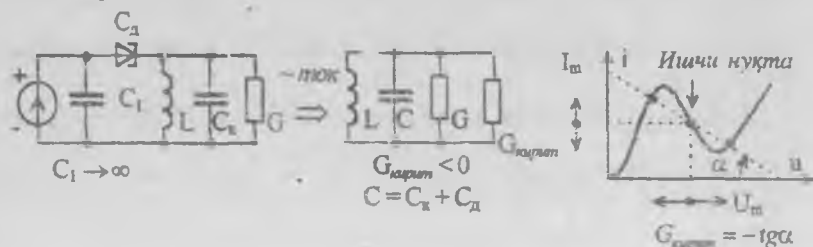
Автотрансформаторли алоқадаги схемани бошқариш осонроқ, шунинг учун трансформаторли алоқадаги схемага караганда купрок ишлатилади.

2. Қуйи частоталар ишлаб берувчи КС-генератор схемаси.



LC-генераторлар (қуйи частоталар учун) индуктивлик ғалтақларининг қийматлари (ва ўлчамлари) жуда катта бўлгани учун ишлатилмайди.

3. Юқори ва утақори частоталар ишлаб чиқарувчи туннелли диодли генератор схемаси.



Туннелли диодларнинг қайта улачиш вақти жуда қисқа: $10^{-12} - 10^{-14}$ с. Шу сабабли улар утақори частоталарда яхши ишлайди.

7.3. 7-Мавзу бўйича текшириш учун саволлар ва масалалар

1. Қуйидаги тушунчаларни сўз билим таърифланг:

- а) қуйи, юкори, оралиқли ва тўсувчи электр филтрлари;
- б) меъёрлаш ва меъёрсизлаш;
- в) филтрларни ҳисоблашда частотани ўзгартириш;
- г) филтрнинг тартиби;
- д) ARC-филтрлар;
- е) кучайтиригич;
- ж) ўзгармас ток ва ўзгарувчан ток бўйича алмаштириш схемалари;
- з) тескари боғланиш;
- и) тескари боғланиш ҳалқаси ва ҳалқали кучайтириш;
- к) Мусбат ва манфий тескари боғланиш;
- л) тескари боғланиш чуқурлиги;
- м) параллел ва кетма-кет тескари боғланиш;
- н) ток бўйича ва кучланиш бўйича тескари боғланиш;
- о) тескари боғланишнинг узилиш режими;
- п) турғун ва нотурғун занжирлар;
- р) занжирларнинг турғунлик мезонлари: узатиш функцияси қутбларининг жойлашиши бўйича реактансли ва Найквист бўйича тескари боғланиш

- с) автогенератор;
- т) ВАТ-нинг ўртача тиклиги;
- у) автогенераторнинг муқим иш режими;
- ф) фазалар ва амплитудалар чувозанатлари;
- х) транзиттор ВАТ-да ишчи нукта;
- ц) автогенераторнинг юмшоқ ва қаттиқ режимдаги уйғониши.

2 Қуйидагиларни қизиқ курсатинг (конспекта таяниш мумкин):

а) учинчи тартибли филтр схемаси:

- қуйи частотали;
- юкори частотали;
- оралиқли;

б. 2-тартибли ARC-филтр схемаси.

- қуйи частотали;
- юкори частотали;
- оралиқли;

в. кучайтириш каскадининг ўзгарувчан ток бўйича алмаштириш схемаси:

- қўшқутбли транзисторда (УЭ);
- майдонли транзисторда (УИ);
- операцион кучайтиригичда;
- г. автогенераторнинг умумлашган схемаси

д. автогенератор схемаси:

- трансформаторли тескари боғланишда;
- автотрансформаторли тескари боғланишда (индуктивли учнукта);
- RC-занжирли тескари боғланишда;
- туенелли диодда;

3. Қуйндагиларни жадвал усулида ҳисоблаш босқичларини курсатинг:

а. учинчи тартибли фильтр схемаси:

- LC-фильтрлар;
- ARC-фильтрлар.

4. 2-тартибли намунавий фильтр элементлари параметрлари $L'=1,414$, $C'=1,414$, $R'=1$. Меъёрсизлаш коэффициентлари $k_L=1$ мГн, $k_C=1$ мкФ, $k_R=0,6$ кОм булса, фильтрни меъёрсизланг.

5. RC-генератор схемасини чизинг ва унинг ўзгарувчан ток буйича алмаштириш схемасини чизинг.

6. Операторли узатиш функцияси $H(p) = \frac{1}{p^2 + (2-k)p + 3}$

қуринишда берилган бўлсин. К параметрнинг занжир турғун буладиган қийматларини урта мезон ёрдамида текширинг.

8-МАВЗУ. НОЧИЗИҚЛИ ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАРИ

8.1. 8-мавзу бўйича маърузалар мазмуни ва ўқув максаллари

Маърузалар мазмуни:

1. 32-маъруза. Ночизикли резистив элементлар. Ишчи нуқтани график усулда ҳисоблаш. Ишчи нуқтани юклама тавсиф ёрдамида ҳисоблаш. Чизиклилаш усули. [1,2,3,4,6,7,10,12].

2. 33-маъруза. Учқутбли ноцизиқли элементлар. Учқутбли ноцизиқли элементларнинг ишчи нуқталарини ҳисоблаш. Ночизикли элементнинг умумлашган БАТ-и ва ноцизиқли электр занжири динамик режимда ҳисоблаш хусусиятлари. [1,2,3,4,6,7,10,12].

3. 34-маъруза. НЭ жавобини уч координатли текисликлар усули билан топиш. НЭ БАТ-ларини аппроксимациялаш. БАТ-ни полином билан аппроксимациялаш. БАТ-ни чизикли-булақлаб аппрокс. маънадаш. [1,2,3,4,6,7,10,12].

4. 35-маъруза. БАТ-ни чизикли-булақлаб аппроксимациялашда ноцизиқли резистив занжири графоаналитик усулда ҳисоблаш. Ночизикли элементга гармоник гебраишлар йиғиндисининг таъсири. [1,2,3,4,6,7,10,12].

5. 36-маъруза. Тугрилагичлар. Ночизикли резонансий кучайтиргичлар. Оний кийматларни чеклагичлар. Частота ўзгартиргичлар. [1,2,3,4,6,7,10,12].

Ўқув максаллари:

[32.1]. Ночизикли резистив элементлар ва уларнинг вольт-ампер тавсифларини билиш. БАТ да ишчи нуқтани за чизикли булақни топа олиш.

[32.2]. Ўзгармас юк ноцизиқли электр занжирида график усулда ҳисоблашни билиш. БАТ-лари берилган узро уланган ноцизиқли элементларнинг натижаларини БАТ ини нуқталар бўйича чица билиш.

[32.3]. Энг оддий ноцизиқли электр занжирларининг таврифани билиш. Юклама тавсиф чица билиш ва учқутб ёрдамида НЭ-нинг ишчи нуқтасини топа билиш. Энг оддий НЭЗ-ининг ўтиш функцияси $U_{\text{нч}} = f(U_{\text{вр}})$ -ни чициш учун юклама тавсифдан фойдалана олиш.

[32.4]. Элементнинг чизикли моделини унинг БАТ-идаги исталган чизикли булақ учун чица олиш. Чизиклилаш усулининг иккита асосий татбиқини билиш: ишчи нуқтани ҳисоблаш ва НЭЗ-ни таъсирининг кичик орттирмалари учун ҳисоблаш.

[33.1]. Учқутбли НЭ-ларни ва уларни гапқил этуви иккиқутбликларнинг фақат биттаси ноцизиқли булган соддалашган моделини тасаввур эта билиш.

[33.2]. Қўшмайдонли транзистор ишидаги ҳарорат нобарқарорлигини тасаввур эта билиш. Ток бўйича манфий тескари боғланиш чуқур бўлганда транзисторни барқарор ток манбаси сифатида қараш мумкинлигини, яъни режим автоматик тарзда барқарорлаштишни ва турғунлаштишни билиш. Тескари боғланиш назарда тутилмаган шароитдаги қувват кучайтирилишида транзисторнинг чиқиш ВАТ-ида ишчи нукта ва ишчи булакни қандай танлашни билиш.

[33.3]. НЭ-нинг умумлашган ВАТ-ни ва унинг учта узига ҳос булакларини билиш. НЭЗ-ни ҳисоблашнинг иккита асосий хусусиятини билиш.

[34.1]. Жавоб графигини нукталар бўйича чизиш учун уч координатли текисликлар усулини қўлай олиш.

[34.2]. ВАТ-ни аппроксимациялаш вазифасини ва унинг ечимининг иккита босқичини билиш.

