

004  
494

004. (578.1)

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA  
O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI  
O'RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA'LIMI MARKAZI

---

J.YUNUSOV, X.ABBOSXONOVA

# RAQAMLI QURILMALAR VA MIKROPROTSESSOR TIZIMLARI

*Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma*

2050346

Toshkent  
«IQTISOD-MOLIYA»  
2010

**Taqrizchilar:**

**O.A.Abdouazizov** – texnika fanlari nomzodi, dotsent,

**R.A.Sharifov** – texnika fanlari nomzodi, dotsent.

**Yunusov J.Yu.**

- Yu-57**      **Raqamli qurilmalar va mikroprotsektor tizimlari.**  
Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma/J.Yu.Yunusov,  
X.Yu.Abbosxonova; O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta  
maxsus ta'lim vazirligi/O'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi marka-  
zi. –T.: «IQTISOD-MOLIYA», 2010. -240 b.  
I. X.Abbosxonova

Mazkur o'quv qo'llanmada «Raqamli qurilmalar va mikroprotsektor tizimlari» faniga oid ma'lumotlar xususida so'z yuritiladi. Oddiy raqamli kombinatsion, ketma-ket turdagi qurilmalar va murakkab mikroprotsektorlarning tuzilishi, ishlashi va ularni tahlil etish jarayonlari ko'rib chiqilgan.

O'quv qo'llanma kasb-hunar kollejlarning «3522206 – Analog va raqamli uzatish tizimlarini ishlatish va xizmat ko'rsatish yo'nalishlari bo'yicha ta'lim oluvchi o'quvchilariga, o'qituvchilarga va aloqa sohasi xodimlariga mo'ljallangan.

**BBK 32.973.26-04ya722**

**BBK 32.973.2ya722**

## KIRISH

XXI asr bo'sag'asida O'zbekistonda axborot kommunikatsion texnologiyalari barcha yo'nalishlar bo'yicha rivojlanmoqda. Ushbu jarayonning rivojlanishida 2001-yil may oyida Davlatimiz Prezidenti tomonidan Oliy Majlisning 5-sessiyasida ishlab chiqarish, ta'lim, insonlarning kundalik hayotiga axborot texnologiyalarini kiritishni yuqori darajaga ko'tarish bo'yicha aniq vazifalar qo'yildi.

2002-yil 30-mayda O'zbekiston Respublikasi Prezidentining «Kompyuterlashtirish va axborot-kommunikatsion texnologiyalarni kiritishning keyingi istiqbollari haqida»gi Qarori imzolandi. Mazkur qarorda kompyuterlashtirish va axborot-kommunikatsion texnologiyalar (AKT)ning zamonaviy tizimlarini rivojlantirish va kiritish sohalaridagi birlamchi vazifalar aniqlangan. Ular ichiga quyidagilar kiradi:

– real iqtisodiyot tarmoqlarida, boshqaruv, biznes, ilm va ta'lim sohalarida kompyuter va axborot texnologiyalarini keng kiritish, aholi turli qatlamlari uchun zamonaviy kompyuter va axborot tizimlaridan keng foydalanish uchun sharoitlar yaratish;

– maktab, kasb-hunar kolleji, akademik litsey va oliy o'quv yurtlari ta'lim jarayoniga zamonaviy kompyuter va axborot texnologiyalarini faol qo'llashga asoslangan progressiv ta'lim tizimini joriy qilish;

– axborot-kommunikatsion texnologiyalar sohasida, shu jumladan, dasturiy vosita, ma'lumotlar, axborot bazalarini tashkil qilish, respublika, soha va lokal axborot-kommunikatsion tarmoqlarini shakllantirish, kompyuter va telekommunikatsion texnikani ishlab chiqish sohasida ishlash uchun yuqori malakali kadrlar potensialini tayyorlashni tashkil qilish;

– milliy va xalqaro axborot tizimiga yuqori tezlikdagi kirishni joriy etish, ularga aholi, shu jumladan, qishloq punktlarini kiritishni ta'minlash;

– mamlakatning butun hududida axborot-kommunikatsion texnologiyalarni, shu jumladan, mobil aloqa, IP texnologiya, telekommunikatsiya va ma'lumot yetkazishning boshqa zamonaviy vositalarini, axborot-kommunikatsion tarmoq va xizmatlarining konvergenstiyasini jadal rivojlantirish.

Yangi texnologiyalar kiritish sharoitida mutaxassislar oldida texnologik jarayonlarni o'rnatish, tarkibiy qismlarini qo'llanish, zamonaviy texnologiyalar asosida tarmoq yaratish kabi masalalar tadqiqoti dolzarb desa bo'ladi.

Tasdiqlangan qonunlarni bajarish jarayoni infokommunikatsion texnologiyalarni O'zbekistonda rivojlanishining tegishli qonunlarini bajarish uchun keng yo'l ochib berdi. Bu O'zbekistondagi telekommunikatsion aloqa tizimlariga juda katta masshtabdagi ishlarini bajarish, aholiga turli telekommunikatsion xizmatlarni yuqori saviyada amalga oshirishning muhim omilidir. 2008-yildagi jahon iqtisodiy inqirozi juda ko'p mamlakatlarda iqtisodiy o'sish jarayonini sekinlashtirishga olib keldi. Ushbu jarayon I.A. Karimovning «Jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi, O'zbekiston sharoitida uni bartaraf etishning yo'llari va chorolari» nomli asarida ko'rsatilib, uni bartaraf etish uchun mavjud korxonalami modernizatsiyalash, texnik va texnologik qayta tiklash va zamonaviy texnologiyalarni tatbiq etish eng dolzarb masalalardan ekanligi uqtirib o'tildi. Yuqorida keltirilgan masalalarni yechishda boshqarish qurilmalarini qurish, ularni tahlil etish jarayonlarini amalga oshiruvchi mutaxassislarni yetishtirish eng asosiy masalalardan biridir.

Ushbu qo'llanma zamonaviy boshqarish qurilmalarini tuzishda va ularni tahlil etishdagi infokommunikatsion, arifmetik, mantiqiy, sxematexnik va kompyuter sxematexnik jarayonlarni loyihalash va ularni qurish usullarini o'rganishga bag'ishlanadi.

## I bob. RAQAMLI TEXNIKA ASOSLARI

### 1.1. Raqamli signal va raqamli qurilmalar to'g'risida tushunchalar

Har qanday ilmiy-texnik, biologik va sotsial tizimlarni boshqarish va ishlash, ayniqsa hisoblash texnikasi asoslarida **axborot jarayonlari** yotgan bo'lib, ular axborotlarni yig'ish va qayta ishlash bilan bog'liq bo'lib, ularning negizida uzatish, saqlash, taqsimlash, aks ettirish, yozib qo'yish, o'qish va boshqa jarayonlar yotadi. Sanab o'tilgan axborot jarayonlarini yakunlash asosida quyidagi: **axborotni qabul qilish, uzatish, saqlash va ularni qayta ishlash** – to'rt asosiy jarayonlar yoki bajariladigan ishlar tartibini ajratish mumkindir. Umuman, ushbu jarayonlarni amalga oshirish asosida axborotlarni ifodalovchi fizik qayta ishlash va ularning taqdim etish shakllari yotadi.

Axborot – eng qisqa va qiyin tariflanadigan tushunchadir. Axborotning qandaydir material ko'rinishda mujassamlantirilgani – **xabar**, uni fizik vositalar bilan uzatilishi (ДСТУ2938-94)ga asosan **signal** deb ataladi.

Har doim axborot xabarlari axborot manbai, axborotni qabul qiluvchi va uzatish kanallari bilan bog'liqdir (1.1-rasm):



1.1-rasm. Uzatish kanalining axborot modeli.

Axborotlarni uzatuvchi va qabul qiluvchi sifatida insonlar yoki texnik qurilmalar (kompyuterlar, datchiklar, indiqatorlar va b.) bo'lishi mumkin. Uzatish (aloqa) kanali deb, bir kirish va bir chiqishli axborotlarni ko'rsatilgan masofaga uzatish uchun mo'ljallangan qurilmalar majmuasiga aytiladi. Xabarlar turli shakllarda: ovoz, matn, tasvir, datchiklardan olingan elektr kuchlanishlar bo'lishi mumkin.

Integral mikrosemalardan tashkil topgan raqamli texnika va raqamli usullar, shu jumladan, mikroprotessor sistemalari, televi-

zion, radiouzatish va aloqa apparaturalarida axborot tashkil etishda keng tatbiq etilgan.

Raqamli texnika hozirgi kunda hisoblash texnikasining asosini tashkil qilib quyidagi yo'nalishlarda keng qo'llanilmoqda:

Texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish, texnik xususiyatlarini avtomatik nazorat qilish va tashxis qilish;

Elektron hisoblash mashinalari (EHM)da administrativ boshqarish, ilmiy ishlar va avtomatlashtirilgan loyihalashtirishlar uchun foydalanish.

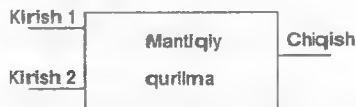
Raqamli texnikaning rivojlanishiga 1949-yilda tranzistorning yaratilishi turtki bo'ldi. Bizga ma'lum bo'lgan mantiqiy funksiya va amallarni hosil qilishda tranzistorlardan foydalanish imkoniyati mavjudligi raqamli texnikaning shu darajada jadal rivojlanishiga olib keldi. Hozirgi kunga kelib barcha EHM protsessorlarining asosini tashkil qiluvchi integral mikrosxemalarida, tranzistorlarda qurilgan mantiqiy funksiyalar asosiy hisoblash ishlarini amalga oshiradi.

Raqamli qurilmalar deb, mantiqiy algebra funksiyalarini amalga oshirish uchun ishlatiladigan qurilmalarga aytiladi.

Mantiqiy algebra funksiyalarini tashkil etishda qo'llaniladigan qurilma mantiqiy qurilma deb ataladi.

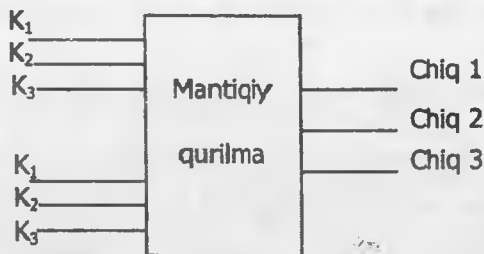
Raqamli qurilmalar kodli so'zlamni kiritish va chiqarish usuliga qarab ketma-ket, parallel va aralash turlarga bo'linadi.

Ketma-ket raqamli qurilma kirishiga kodli so'z belgilari (1.2-rasm) bir vaqtda berilmaydi.