[34.3]. Полиномли аппроксимация коэффициентларини икки усулда топа билиш: интерполяциялаш ва текислаш.

[34.4]. Берилган ВАТ бўйича чизикли-булақлаб аппроксимациялаш коэффициентларини топа билиш. Бундай аппроксимациялашда ишчи нуктани ва ишчи булақ улчамларини энг қўлай тарзда танлаш олиш.

[35.1]. ВАТ-ни полиномли аппроксимациялашда НЭ жавобини графоаналитик усулда ҳисоблашдан фойдалана билиш.

[35.2]. ВАТ-ни чизикли-булақлаб аппроксимациялашда НЭ жавобини графоаналитик усулда ҳисоблашдан фойдалана билиш.

[35.3]. Иккита гармоник ташкил этувчидан иборат (бигармоник сигнал) таъсир бўлган ҳолда НЭ жавобининг спектрини билиш.

[36.1]. Битта яримдаврли LC- ва RC- филтрли тўғрилагичнинг таърифини ва иш режимларини билиш. Тўғрилانган кучланиш қийматини ҳисоблаш учун графоаналитик усулни қандай қўллашни билиш.

[36.2]. Киришдаги сигналнинг биринчи, иккинчи ва ҳ.к. - к-гармоникасига созланган резонансий кучайтиргич таърифини ва ишлаш режимларини билиш. Фойдали жавобни ҳисоблаш учун графоаналитик усулни қандай қўллашни билиш.

[36.3]. Транзисторли ва диодли чеклагичнинг таърифини ва ишлаш режимларини билиш. Жавобни ҳисоблаш учун уч координатли текисликлар усулини қандай қўллашни билиш.

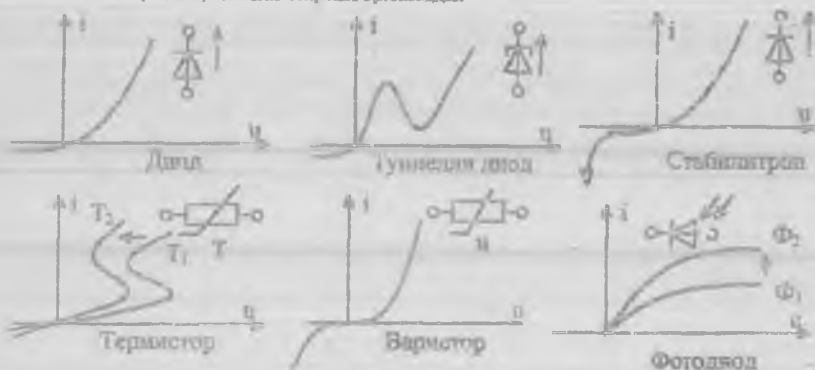
[36.4]. Транзисторли ва диодли частота ўзгартиргичнинг таърифини ва ишлаш режимларини билиш. Фойдали жавобни ҳисоблаш учун графоаналитик усулни қандай қўллашни билиш.

8.2. 8-навгу буйича маърузалар контекстлари.

8.2.1. 32-маъруза.

32.1. НОЧИЗИҚЛИ РЕЗИСТИВ ЭЛЕМЕНТЛАР

1. Ночизиқли резистив элементлар қўлланишнинг токка ноцизмати боғлиғини (ВАХ) билан характерланади.



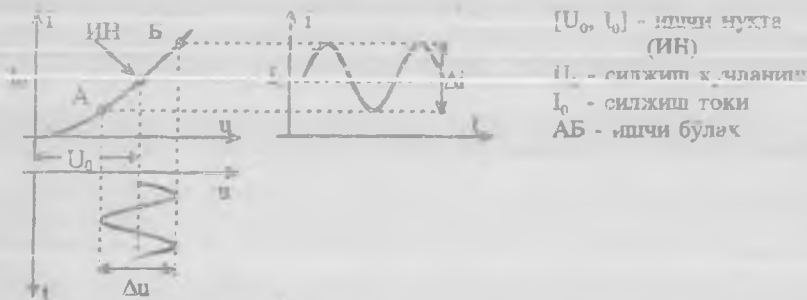
2. НЭ га узатилувчи таъсир ўзгармас ва ўзгарувчан таъсир этувчилардан иборат. Жавоб таркиби ҳам шундайдир:

$$U_0 + \Delta u \Rightarrow I_0 + \Delta i$$

$$R_{CT} = \frac{U_0}{I_0} - \text{статик каршилик}$$

$$K_k = \frac{\Delta u}{\Delta i} - \text{динамик каршилик, у фақат кичик орттирмалар учун аниқланади.}$$

3. Ўзгармас қўлланиш ба ток силжиш қўлланиши ва токи дейилади. Улар ишчи нўхта координатларини белгилайди. ВАХ нинг жавобни толиши узун ишлатилганидан қисма ишчи бўлаги дейилади.

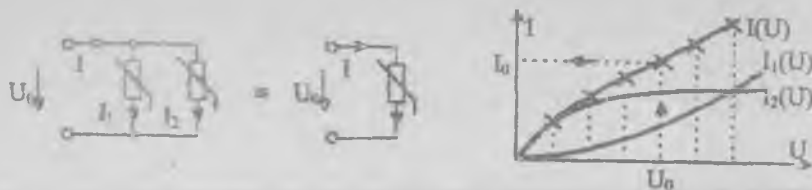


32.2. НЭ нинг ИШЧИ НУҚТАСНИНН ГРАФИК УСУЛДА ХИСОБЛАШ

1. НЭЗ ни хисоблаш масаласи одатда НЭ нинг ишчи нуқталарини хисоблашга олиб келади.

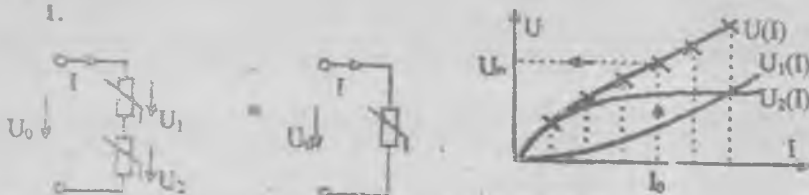
2. Узгармас ток НЭЗ ни график усулда хисоблаш кетма-кет-параллел уланган НЭ ни осонроқ хисобланувчи эквивалент ноқизиқли ИК билан алмаштиришга асосланган.

3. НИК лар параллел уланган бўлса, тоқлар график тарзда қўшилади.

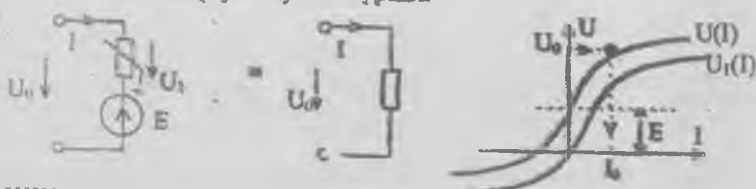


4. НИК лар кетма-кет уланган бўлса, қучланишлар график тарзда қўшилади.

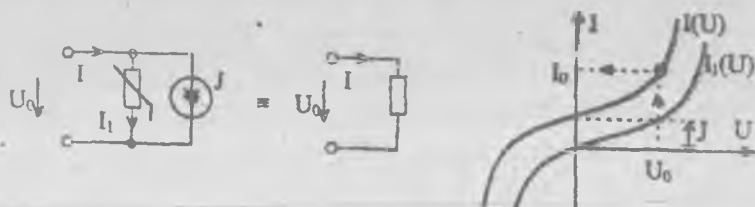
1.



5. НИК нинг қучланиш манбаи билан кетма-кет уланиши унинг ВАХ ни қучланишлар ўқи бўйича суради.

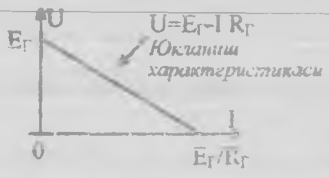
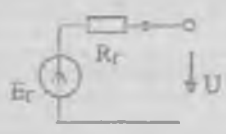


НИК нинг тоқ манбаи билан параллел уланиши унинг ВАХ-ни тоқлар ўқи бўйича суради.

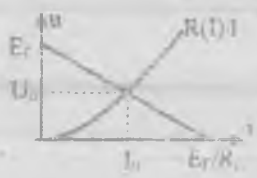
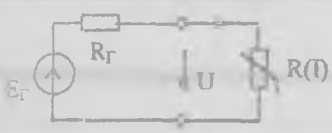


23.3. НЭ ИШЧИ НУҚТАСНИИ ЮКЛАНИШ ХАРАКТЕРИСТИКАСИ ЁРДАМИД, ҲИСОБЛАШ

1. Реал кулланиш манбасининг вольт-ампер характеристикаси (ВАХ) юкланиш характеристикаси дейилади.



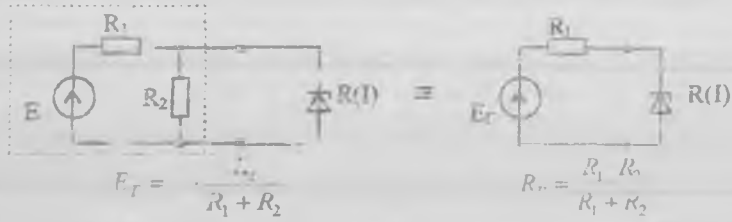
2. Энг оддий НЭЗ таркибига реал манба ва битта НЭ хиради



$$U = E_r - R_r \cdot I \quad ; \quad U = R(I) \cdot I$$

Занжирдаги ток ва қуллинишлар иккита ВАХ-нинг қесийшган нуқталари координаталари сифатида топилади - Манбага тегишли ва НЭ га тегишли.

3. Битта НЭ бўлган ҳарқандай ЭЗ энг оддий НЭЗ га келтирилади.

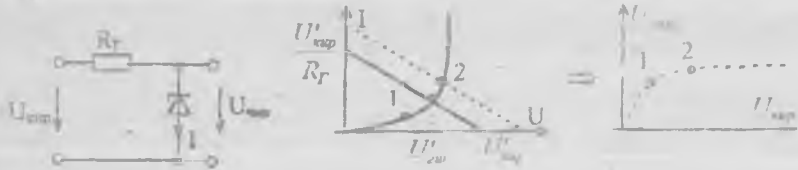


$$E_r = \frac{E R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_r = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Енинг эквивалент генератор ҳақидаги теоремадаг фойдаланила-

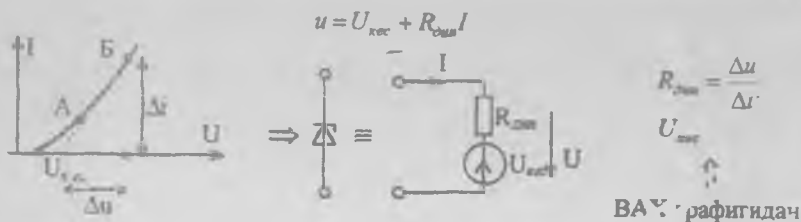
чи.
4. Энг оддий НЭЗ нинг $u_{\text{чик}} = f(u_{\text{иср}})$ боғланишини нуқталар



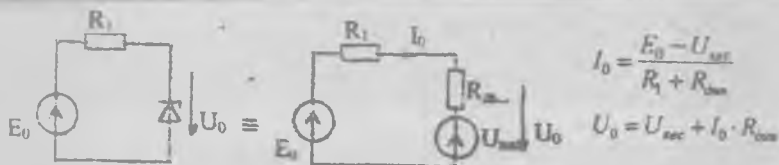
$u_{\text{иср}}$ га турли қийматлар бериб, юкланиш характеристикаси ёрдамида $u_{\text{чик}}$ нинг турли қийматларини аниқлаймиз ва график дсаймиз.

32.4. ЛИНЕАРИЗАЦИЯ УСУЛИ

1. Чизиклилаш усули ВАХ-сининг ишчи қисмини тўғри чизик билан алмаштиришга асосланади. Бу НЭ ни унинг чизикли модели билан алмаштиришга олиб келад. Натижада бутун схема чизикли бўлиб қолади ва унга одатдаги ҳисоблаш усулларини қўллаш мумкин.

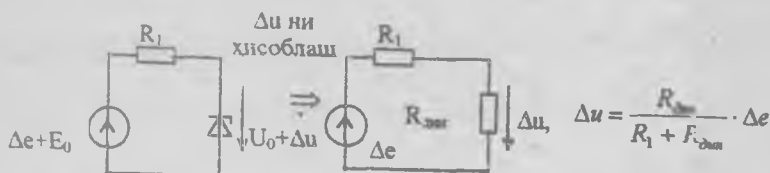


2. Чизиклилаш усули НЭ нинг ишчи нуқта-лини топиш учун қўллангани мумкин.



Бунда ҳисоблаш охирида топилган ишчи нуқта мўлжалдаги ишчи булак ичига тушган ёки тушмагани текширилади. Агар тушмаган бўлса, бошқа ишчи булак танланади.

3. Чизиклилаш усули таъсир ўзгармас ва ўзгарувчан ташкил этувчилар йиғиндисидан иборат бўлган ҳолда жавобнинг кичик оғирмаларини ҳисоблаш учун ҳам ишлатилиши мумкин.



Бунда, таъсирнинг ва жавобнинг ўзгармас ташкил этувчилари нолга тенг деб ҳисоблаб, инобатта олмаймиз.

33.1. УЧКУТБЛИ НОЧИЗИҚЛИ ЭЛЕМЕНТЛАР



Ташқи занжирга улағия учун муқайлашган учти кутбиз НЭ лар учкутбли НЭ лар дейилади.

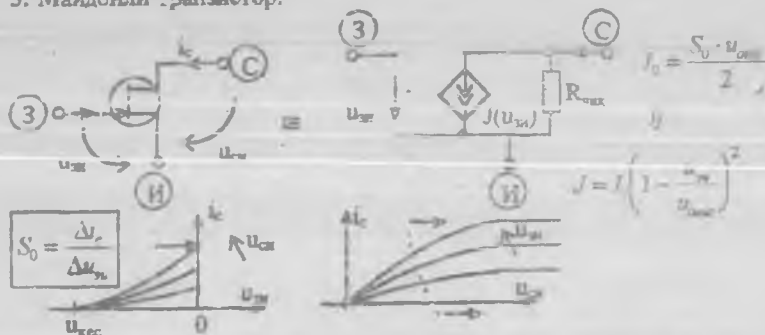
Учкутбли НЭ лар куйидаги иккита ВАХ ларни билан тула характерланади:

- i_1 ва u_1 боғловчи кириш характеристика.
 - i_2 ва u_2 боғловчи чиқиш характеристика.
2. Кушмайдонли транзистор.



Биринги яқинлашулда, барча ночиқлиқлик ўзидан диодни гасвирловчи кириш занжирига тўтланган.

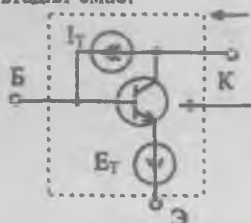
3. Майдонли транзистор.



Майдонли транзистор ё утиш, ёки чиқиш ВАХ си билан тула характерланади. Барча ночиқлиқлик бошқарилувчи манбада тўтланган.

33.2. УЧҚУТЕЛИ НЭ-ЛАРНИНГ ИШЧИ НУҚТАЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

1. Қўшқутбли транзисторнинг иш режими температурага нисбатан муътадил эмас.



Реал транзистор

$$I_T = I_0 \cdot e^{\alpha \cdot \Delta T}$$

иссиқлик токи

Иссиқлик токи ва дрейф токидан ҳоли бўлган идеал транзистор

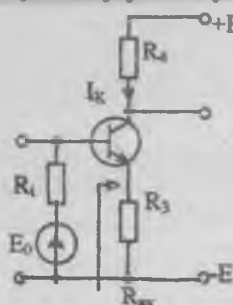
$$E_T = \gamma \cdot \Delta T$$

температуравий дрейф ЭЮКи

ΔT - температура ўзгариши

Температуравий номуътадилликнинг манбаи иссиқлик токи I_T ва температуравий дрейф ЭЮК E_T дир.

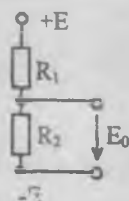
2. Транзистор ВАХ-сининг ишчи нуқтасини муътадил қилиш учун ток буйича чуқур ТБ қўлланади. Режим автоматик тарзда ўрнатилади



$$E_0 \approx I_T R_1 + U_{обс}, U_{обс} = 0,5 \div 0,7 \text{ В}$$

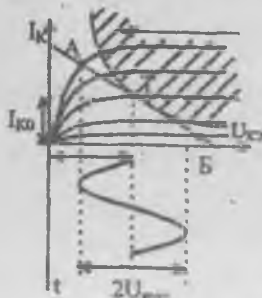
Қўшимча қуцланиш манбаи E_0 ни R_1 ва R_2 қаршиликлардан тузилган қуцланиш буйичаси ер-дамиди олиш мумкин.

$$R_1 \ll R_{эп} \approx \beta \cdot R_3$$

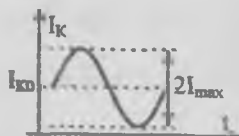


$$R_1 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

3. Қувват кучайтириш режимида транзистор чиқиш ВАТ-сининг ишчи бўлаги ва ишчи нуқтасини мукамал ҳисобланади.