1.2-rasm. Ketma-ket qurilmaga signallarni kiritish.

Parallel raqamli qurilma kirishiga har bir kirish belgi (1.3-rasm) bir vaqtda beriladi:



1.3-rasm. Parallel raqamli qurilmaga signallarni kiritish.

Bunda ikki kirishga uch razryadli signal belgilari bir vaqtda beriladi va chiqishda ham uch razryadli signal belgilari bir vaqtda chiqadi.

Aralash turli raqamli qurilmalarda kirish va chiqish kodli so'zlari har xil turda beriladi. Masalan, kirishlar ketma-ket ko'rinishda bo'lib, chiqishlar esa parallel holda bo'ladi. Bunday qurilmalar kodli so'zlarni bir formadan boshqa formaga o'tkazish uchun ishlatilishi mumkin (masalan, ketma-ket formadan parallel formaga va aksincha). Avtomatlashgan tizimlarda axborot almashinishi signallar yordamida amalga oshiriladi. Signalni tashuvchilari sifatida fizik kattaliklar tushunilib, ularga – tok, kuchlanish, magnit holatlar va hokazo kirishi mumkin. Fizik kattaliklar o'zining vaqt funksiyasi orqali yoki belgilangan fazoviy taqsimlanishi asosida ifodalanishi mumkin.

Chastota, amplituda, faza, impulslar davomiyligi, ketma-ket impulslar seriyalarining bir yoki bir nechta parallel liniyalarda taqsimlanishi, tasvir nuqtalarining tekislik va hokazolarda taqsimlanishi kabi uzatuvchi vaqtli funksiyalarni aniqlovchi parametrlar (ular orqali axborot uzatish holatida) axborot parametrlari deb ataladi. Agar fizik kattalik ikki yoki undan ortiq axborot parametrlarini tashuvchisi bo'lsa, u ko'p o'lchovli signal hisoblanadi. Axborot parametrlari bir qator aniq miqdorlar to'plamiga ega:

Analog signallar (axborot parametrlari berilgan diapazon ichida har qanday miqdorni qabul qilishi mumkin).

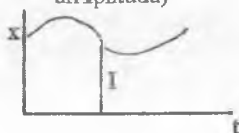
Diskret signallar (axborot parametrlari faqatgina berilgan aniq diskret miqdorlarni qabul qilishi mumkin).

Uzluksiz signallar (axborot parametrlari har vaqtda o'zgarishi mumkin).

Uzluqli signallar (axborot parametrlari vaqtning diskret onlaridagina boshqa miqdorni qabul qilishi mumkin).

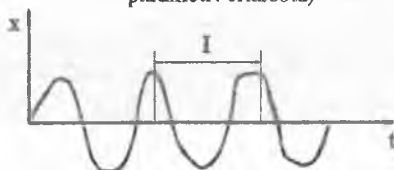
Quyida EHM yordamida avtomatlashtiriladigan tizimlarda uchraydigan signallarning tipik formalariga ba'zi misollar keltirilgan:

**Analog signal**  
(analog, uzluksiz, axborot parametrlari: amplituda)



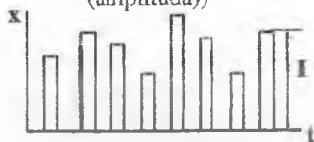
1.4-rasm. Analog signal.

**Chastota-analogli signal**  
(analog, uzluksiz, axborot parametrlari: chastota)



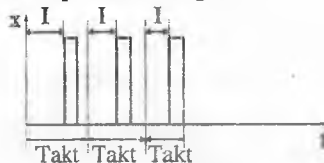
1.5-rasm. Chastota-analogli signal.

**Chastotali signal**  
(analogli, uzluqli, axborot parametrlari: to'rtburchakli impuls balandligi (amplituda))



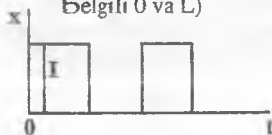
1.6-rasm. Chastotali signal.

**Impulsi signal**  
(analogli, uzluqli, axborot parametrlari: to'rtburchakli impuls fazasining holati)



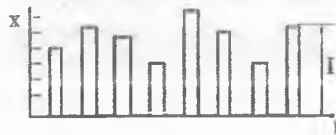
1.7-rasm. Impulsi signal.

**Ikkilik signal**  
(diskret, uzluqli, axborot parametrlari: ikkita belgisi 0 va L)



1.8-rasm. Ikkilik signal.

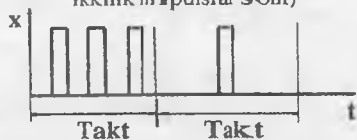
**Diskret chastotali signal**  
(diskret, uzluqli, axborot parametrlari: impuls balandligi (amplituda))



1.9-rasm. Diskret chastotali signal.



**Impuls-hisobli signal**  
(diskret, uzlukli, ax borot  
parametri: takt chegaralaridagi  
ikkilik impulslar soni)



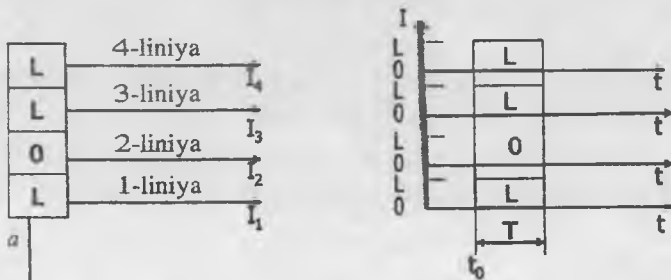
1.10-rasm. Impuls-hisobli signal.

O'z navbatida signallar diskret raqamli va ko'p pozitsiyali signal turlariga bo'linadi. Bunda barcha raqamli bo'lmagan diskret signallar ko'p pozitsiyali deb ataladi.

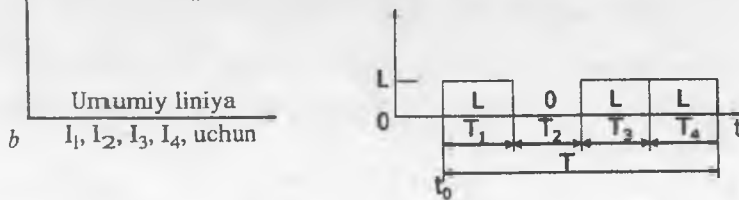
Raqamli signallar asosan ketma-ket (1.11- a rasm) yoki parallel (1.11- b rasm) tarzda uzatiladi. Parallel signallarda axborot parametrlarining barcha parametrlari turli  $n$  signal liniyalari orqali uzatiladi.

Ketma-ket signallarda axborotning barcha parametrlari aniq vaqt ketma-ketligida umumiy signal liniyalari bo'yicha birin-ketin uzatiladi.

**Parallel uzatish**



**Ketma-ket uzatish**



1.11-rasm. Signallarning uzatilish turlari.

## 1.2. Raqamli qurilmalarning mantiqiy asoslari

### 1.2.1. Raqamli qurilma to'g'risida tushuncha

Raqamli qurilmalar diskret funksiya qonuni bo'yicha o'zgaradigan raqamli signallarni qayta ishlash uchun mo'ljallanganidir.

Diskret funksiya ko'rinishli signalni raqamli taqdim etishda mazkur funksiya qiymatlari ma'lum bir vaqtning diskret lahzalariga bog'langan aniq sathlarga bo'linadi. Bunda shakliantirilayotgan funksiya sath bo'yicha kvant va vaqt bo'yicha diskretdir.

1933-yilda isbotlangan Kotelnikov teoremasida funksiyani diskretlash mumkinligi isbotlangan bo'lib, uning yordamida ixtiyoriy analog signal diskret signallar bilan tasvirlanishi va qayta ishlanishi mumkindir. Bunda raqamli qurilmalardagi har bir sathga mos simvollar yig'indisini tashkil etadigan son yoki so'z qo'yiladi.

Alfavit – mazkur alfavit harfi deb nomlanadigan simvollarning yakuniy ko'pligidir (to'liq yig'indisi).

Raqamli qurilmalarda sonlar turli sanoq tizimlarida taqdim etiladi. Sanoq tizimlari pozitsion va pozitsion bo'lmagan turlarga bo'linadi. Pozitsion bo'lmagan sanoq tizimlarda simvollar son (so'z)da egallaydigan joy (pozitsiya)ga bog'liq emas. Pozitsion bo'lmagan sanoq tizimiga misol sifatida rim raqamlarini keltirish mumkin. Ommada ko'proq ishlatiladigan o'nlik sanoq tizimi pozitsion turga kiradi. Unda simvol (son) qiymati sonda egallaydigan joyi (pozitsiya)ga bog'liq. Umumiy holda  $q$  ixtiyoriy asosli pozitsion tizimda ixtiyoriy  $n$  kattalikli  $A = a_{n-1}a_{n-2}a_2a_1a_0$  son quyidagi polinom ko'rinishda yoziladi:

$$A = a_{n-1}q^{n-1} + a_{n-2}q^{n-2} + \dots + a_2q^2 + a_1q + a_0. \quad (1.1)$$

$q$  son har bir razryad uchun qiymat koeffitsiyentidir va sanoq tizimining asosi deb nomlanadi. Sanoq tizimining asosi ixtiyoriy son yoki kasr son bo'lishi mumkin.

Raqamli texnikada o'nlik, ikkilik, sakkizlik va o'n oltilik sanoq tizimlar qo'llaniladi. Mazkur tizimlarda sonlar mosligi 1.1-jadvalda keltirilgan.

Sanoq tizimi	Son kodi								
	O'nlik	0	1	2	3	4	5	6	7
Ikkilik	0	1	10	11	100	101	110	111	1000
Sakkizlik	0	1	2	3	4	5	6	7	10
O'n oltilik	0	1	2	3	4	5	6	7	8
O'nlik	9		10	11	12	13	14	15	16
Ikkilik	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	10000	
Sakkizlik	11	12	13	14	15	16	17	20	
O'n oltilik	9	A	B	C	D	E	F	10	

Ikkilik sanoq tizimi alfaviti ikki simvoldan iborat:  $\{0, 1\}$ . Ular yordamida barcha so'zlar (sonlar) yoziladi.  $N$  razryadlarni qo'llagan holda turli  $2^n$  ikkilik son (so'z)lar kombinatsiyalari to'plamini yozish mumkin.

Bir sanoq tizimidan ikkinchi sanoq tizimiga o'tish 1.1-jadvalga muvofiq amalga oshiriladi. Masalan:

$$101_2 = 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 4 + 1 = 5_{10},$$

$$101_2 = 5_{10}.$$

Raqamli qurilmalar ikkilik sanoq tizimida ishlashining matematik asosi bo'lib mantiqiy algebra yoki bul algebrasi tashkil etadi. Uni XIX asr o'rtasida irland matematigi J. Bul ishlab chiqqan.