Йул куйилган ёйилиш қаватлари соҳаси



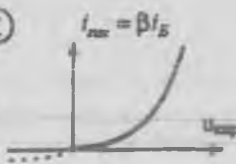
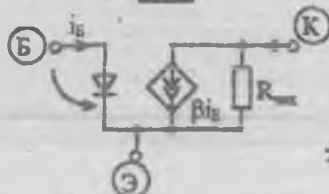
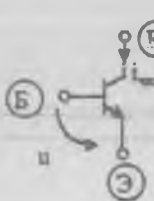
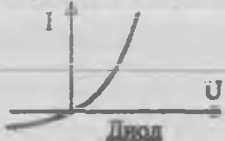
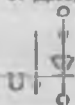
$$P_{max} = \frac{I_{max} \cdot U_{max}}{2}$$

Тебранма қувват

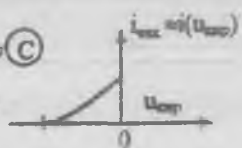
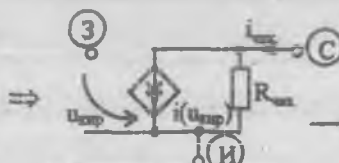
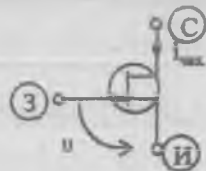
Ишчи нуқта Т ни ишчи бўлақча АБ нинг марказида танлашга ҳаракат қилнади.

33.3. НЭ нинг УМУМЛАШГАН ВАХ-и, НЭЗ-ни ХИСОБЛАШ ХУСУСИЯТЛАРИ

1. Дноцлар ва транзисторлар ВАХ-лари.

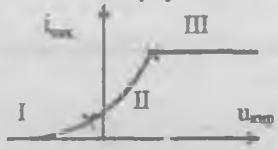


Кўшиқубли транзистор



Майлонли транзистор

2. НЭ нинг умумлашган ВАХ-си.



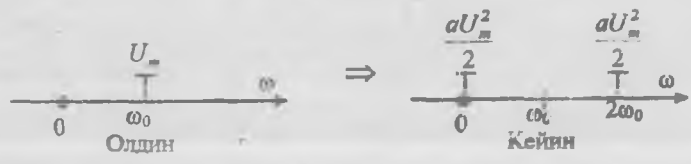
- I - кесим булаги
- II - актив булаги
- III - тўвиниш булаги

3. НЭЗ ни хисоблаш хусусиятлари:

- жамлаш усулини қўллаб бўлмайди;
- чиқишдаги сигнал таркибда янги спектрал ташкил этувчилар пайдо бўлади:

$$i_{кк} = U_m \cos \omega t \Rightarrow i_{кк} = a \cdot U_m^2 \Rightarrow a U_m^2 \cos^2 \omega t \Rightarrow$$

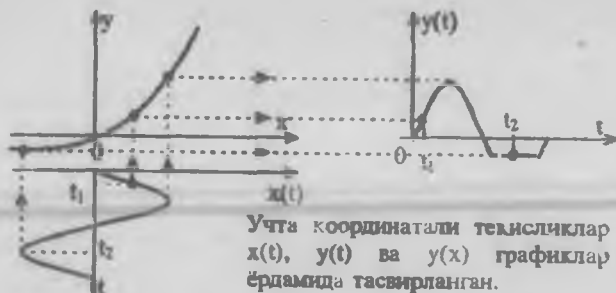
$$\Rightarrow i_{кк} = a \frac{U_m^2}{2} + a \frac{U_m^2}{2} \cdot \cos 2\omega t$$



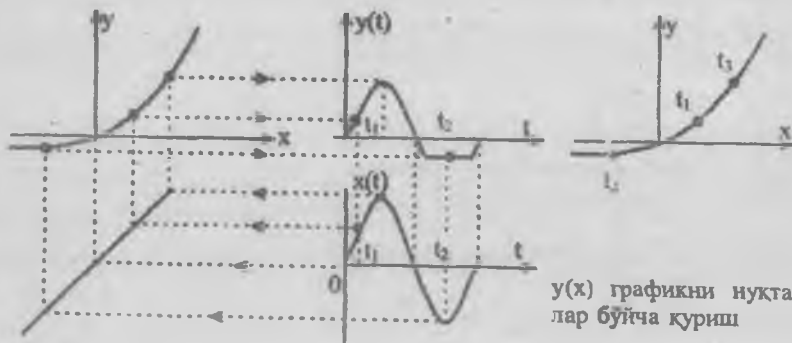
8.2.3. 34-миъруза.

34.1. НЭ нинг УЗГАРУВЧАН ТАЪСИРГА ЖАВОБИНИ УЧ КООРДИНАТАЛИ ТЕКИСЛИКЛАР УСУЛИ БИЛАН АНИҚЛАШ

1. Уч координатли текисликлар усули $y(x)$ ВАХ-га $x(t)$ таъсири графикни лойхалашга ва $y(t)$ жавоб графикни нуқталар буйича қуришга асосланган.



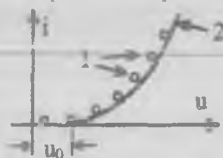
2. Уч координатли текисликлар усули синдирувчи қурилма ишлатилган ҳолда қўлланишда қулайдир.



3. Уч координатли текисликлар усули $x(t)$ таъсир ва $y(t)$ жавоб маълум бўлган ҳолда НЭ нинг ВАХ-сини топиш масаласини ечиш имконини беради. Бунинг учун $y(x)$ график 0 , t_1 , t_2 , t_3 ва ҳ.к. вақт қийматлари учун қурилади.

34.2. НЭ-нинг ТАВСИФЛАРИНИ АППРОКСИМАЦИЯЛАШ

1. Мураккаб функцияни тақрибий яқинлашувчи аналитик ифода билан алмаштиришга аппроксимация дейилади.



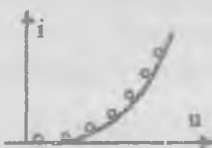
- 1) алоҳида нукталар қўрилишидаги берилган функция.
- 2) аппроксимацияловчи функция →
 $i = a(u - u_0)^2$.

2. Аппроксимациялаш икки босқичда бажарилади:

Аппроксимациялаш

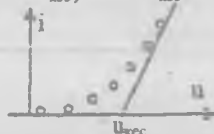
① Аппроксимацияловчи функцияни танлаш

$$i = a_0 + a_1 u + a_2 u^2 + \dots$$



② Аппроксимациялаш коэффициентларини аниқлаш

$$i = \begin{cases} 0 & u < U_{квс} \text{ да} \\ S(u - U_{квс}) & u \geq U_{квс} \text{ да} \end{cases}$$



3. Аппроксимацияловчи функция сифатида полиномал ёки чизикли-булакли функция танланади.

Аппроксимацияловчи функцияни
танлаш

Полиномал

Чизикли-булакли

4. Аппроксимациялаш коэффициентларини топиш учун интерполяция сули ёки текислаштириш усули ишлатилади.

Аппроксимация коэффициентларини
аниқлаш

Интерполяция усули

Текислаштириш усули



$$i = f(u) \text{ урнига} \\ F(i) = Au + B \text{ ни излаймиз}$$

A, B - коэффициентлар

$$\sum_{k=1}^S a_k u_k^S = i(u_k), \quad k = 1, 2, 3$$

34.3. ВАХ-НИ ПОЛИНОМЛИ АППРОКСИМАЦИЯЛАШ

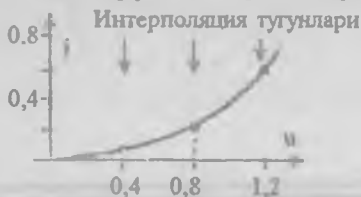
1. Берилган ва аппроксимацияловчи функцияга мисол.

Берилган функция							
u	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2
i	0	0,05	0,1	0,15	0,25	0,4	0,6

Аппроксимацияловчи функция

$$i = a_0 + a_1 u + a_2 u^2$$

2. Коэффициентларни интерполяция усулида топил.



$$i(0.4) = a_0 + 0.4a_1 u + 0.4a_2 u^2 = 0.1$$

$$i(0.8) = a_0 + 0.8a_1 u + 0.8a_2 u^2 = 0.25$$

$$i(1.2) = a_0 + 1.2a_1 u + 1.2a_2 u^2 = 0.6$$

$$a_0 = 0.15, \quad a_1 = -0.375, \quad a_2 = 0.62$$

Интерполяция усули икки функцияни интерполяция тугунлари деб атаувчи бир неча муҳим нуқталарда ўзаро тенглаштиришга асосланган.