Bul algebrasida ikki qiymatni qabul qiladigan o'zaruvchilar qo'llanadi: rost hodisa va yolg'on hodisa. Ikkilik sanoq tizimida mazkur tushunchalarga alfavitning ikkita soni mos qo'yiladi: mantiqiy bir (rost hodisa) va mantiqiy nol (yolg'on hodisa). Ikkilik alfavit faqat ikkita simvoldan iborat, shuning uchun nafaqat kiruvchi o'zgaruvchilar, balki chiquvchi funksiya qiymatlari ham faqat ikkita qiymatni olishi mumkin. Ikkilik o'zgaruvchilar funksiyasi, shuningdek, bul funksiyasi, mantiqiy algebra, o'zgaruvchi funksiya deb ham ataladi.

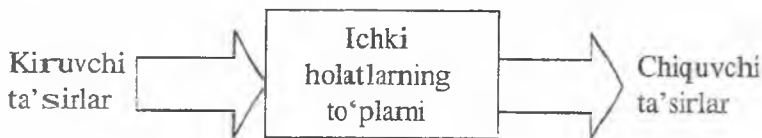
Ixtiyoriy raqamli axborot jarayonlari va o'zgartirishlari, qanday murakkab bo'lsin, natijada oddiy mantiqiy o'zgaruvchilar 1 va 0 ga olib kelinadi. Mantiqiy algebra funksiyalarini shakllantirish uchun mo'ljallangan qurilmalar **mantiqiy qurilmalar** deb nomlanadi. Ular ikki turg'un holatga ega. Bir holatga mos holda mantiqiy bir qo'yiladi. Ko'p holda bu yuqori kuchlanish holati. Boshqa holatga esa mos holda mantiqiy nol qo'yiladi – past kuchlanish holati.

Raqamli qurilmalar ishi avtomatlar nazariyasi yordamida ta'riflanadi.

**Avtomatlar nazariyasi** – boshqaruvchi tizimlar, diskret axborotni o'zgartirishning matematik modellarini o'rganadigan nazariya bo'limidir.

Raqamli avtomatlarni ta'riflash uchun ikki model ishlatiladi: abstrakt va strukturali.

Abstrakt model nazariyani ko'rib chiqish uchun qo'llaniladi. Raqamli avtomat abstrakt modelida uchta alfavit va ikkita tavsifiy funktsiya orqali taqdim etiladi (1.12-rasm):



1.12-rasm. Diskret avtomat modeli.

Kiruvchi alfavit  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , chiquvchi alfavit  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$  va ichki holatlar to'plami  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_k\}$  cheklidir, shuning uchun abstrakt avtomat chekli deb nomlanadi.

O'tishlar funktsiyasi  $F(U, X)$  «kiruvchi so'z – ichki holat» aloqasini ta'skil etadi va  $U$  da  $X \times U$  to'plamini aks ettiradi.

Chiqishlar funktsiyasi  $\Psi(U, X, Y)$  «chiquvchi so'z – ichki holat» juftligini bog'laydi va  $Y$  da  $X \times U$  to'plamini aks ettiradi.

Shunday qilib, diskret avtomat kiruvchi va chiquvchi alfavit, ichki holat, o'tish va chiqish funktsiyalarining  $A = \{X, U, Y, F, \Psi\}$  to'plami bilan ta'riflanadi. Diskret (raqamli) avtomatlar diskret vaqtda ishlaydi va diskret axborotni qayta ishlashni amalga oshiradi.

Strukturali model esa mantiqiy elementlardan diskret avtomatning chekli sxemasini qurish uchun mo'ljallangan.

Raqamli tizimlarning strukturali sxemasini qurishda mantiqiy qurilmalarning texnik o'ziga xos tomonlarini hisobga olish maqsadida uchta model ishlatiladi: 1) mantiqiy model; 2) vaqtinchalik to'xtashli model; 3) elektr tavsiflar va parametrlarni hisobga oladigan model.

Mantiqiy model mantiqiy algebra nazariya asoslariga tayanadi. U nisbatan past tezlikka ega bo'lgan raqamli qurilmalar ishini yetarlicha aniq ifodalaydi va 20 foizga yaqin qurilmalarni ishlab chiqishda to'g'ri keladi. Kechiqish holatlarining aniqlash hisobi ikkinchi modelda ishlaydi va o'tish jarayonlari raqobatlashayotgan jarayonlarini ifodalash uchun zarur va aniqmas ishlashlarni, raqamli qurilma ishiga mos kelmaydigan signallar kombinatsiyasi paydo bo'lishi holatlarining oldini oladi. Uchinchi modelni murakkab sxemalarni hisoblashda qo'llash zarur bo'lib, bunda bitta elementni chiqishiga boshqa ko'plab elementlar kirishlari ulanadi, ishlatilayotgan quvvat, tok, 0 va 1 mantiqiy sathlar, aloqa tarmog'idagi signallarni uzatish ishlari o'ziga xosligini hisobga olgan holda tahlil etiladi.

Mantiqiy (raqamli) qurilmalar turli xususiyatlar bo'yicha tasniflanadi.

Axborotni kiritish-chiqarish xususiyati bo'yicha: ketma-ket, parallel va ketma-ket-parallel (aralash).

Ketma-ket qurilmada kiruvchi va chiquvchi simvollar kirishga berilishi va ularning bir vaqtda bajarilmasligi, ya'ni ketma-ket, bir razryaddan so'ng keyingi razryadning bajarilishi asosida amalga oshiriladi.

Parallel qurilmalarda barcha kiruvchi o'zgaruvchilar kirishga uzatiladi, bunda barcha chiquvchi razryad o'zgaruvchilar razryadlari bir vaqtda olinadi. Kirish va chiqishlar soni kiruvchi va chiquvchi so'zlar razryadlari orqali aniqlanadi.

Ketma-ket-parallel qurilmalarda kiruvchi va chiquvchi o'zgaruvchilar turli shaklda taqdim etilishi mumkin. Kirishga ketma-ket ko'rinishda tushadi, chiqishdan esa parallell ko'rinishda olinadi yoki aksincha.

Mantiqiy qurilmalar ishlash usuli bo'yicha ikki sinfga bo'linadi: kombinatsion va ketma-ket.

Kombinatsion qurilmalarda (xotirasiz avtomatlarda) chiquvchi so'z faqat joriy lahzada faoliyat ko'rsatayotgan kiruvchi simvollar kombinatsiyasiga bog'liq va kiruvchi signallarning oldingi holatlariga bog'liq emas.

Ketma-ket qurilmalarda (xotirali avtomatlarda) chiquvchi so'z nafaqat joriy vaqt lahzasidagi joriy so'zdan, balki oldingi ichki holatga, ya'ni kelib tushgan kiruvchi signallar ketma-ketligiga ham bog'liqdir. Ketma-ket qurilmalar, qurilmaning oldingi ishlashi to'g'risidagi ma'lumotlarni saqlaydi, ya'ni xotiraga egadir.

Xotira hajmi bo'yicha raqamli qurilmalar quyidagi klassifikatsiyalarga bo'linadi:

- xotirasiz (kombinatsion qurilmalar);
- chekli xotirali;
- cheksiz xotirali.

Ideallashtirilgan avtomatlarga cheksiz xotirali qurilmalar kiradi. Bunday avtomatlar mavjud emas. Lekin bu model katta xotira va masala shartlari bo'yicha xotira kattaligi va to'lib qolish mumkin emas bo'lgan hollarda raqamli qurilma ishini tahlil etish va hisoblashlarini sezilarli darajada soddalashtirish uchun kulaydir.

Chiquvchi signalni shakllantirish usuli bo'yicha Mur va Mili avtomatlari farqlanadi.

Mur avtomatlarida chiquvchi  $Y$  signal kiruvchi  $X$  so'zga bog'liq emas, balki joriy vaqt lahzasidagi ichki  $U$  holatga bog'liq:

$$\begin{aligned}U(t+1) &= F(U(t), X(t)); \\ Y(t) &= \Psi(U(t)).\end{aligned}$$

Mili avtomatlarida chiquvchi  $Y$  signal, ham ichki holat  $U$ , ham kiruvchi  $X$  so'z bilan aniqlanadi:

$$\begin{aligned}U(t+1) &= F(U(t), X(t)); \\ Y(t) &= \Psi(U(t), X(t)).\end{aligned}$$

Agar ishlash qonunini jadval ko'rinishida keltirilsa, Mili avtomati o'tishlar va chiqishlar jadvali ko'rinishida bo'ladi. Mur avtomatida

chiquvchi signal kiruvchi signalga emas, balki ichki holatga bog'liq bo'lganligi sababli, Mur avtomati o'tishlar jadvali bilan ifodalana-  
di. Umumiy holda avtomatni bir ichki holatdan ikkinchisiga o'tishi  
kiruvchi signallar ta'siri ostida bo'ladi.

## 1.2.2. Raqamli qurilmalarning mantiqiy asoslari

### Umumiy tushunchalar. Mantiqiy algebra elementar funksiyalarining xususiyatlari

Matematik mantiqning asosiy qismlaridan biri – **mantiqiy algebra** raqamli qurilmalarning asosi hisoblanadi. Mantiqiy algebra fikr-  
lar bilan ish ko'radi. **Fikr** deganda haqiqiy yoki yolg'onligi nuqtayi  
nazaridan bildirilgan har qanday tasdiq tushuniladi. Fikrning haqiqi-  
yligi yoki yolg'onligidan boshqa alomatlari (yaxshi, yomon, nodir va  
h.k.) e'tiborga olinmaydi.

Mantiqiy algebra da fikrlarning haqiqiyliigi 1 bilan, yolg'onligi  
0 bilan tenglashtirish qabul qilingan. Fikrlarning bu ikkili tabiatiga  
mosligini hisobga olib, ularni **mantiqiy o'zgaruvchilar** deb atashadi.  
Fikrlar yoki mantiqiy o'zgaruvchilar **oddiy** bo'ladi va lotin alifbosi-  
ning kichik harflari:  $x, y, z, x_1, x_2, a, b, \dots$  bilan belgilanadi.

Oddiy fikrlardan mantiqiy o'zgaruvchilarning ikkili funksiyala-  
ri hisoblanuvchi **murakkab fikrlar** tuziladi. Murakkab fikrlar katta  
harflar  $A, B, C, D, E, F, \dots$  bilan belgilanadi va ko'pincha **mantiqiy  
algebraning funksiyasi** (MAF) deb ataladi.