3. Коэффициентларни текислаштириш усули (функция ҳосиласи ёрдамида) билан топил.

Берилган функция							
u	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2
i	0	0,05	0,1	0,15	0,25	0,4	0,6
Δi	-	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,2
Δu	-	0,25	0,25	0,25	0,5	0,75	1
$\frac{\Delta i}{\Delta u}$							

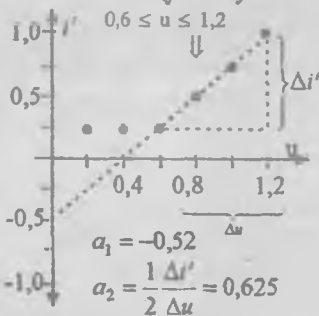
$$i' = \frac{\Delta i}{\Delta u} \cong a_1 + 2a_2 u$$

Булакча ўртасида $0.6 \leq u \leq 1.2$

$$i(0.8) = a_0 - 0.52 \cdot 0.8 + 0.625 \cdot 0.8^2 = 0.25 \Rightarrow a_0 = 0.16$$

Энг қулай булакча

$$0.6 \leq u \leq 1.2$$



Текислаштириш усули u аргументдан чизикли боғланиш олиш учун бошланғич аппроксимацияловчи функцияни ўзгартиришга асосланган.

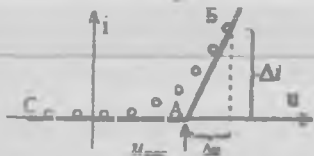
4. Текислаштиришнинг бошқа кўринишлари.

$$i = a(u - U_{\text{нес}})^2 \Rightarrow \sqrt{i} = \sqrt{a}(u - U_{\text{нес}})$$

$$i = I_0 \cdot \exp\left(\frac{u}{\varphi_T}\right) \Rightarrow \ln i = \ln I_0 + \frac{u}{\varphi_T}$$

34.4. БАТ-НИ ЧИЗИҚЛИ-БУЛАКЛАБ АППРОКСИМАЦИЯЛАШ

1 Чизикли-булаклаб аппроксимациялаш ВАХ ни икки нури билан яқинлаштиради.

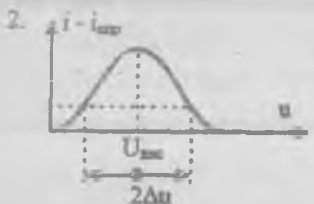


A нукта $\rightarrow U_{нec}$

$$\frac{\Delta i}{\Delta u} = S \left(\frac{uA}{B} \right)$$

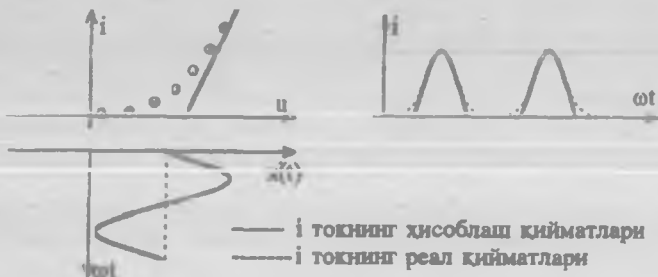
$$i = \begin{cases} S(u - U_{нec}) & u \geq U_{нec} \text{ да} \\ 0 & u \leq U_{нec} \text{ да} \end{cases}$$

АВ нури катта u ларда ($u \gg U_{нec}$) энг яқини яқинлашув олиндиған килиб ўтказилади.



Ночизикли ўзгартиришлар учун характеристиканинги эгилган бўлаги ($u \approx U_{нec}$) муҳимдир. Лекин айнан эгилиш нуктаси яқинида аппроксимациялаш аниқлиги энг паст булади.

3. Ҳисоблаш аниқлигини ошириш учун кириш сигналининг ўзгарувчан ташкил этувчисини ВАХ-сининг энг ёмон яқинлашувига мос бўлаги катталигидан анча катта килиб танланади ($U_{нec} \gg Du$).

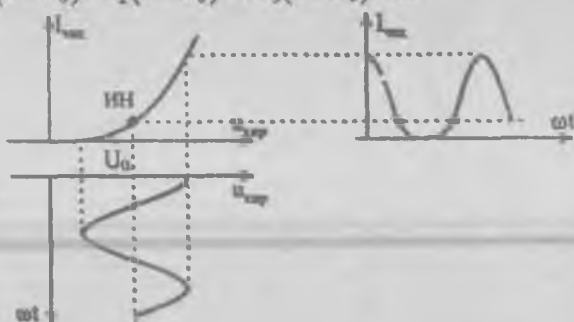


Чизикли-булаклаб аппроксимациялашнинг хусусияти киришдаги ўзгарувчан сигналнинг катта қийматлариридир.

35.1. ВАХ-ни ПОЛИНОМЛИ АППРОКСИМАЦИЯЛАШДА НЭЗ ЖАВОБИНИ ГРАФОАНАЛИТИК УСУЛДА ҲИСОБЛАШ

1. ВАХ абсциссаси $u=U_0$ бўлган ишчи нукта атрофида Тейлор қатори сифатида келтирилади.

$$i = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2 + a_3(u - U_0)^3 + \dots$$



ВАХ-сининг нолизиқлийдигидан энг яқши ф. ёдаланиш учун ишчи нукта (ИН) характеристиканинг кескин букилиш жойида танланади. Кичикроқ ишчи бўладан фойдаланилганда ва кичикроқ кириш сигналларида полином даражаси пастроқ (иккинчи) бўлиши мумкин.

2. Таъсир ўзгармас ва ўзгарувчан ташкил этувчилар йиғиндиси шаклида бериледи.

$$u_{\text{вх}} = U_0 + U_m \cos \omega_f t.$$

3. Жавобни Фурье қатори шаклида келтиришга интилинади; бунда косинуснинг турли даражаларидан қаррали бурчаклар косинусларига ўтиш формулалари ишлатиледи.

$$i_{\text{вх}} = a_0 + a_1 U_m \cos \omega_f t + a_2 U_m^2 \cos^2 \omega_f t + a_3 U_m^3 \cos^3 \omega_f t + \dots$$

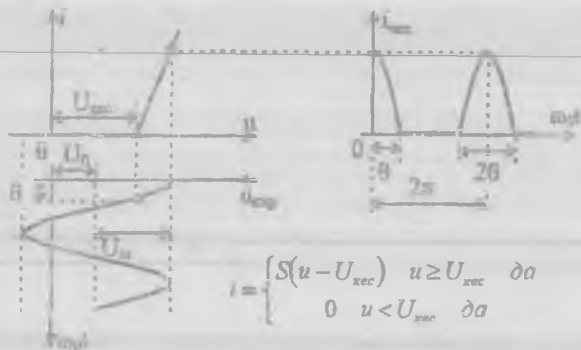
$$\left. \begin{aligned} \cos^2 \omega_f t &= \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\omega_f t \\ \cos^3 \omega_f t &= \frac{3}{4} \cos \omega_f t + \frac{1}{4} \cos 3\omega_f t \\ \cos^4 \omega_f t &= \frac{3}{8} + \frac{1}{8} \cos 2\omega_f t + \frac{1}{8} \cos 4\omega_f t \end{aligned} \right\} \text{ да,}$$

$$i_{\text{вх}} = (a_0 + \frac{1}{2} a_2 U_m^2 + \dots) + (a_1 U_m + \frac{3}{4} a_3 U_m^3 + \dots) \cos \omega_f t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow + (\frac{1}{2} a_2 U_m^2 + \frac{1}{8} a_4 U_m^4 + \dots) \cos 2\omega_f t + (\frac{1}{4} a_3 U_m^3 + \dots) \cos 3\omega_f t + \dots$$

35.2 ВАТ ни ЧИЗИҚЛИ-БЎЛАКЛАБ АППРОКСИМАЦИЯЛАШДА НЭЗ ЖАВОБИНИ ГРАФОАНАЛИТИК УСУЛДА ҲИСОБЛАШ

1. ВАХ ни $u=U_{\text{хес}}$ нуқтада учрашувчи иккита нур билан тасвирланади



$$i = \begin{cases} S(u - U_{\text{хес}}) & u \geq U_{\text{хес}} \text{ да} \\ 0 & u < U_{\text{хес}} \text{ да} \end{cases}$$

2. Таъсир узгармас ва узгарувчан таъсир этувчилар йўгиндиси шаклида берилди:

$$u_{\text{хур}} = U_0 + U_m \cos \omega_f t$$

3. Жавоб даврининг кичкина қисмидагина ношан фаркли:

$$i_{\text{зак}} = \begin{cases} S U_m (\cos \omega_f t - \cos \theta), & \omega_f t \in [0, \theta] \text{ да еки } [2\pi - \theta, 2\pi] \\ 0, & 0 \leq \omega_f t \leq 2\pi - \theta \text{ да} \end{cases}$$

4. Даврининг тох ўтайдиган қисмининг ярмига кесил бурчаги θ дейлади.