Mantiqiy algebra elementar mantiqiy funksiyalar yordami-  
da mantiqiy algebra funksiyalarini ifodalash va o'zgartirish bilan  
shug'ullanadi. MAFlarini ifodalash va o'zgartirish masalalari raqam-  
li qurilmalarini loyihalashda keng qo'llaniladi.

Elementar mantiqiy funksiyalar qatoriga, avvalo, bitta o'zgaruvchi  
 $x$  ning elementar funksiyalarini kiritish mumkin. Bu funksiyalar **haqi-  
qiylik jadvali** deb ataluvchi jadvalda keltirilgan (1.2-jadval). Umuman,  
haqiqiylik jadvali argumentlarning (mantiqiy o'zgaruvchilarning)  
mumkin bo'lgan to'plamlaridan har biriga mos funksiya qiymatini  
akslantiradi.

Funksiya	x argumentli funksiya qiymati		Funksiya belgisi	Funksiya nomi
	0	1		
$f_0$	0	0	0	doimo yolg'on
$f_1$	0	1	$x$	o'zgaruvchi
$f_2$	1	0	$\bar{x}$	inkor
$f_3$	1	1	1	doimo haqiqiy

Ikkita  $x$  va  $y$  o'zgaruvchilarning elementar mantiqiy funksiyalarini ko'raylik (1.3-jadval).

Funksiya	xy argumentli funksiya qiymati				Funksiya belgisi	Funksiya nomi
	00	01	10	11		
$f_0$	0	0	0	0	0	doimo yolg'on
$f_1$	0	0	0	1	$x \wedge y$	konyunksiya
$f_2$	0	0	1	0	$x \bar{y}$	$y$ bo'yicha taqiq
$f_3$	0	0	1	1	$x$	$x$ doimo haqiqiy
$f_4$	0	1	0	0	$\bar{x} y$	$x$ bo'yicha taqiq
$f_5$	0	1	0	1	$Y$	$y$ doimo haqiqiy
$f_6$	0	1	1	0	$x \oplus y$	$x$ va $y$ ni 2 ning moduli bo'yicha qo'shish
$f_7$	0	1	1	1	$x \vee y$	dizyunksiya
$f_8$	1	0	0	0	$x \uparrow y$	Pirs strelkasi
$f_9$	1	0	0	1	$x \sim y$	teng qiymatlilik
$f_{10}$	1	0	1	0	$\bar{y}$	$y$ doimo yolg'on
$f_{11}$	1	0	1	1	$x \rightarrow y$	implikatsiya
$f_{12}$	1	1	0	0	$\bar{x}$	$x$ doimo yolg'on



$f_{13}$	1	1	0	1	$y \rightarrow x$	implikatsiya
$f_{14}$	1	1	1	0	$x/y$	Sheffer shtrixi
$f_{15}$	1	1	1	1	1	doimo haqiqiy

1.3-jadvaldagi funksiyalardan bir qismi trivial hisoblanadi. Masalan,  $f_0=0$ ,  $f_{15}=1$  va  $f_3=x$ ,  $f_5=y$ . Ularning ichida ikkitasi elementar funksiyalardir:  $f_{10} = \bar{y}$ ,  $f_{12} = \bar{x}$ .  $f_2$  va  $f_4$  funksiyalari esa mos holda  $y$  va  $x$  bo'yicha taqiq funksiyalari hisoblanadi.

Qolganlarini qisqacha tavsiflaylik:

$x$  va  $y$  mantiqiy o'zgaruvchilarning *dizyunksiyasi* qisqacha  $xvy$  kabi belgilanadi, « $x$  yoki  $y$ » deb o'qiladi. Ta'rifi:  $x$  va  $y$  mantiqiy o'zgaruvchilarning *dizyunksiyasi* murakkab funksiya bo'lib,  $y$  faqat  $x$  va  $y$  yolg'on bo'lgandagina yolg'on hisoblanadi (1.4-jadval).

$x$  va  $y$  mantiqiy o'zgaruvchilarning *konyunksiyasi*  $x \wedge y$  kabi belgilanadi, « $x$  ham  $y$ » deb o'qiladi. Ta'rifi:  $x$  va  $y$  ning konyunksiyasi murakkab funksiya bo'lib,  $y$  faqat  $x$  va  $y$  haqiqiy bo'lgandagina haqiqiy hisoblanadi (1.5-jadval).

1.4-jadval

$0 \vee 0 = 0$
$0 \vee 1 = 1$
$1 \vee 0 = 1$
$1 \vee 1 = 1$

1.5-jadval

$0 \wedge 0 = 0$
$0 \wedge 1 = 0$
$1 \wedge 0 = 0$
$1 \wedge 1 = 1$

$x$  va  $y$  mantiqiy o'zgaruvchilarning *teng qiymatliligi*  $x \sim y$  kabi belgilanadi, « $x$  va  $y$  ga teng qiymatlik» deb o'qiladi. Ta'rifi:  $x$  va  $y$  ning teng qiymatliligi murakkab funksiya bo'lib,  $u$  faqat  $x$  va  $y$  haqiqiyliklari mos kelgandagina haqiqiy hisoblanadi (1.6-jadval).

$x$  va  $y$  ni *2 ning moduli bo'yicha qo'shish*  $x \oplus y$  kabi belgilanadi, « $x$  va  $y$  ni 2 ning moduli bo'yicha qo'shish» deb o'qiladi. Ta'rifi:  $x$  va  $y$  ni 2 ning moduli bo'yicha qo'shish murakkab funksiya bo'lib,  $y$  faqat  $x$  va  $y$  ning haqiqiyliklari mos kelmaganda haqiqiy hisoblanadi

(1.6-jadval). Ba'zi adabiyotlarda bu funksiyani *teng qiymatlilikning inkori* deb ham atashadi (1.7-jadval).