θ ни аниқлаш учун тенглама.

\Rightarrow

$$\cos \theta = \frac{U_{\text{хес}} - U_0}{U_m}$$

5. Жавобни Фурье катори шаклида ешил мумкин.

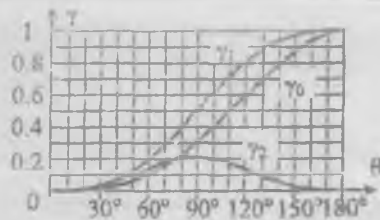
$$i_{\text{зак}} = I_0 + I_{m1} \cos \omega_f t + I_{m2} \cos 2\omega_f t + \dots$$

атор коэффициентлари махсус Берг функцияларига боғлиқ.

$$I_0 = S u_m \cdot \gamma_0(\theta);$$

$$I_{m1} = S u_m \cdot \gamma_1(\theta);$$

$$I_{m2} = S u_m \cdot \gamma_2(\theta).$$



Берг функциялари кесил бурчаги θ га боғлиқ.

35.3. ГАРМОНИК ТЕБРАНИШЛАР ЙИГИНДИСИНING НЭЗ-ГА ТАЪСИРИ

1. НЭ нинг ВАХ-си энг оддий холда иккинчи даражали полином билан характерланади:

$$i = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2.$$

2. Таъсир ўзгармас ва иккита гармоник ташкил этувчилар йигиндиси шаклида берилди.

$$u_{\text{сик}} = U_0 + U_{m1} \cos \omega_1 t + U_{m2} \cos \omega_2 t.$$

3. $\omega_2 \gg \omega_1$

Гармоник ташкил этувчилардан бири кўпинча паст частотали, иккинчиси - юқори частотали:

4. Жавоб таркибига кўпинча ω_1 га қаррали ва ω_2 га қаррали частоталар қиради



5. Одатдагилардан ташқари янги $\omega_2 - \omega_1$ ва $\omega_2 + \omega_1$ комбинациявий частоталардаги гармоник ташкил этувчилар пайдо бўлади.

$$\Delta i_{\text{сик}} = a_2 U_{m1} \cdot U_{m2} [\cos(\omega_2 - \omega_1)t + \cos(\omega_2 + \omega_1)t].$$

6. ВАХ-ни аппроксимацияловчи полином даражасини ошириш $p\omega_1 \pm q\omega_2$ шаклидаги комбинациявий частоталардаги ташкил этувчиларнинг ҳосил бўлишини кескин оширади.

$$i = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2 + a_3(u - U_0)^3;$$

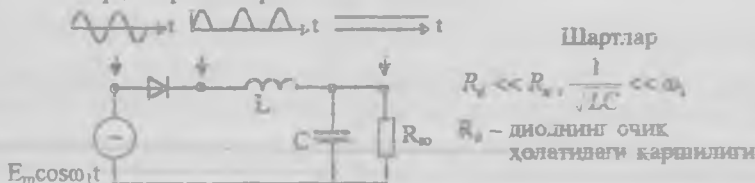
⇓

$$i_{\text{сик}} = \sum_{q=0}^3 \sum_{p=0}^3 I_{pq} \cos(p\omega_1 \pm q\omega_2)t.$$

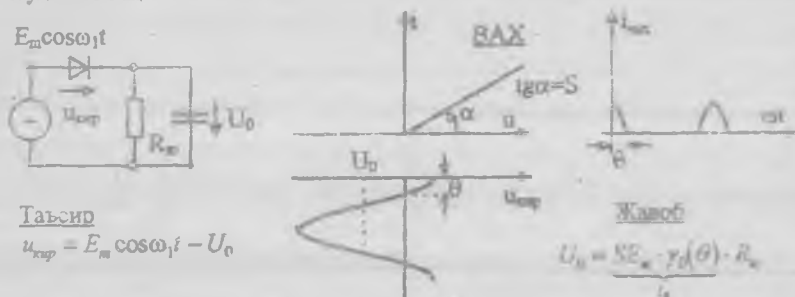
36.1. ТЎҒРИЛАГИЧЛАР

1. Ўзгарувчан кучланишни ўзгармас кучланишга ўзгартириб берувчи қурилма тўғрилагич дейилади.

2. Чўкишида LC-фильтрли тўғрилагични ҳисоблаш умти нуктадаги кучланишлар диаграммалари билан аниқланади.

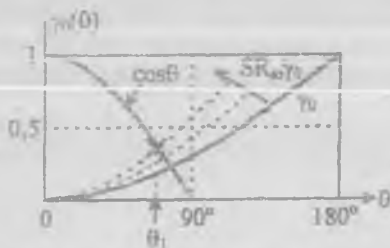


3. RC-фильтрли тўғрилагичнинг ишлаш режими кесил бurchаги θ га жула боғлиқ



Кесил бурчаги θ ҳўдада графiк усулда аниқланади

$$U_0 = E_m \cos \theta = SE \gamma_d(\theta) \cdot R_н \Rightarrow \boxed{\cos \theta = SR_н \gamma_d(\theta)}$$



$$1 \leq SR_н < \infty$$

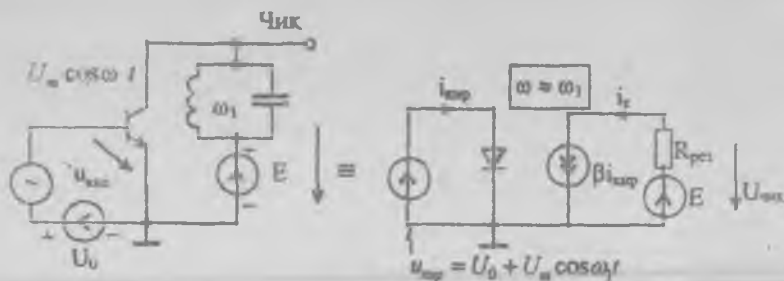
$$\boxed{0,2 E_m \leq U_0 \leq E_m}$$

Тўғриланган U_0 кучланиш катталиги $SR_н$ -орғиши билан нўчиқли гарда орғади.

36.2. НОЧИЗИКЛИ РЕЗОНАНСИЙ КУЧАЙТИРГИЧЛАР

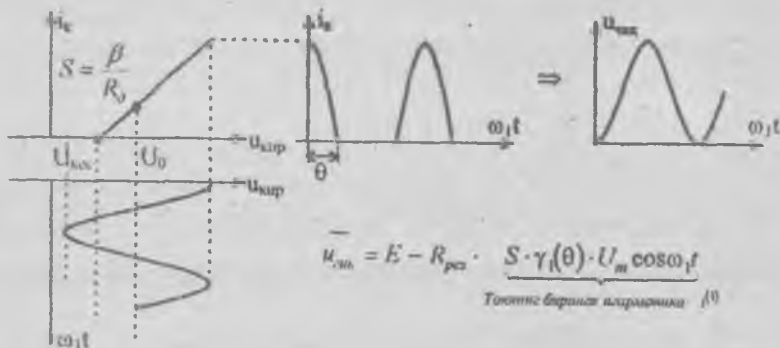
1. Кесинч режимда ишловчи ва параллел тебраниш контурига юкланган кучайтиргич ночизикли резонансий кучайтиргич дейилади.

2. Энг оддий ночизикли резонансий кучайтиргич резонанс частотасида кириш занжирида мужассамлашган ночизиклиликка эга.



Транзисторнинг чиққиш қаршилиги резонанс қаршилиги $R_{пер}$ дан кўп марта катта бўлиши керак.

3. Кесинч режимда ишлашда чиққиш кучланиши диаклига кўра киришдаги кучланиш билан ўхшаш, лекин катталигига кўра кесинч бурчаги θ га ночизикли боғлиқ.

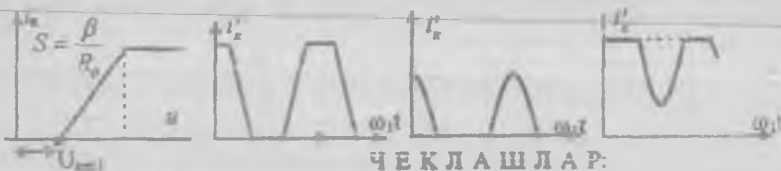


4. Агар сизгиш кучланиши U_0 ни чиққишдаги кучланишнинг ўзгарувчан ташкил этувчисига боғлиқ қилиб олинса (тўғрилагичдан кейин), у ҳолда КАБ-кучланишнинг автоматик бошқариш олинади.

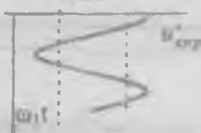
5. Агар резонанс контури киришдаги 2-, 3-, ... к-гармоникаларига соланса, у ҳолда частота кўпайтиргичини аламитиз.

36.3. ОНИЙ ҚИЙМАТЛАРНИ ЧЕКЛАГИЧЛАР

1. Чикишдаги сигнал киришдаги сигналга маълум чекланган ораликдагина пропорционал бўлган қурилмалар оний қийматларни чеклагичлар дейилади.



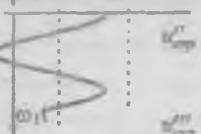
Ч Е К Л А Ш Л А Р:



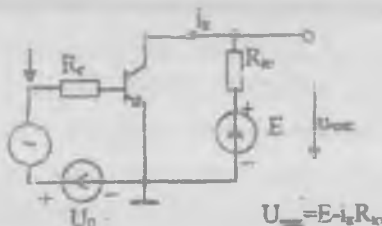
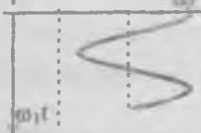
Иккитомонлама

Юқоридан

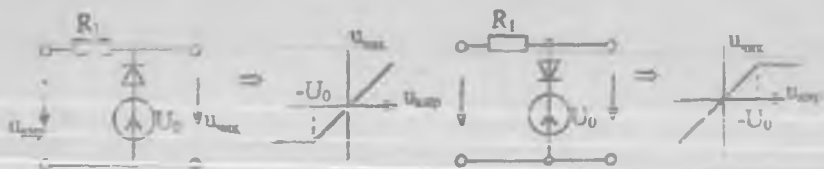
Қуйдан



Транзисторда йиғилган чеклагич сигнални ҳам юқоридан, ҳам қуйдан чеклаш имконини беради.



3. Диодларда йиғилган чеклагич сигнални ё қуйдан ё юқоридан чеклайди.



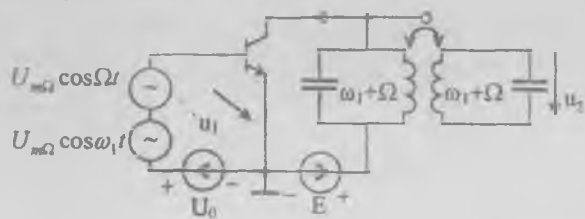
Чикишдаги сигнал амплитудаси киришдаги сигнал амплитудасига чекланган чегаралардагина пропорционал бўлган қурилмалар амплитудавий чеклагичлар дейилади. Киришдаги сигналнинг амплитудаси бу чегарадан четга чиққанда ҳам чикишдаги сигнал амплитудаси чекланган ҳолда бўлаверади.

Амплитуда чеклагичи ластдан ёки юқоридан кесилш режимида ишлайтган ночизикли резонансий кучайтиргич ёрдамида олинши мумкин.

36.4. ЧАСТОТА УЗГАРТИРГИЧЛАР

1. Киришдаги сигнал спектрини частоталар шкаласи бўлаб юқорига ёки пастга суриш имконини берувчи қурилмалар частота узгартиргичлар дейилади.

2. Частота узгартиргич сифатида чиқишида махсус (комбинациявий) частотага соzланган контури бўлган ноциклик кучайтиргич ишлатилиши мумкин.



Частотани узгартириш иккита тебранишларни узаро кўпайтириш йўли билан олинади.

$$U_{m\Omega} \gg U_{m\omega}$$

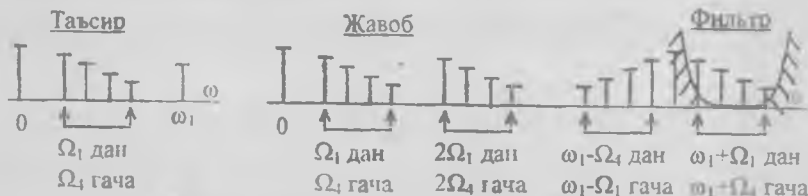
Сигнал Ассосий сигнал

Таъсир ↔ $u_{кыр} = U_0 + U_{m\Omega} \cos \Omega t + U_{m\omega} \cos \omega t$

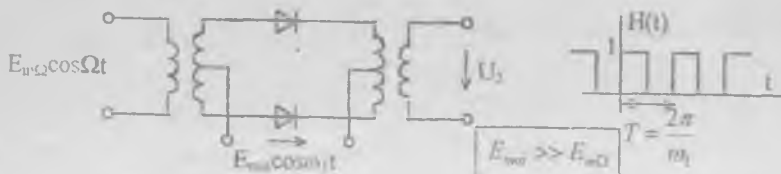
ВАХ ↔ $i_k = a_0 + a_1(u_{кыр} - U_0) + a_2(u_{кыр} - U_0)^2$

Керакли жавоб ↔ $\Delta u_{кул} = R_{пер} \cdot a_2 \cdot U_{m\Omega} \cdot U_{m\omega} \cos(\omega t + \Omega t)$

3. Қуйичастотали сигнал умумий ҳолда бирнеча гармоник тебранишлар йиғиндисини шаклида тасвирланиши мумкин. Керакли жавобни ажратиб олиш учун филътр лозим.



4. Частота узгартиргични ω_1 частота билан "1" ва "0" қийматларини даврий тарзда қабул қилувчи узатиш коэффициентига эга булган диодли схемада ҳосил қилиш мумкин.



Чиқишида $\omega_1 + \Omega$ комбинациявий частотага соzланган филътр булиши лозим.

8.3. 8-Мавзу бўйича текшириш учун саволлар ва масалалар

1. Суз билан қуйидагиларни таърифланг:

- иккиқутбли резистив элементлар;
- ишчи нуқта ва ишчи булак;
- кучланишлар ва тоқларни график тарзда қўйиш;
- юкланиш тавсифи (ночизикли элемент учун);
- чиқиқлилаш усули;
- уқкутбли ноцизикли элемент;
- ноцизикли элементнинг умумийлашган ВАТ-и ва унинг уч хил булагн;
- уч координатли текисликлар усули;
- аппроксимация ва унинг турлари (юдинономи ва чиқиқли-булаклаб);
- интерполяция усули ва текислаш усули (аппроксимациялаш коэффициентларини топиш учун);
- қирқиш бурчаги;
- туғрилагич;
- ноцизикли резонансий қучайтиргич;
- оний қийматларни чеклагич;
- частота узгартиргич.

2. Қуйидагиларнинг схемаларини чизинг (конспекта таяниш мумкин):

- реал манба ва ноцизикли элемент булган оддий НЭЗ;
- ВАТ-нинг чиқиқли ишчи булагн учун диод модели;
- ноцизикли режимда ишлаётган қўшмайдонли транзисторнинг модели;
- ток бўйича манфий тесқари боғланишли транзисторли қучайтириш каскади;
- битга яримцаври RC-фильтрли туғрилагич;
- ноцизикли резонансий қучайтиргич;
- транзисторли чеклагич;
- диодли чеклагич;
- частота узгартиргич;

3. Ордината ўқи бўйлаб тоқлар қийматлари абсцисса ўқи бўйлаб эса, кучланишлар қийматларини қўйиб $R_1 = 10 \text{ Ом}$ ва E_1 инанг унга: $E_1 = 10 \text{ В}$, $E_2 = 20 \text{ В}$ ва $E_3 = 30 \text{ В}$ қийматларини учун юкланиш тавсифларини чизинг. E_1 -нинг узгартириш юкланиш тавсифида қандай таъсир курсатиши хақила хулоса чиқаринг.

4. Диоднинг ВАТ-и чегаралий нуқталари А [1 В, 1 мА] ва В [2 В, 5 мА] булган шартли чиқиқли булакка эга. Диод чиқиқли моделининг $U_{\text{ср}}$ ва $R_{\text{дин}}$ параметрларини топинг.

5. НЭ-нинг ВАТ-и шаклига нур билан ифозаланиди: $I_{\text{ср}} = 0$, $U_{\text{ср}} \leq 6$ да ва $I_{\text{ср}} = 5U_{\text{ср}}$, $U_{\text{ср}} > 0$, $S = 1(\text{мА/В})$ да. Агар $U_{\text{ср}} = 2 + 3\cos\omega t$ (В) маълум

булса, уч координатли тегисликлар усули ёрдамида жавоб графигини чизинг. Чикишдаги токнинг максимал ва минимал қийматларини кўрсатинг.

6. ВАТ қўйидаги уч нукта орқали ўтади: А[-4 В, 0 мА], В[-2 В, 1 мА], С[-0 В, 5 мА]. Бу нукталарни интерполяция тугунлари сифатида қўллаб, аппроксимацияловчи полином $i_{\text{чик}} = a_0 + u_{\text{квр}} a_1 + u_{\text{квр}}^2 a_2$ - нинг коэффициентларини топинг.

7. ВАТ қўйидаги тўртта нукталар орқали ўтади: А[-0 В, 0 мА], В[-3 В, 1 мА], С[5 В, 5 мА] ва D[6 В, 7 мА]. Чизикли-булаклар аппроксимациялаш графигини чизинг ва S ҳамда $U_{\text{квр}}$ коэффициентларини топинг.

8. ВАТ $i_{\text{чик}} = 1 + 1u_{\text{квр}} + 2u_{\text{квр}}^2$ полином билан ифоданалади ($i_{\text{чик}}$ -мА-да, $u_{\text{квр}}$ эса В-ларда ўлчанади). Агар $u_{\text{квр}} = 1 \cos \omega_1 t$ (В) берилган булса, чиқишдаги ток гармоникалари амплитудавий спектрини кўрсатинг.

9. ВАТ параметрлари $U_{\text{кк}} = 1В$ ва $S = 1\text{мА}/В$ булган чизикли-булакни аппроксимация билан ифоданалади. Агар $u_{\text{квр}} = 1 + 1 \cos \omega_1 t$ (В) берилган булса, чиқишдаги ток биринчи гармоникасининг амплитудасини топинг.

Эслатма. $\gamma_1(90^\circ) = 0,5$.

ХУЛОСА

Махсус ўтказилган психологик текширувлар кўрсатадики*, талабалар ўқиш жараёнида натижаларга энг қисқа йўл билан эришишга субъектив тарзда созланадилар. Мазкур ўқув қўлланма талабаларнинг айнан ушбу психологик хусусиятини ҳисобга олган: фан тўлалигича ўқув мақсадлари аниқ белгиланган ва тестларга ски бошқа назоратларга киритилиши мумкин бўлган саволлар ва масалаларнинг минимал қатори кўрсатилган ҳолда қисқача ёзилган. Бундай ҳажми ўзлаштириш фан ҳақида тасаввур этабилиш ва нусхав й-билимлар даражасига эришиши имкониди беради.

Ўқув ҳажмини чуқурроқ ўқув ва одатлар даражасида ўзлаштириш учун [7, 13]дан қўшимча тарзда масалалар ечишни ва [6]дан машқ учун тестлар ёзишни тавсия этиш мумкин. Электр занжирлари назарияси ҳақида билимларни кенгайтириш учун рўйхати ҳар бир мавзу бошланишида маъруза мазмуни ёниг бериладиган адабиётларни ўқиб чиқиш мақсадга мувофиқдир.¹



¹ *Коган В.И., Сычеников И.А. Основы оптимизации процесса обучения в высшей школе. (Единая методическая система института: Теория и практика). - Высшая школа, 1987 -143с.

АДАБИЁТ

Асосий

1. Бакалов В.П., Воробьинко П.П., Крук Б.И. Теория электрических цепей: Учебник для вузов. - М.: Радио и связь, 1998. - 462 с.
2. Бакалов В.П., Игнатов А.Н., Крук Б.И. Основы теории электрических цепей и электроники: Учебник для вузов. - М.: Радио и связь, 1989. - 525 с.
3. Андреев В.С. Теория нелинейных электрических цепей. - М.: Радио и связь, 1982. - 281 с.
4. Основы теории цепей: Учебник для вузов / Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин, А.Н. Нутшил, С.В. Страхов. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 528 с.
5. Белецкий А.Ф. Теория линейных электрических цепей. Учебник для вузов. М.: Радио и связь, 1986. - 544 с.
6. Давидов С.Р., Дмитриев В.Н., Зелинский М.М., Туляганова В.А., Шашков М.С. Электр занжирлари назарияси. Тест синовлари учун вазифалар туплами. Тошкент: ТЭАИ, 1-қисм, 1998. - 172 б.
7. Давидов С.Р., Дмитриев В.Н., Зелинский М.М. Электр занжирлари назарияси. Тест синовлари учун вазифалар туплами. Тошкент: ТЭАИ, 2-қисм, 1999. - 190 б.
8. Шебес М.Р., Каблукова М.В. Задачник по теории линейных электрических цепей. - М.: Высшая школа, 1990. - 544 с.

Кушимча

9. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учеб. для вузов по спец. "Радиотехника". - М.: Высшая школа, 1988. - 448 с.
10. Крылов В.В., Корсаков С.Я. Основы теории цепей для системотехников: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1990. - 224 с.
11. Данилов Л.В. и др. Теория нелинейных электрических цепей / Л.В. Данилов, П.Н. Матханов, Е.С. Филиппов. - Л.: Энергоатомиздат, 1990. - 256 с.
12. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы. Ч.1; ч.2. - М.: Мир, 1988. - 336 с.; 360 с.
13. Попов В.П. Основы теории цепей: Учебник для вузов спец. "Радиотехника". - М.: Высшая школа, 1985. - 496 с.
14. Бирюков В.Н., Попов В.П., Семенов В.И. Сборник задач по теории цепей. - М.: Высшая школа, 1990. - 238 с.
15. Дмитриев В.Н., Хайдаров К.Х. Электр занжирлар назариясининг физикавий асослари. Ўқув қўлланма. Тошкент, ТЭАИ, 1999. - 156 б.

3-БОШИ	3
4-МАВЗУ. ИМПУЛЬСЛИ ТАЪСИРЛАР ОСТИДАГИ	
4.3-чи ТАХЛИЛ ЭТИШ	4
4.1. Маърузалар мазмуни ва ўқув мақсадлари	4
4.2. 5-мавзу буйича маърузалар конспектлари	6
4.2.1. 19-маъруза	6
4.2.2. 20-маъруза	10
4.2.3. 21-маъруза	15
4.2.4. 22-маъруза	19
4.2.5. 23-маъруза	23
4.3. 5-мавзу буйича текшириш учун саволлар ва масалалар	27
5-МАВЗУ. ТҮРГҮТҮБЛИКЛАР ВА УЗУН ЛИНИЯЛАР	29
6.1. Маърузалар мазмуни ва ўқув мақсадлари	29
6.2. 6-мавзу буйича маърузалар конспектлари	31
6.2.1. 24-маъруза	31
6.2.2. 25-маъруза	35
6.2.3. 26-маъруза	39
6.2.4. 27-маъруза	42
6.3. 6-мавзу буйича текшириш учун саволлар ва масалалар	46
7-МАВЗУ. ЭЛЕКТР ФИЛЬТРАРИ ВА ТЕСКАРИ	
БОҒЛАНИШЛИ ЗАНЖИРЛАР	47
7.1. Маърузалар мазмуни ва ўқув мақсадлари	47
7.2. 7-мавзу буйича маърузалар конспектлари	49
7.2.1. 28-маъруза	49
7.2.2. 29-маъруза	53
7.2.3. 30-маъруза	57
7.2.4. 31-маъруза	61
7.3. 7-мавзу буйича текшириш учун саволлар ва масалалар	65
8-МАВЗУ. НОЧИЗИКЛИ ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАРИ	67
8.1. Маърузалар мазмуни ва ўқув мақсадлари	67
8.2. 8-мавзу буйича маърузалар конспектлари	69
8.2.1. 32-маъруза	69
8.2.2. 33-маъруза	73
8.2.3. 34-маъруза	76
8.2.4. 35-маъруза	80
8.2.5. 36-маъруза	83
8.3. 8-мавзу буйича текшириш учун саволлар ва масалалар	87
ХУЛОСА	89
АДАБИЁТ	90

Дмитриев В.Н., Зелинский М.М., Давидов С.Р.

Электр занжирлари назарияси. Маърузалар конспектлари: — 2 қисм.
Тошкент: ТЭАИ, 2001 йил — 83б.

Институт ИУК қарори асосида чоп этилди.

Масъул муҳаррир: т.ф.д., профессор Соколов В.К.

Тақризчилар:

Т.ф.д., профессор Каримов А.С. (ТГТУ),

Т.ф.н., доцент Абдуазизов А.А. (ТЭИС).

Муҳаррирлик — мусахҳиҳлик комиссияси:

Муҳаррир

Мусахҳиҳ

Босишга рухсат этилди 28.11.01 Бичими 84x108 ^{1/32}

Офсет қоғози. Алади 100 Буюртма № 553

Тошкент электротехника алоқа институти

Босмахонасида чоп этилди.

700084, Тошкент, А. Темур кўч. 108 уй.



THE NATIONAL ARCHIVES