1.6-jadval

$0 \sim 0 = 1$
$0 \sim 1 = 0$
$1 \sim 0 = 0$
$1 \sim 1 = 1$

1.7-jadval

$0 \oplus 0 = 0$
$0 \oplus 1 = 1$
$1 \oplus 0 = 1$
$1 \oplus 1 = 0$

$x$  va  $y$  ning *implikatsiyasi*  $x \rightarrow y$  kabi belgilanadi. «Agar  $x$ , unda  $y$ » deb o'qiladi. Ta'rifi:  $x$  va  $y$  ning implikatsiyasi murakkab funksiya bo'lib,  $y$  faqat  $x$  haqiqiy,  $y$  yolg'on bo'lgandagina yolg'on hisoblanadi (1.8-jadval). Ta'kidlash lozimki, implikatsiya sabab va oqibat orasidagi bog'lanish ma'nosiga ega emas, ya'ni  $x$  ning haqiqiyligidan  $y$  ning haqiqiylig sharti kelib chiqmaydi. Aksincha, implikatsiya yordamida tuzilgan murakkab fikrning haqiqiyligi uchun  $x$  ning yolg'onligi kifoya.  $f_{13}$  funksiya  $y \rightarrow x$  ga mos keladi.

$x$  va  $y$  ning *Sheffer shtrixi*  $x/y$  kabi belgilanadi, « $x$  shtrix  $y$ » deb o'qiladi. Ta'rifi:  $x$  va  $y$  ning Sheffer shtrixi murakkab funksiya bo'lib,  $y$  faqat  $x$  va  $y$  haqiqiy bo'lgandagina yolg'on hisoblanadi (1.9-jadval).

$x$  va  $y$  ning *Pirs strelkasi*  $x \uparrow y$  kabi belgilanadi, « $x$  Pirs strelkasi  $y$ » deb o'qiladi. Ta'rifi:  $x$  va  $y$  ning Pirs strelkasi murakkab funksiya bo'lib,  $y$  faqat  $x$  va  $y$  yolg'on bo'lgandagina haqiqiy hisoblanadi (1.10-jadval).

1.8-jadval

$0 \rightarrow 0 = 1$
$0 \rightarrow 1 = 1$
$1 \rightarrow 0 = 0$
$1 \rightarrow 1 = 1$

1.9-jadval

$0/0 = 1$
$0/1 = 1$
$1/0 = 1$
$1/1 = 0$

1.10-jadval

$0 \uparrow 0 = 1$
$0 \uparrow 1 = 0$
$1 \uparrow 0 = 0$
$1 \uparrow 1 = 0$

Yuqorida ko'rilgan elementar mantiqiy funksiyalar yordamida ixtiyoriy MAF ni tavsiflash mumkin.

1.11-jadvalda uchta o'zgaruvchili mantiqiy funksiya uchun haqiqatlik jadvali keltirilgan.

1.11-jadval

To'plam tartib raqami	$x_3, x_2, x_1$ to'plamlari	$f$ funksiya qiymati
0	000	0
1	001	0
2	010	0
3	011	1
4	100	0
5	101	1
6	110	1
7	111	1

### Mantiqiy algebra elementar funksiyalarining xususiyatlari

1.3-jadvaldagi ko'rinib turibdiki, elementar funksiyalar o'zaro ma'lum bog'lanishlarga ega. Bu bog'lanishlarni hamda elementar funksiyalarning xususiyatlarini ko'rib chiqaylik.

**Konyunksiya, dizyunksiya, inkor (VA, YOKI, EMAS) funksiyalari.** Mantiqiy algebraning asosiy qoidalaridan foydalanib, quyidagi aksiomalarning o'rinli ekanligiga qanoat hosil qilish mumkin. Aytaylik,  $x$  – biror-bir mantiqiy funksiya. Unda:

1)  $x = \bar{\bar{x}}$  – mantiqiy ifodadan barcha qo'shaloq inkorga ega bo'lgan hadlarni chiqarib tashlab, ularni dastlabki qiymat bilan almashtirish imkoniyatini bildiradi;

2) 
$$\left. \begin{array}{l} x \vee x = x \\ x \cdot x = x \end{array} \right\} \text{ – bunday o'zgartirish qoidalari mantiqiy ifoda}$$

ligini qisqartirishga imkon beradi;

3)  $x \vee 0 = x$ ; 4)  $x \vee 1 = 1$ ; 5)  $x \cdot 0 = 0$ ; 6)  $x \cdot 1 = x$ ; 7)  $x \cdot \bar{x} = 0$ ; 8)  $x \vee \bar{x} = 1$  (mantiqiy haqiqiylik).

Dizyunksiya va konyunksiya arifmetikadagi ko'paytirish amallariga o'xshash qator xususiyatlarga ega:

1) assotsiativlik xususiyati (uyg'unlashish qonuni):

$$x \vee (y+z) = (x+y)+z,$$

$$x(yz) = (xy)z;$$

2) kommutativlik xususiyati (ko'chirish qonuni):

$$x \vee y = y \vee x,$$

$$xy = yx;$$

3) distributivlik xususiyati (taqsimlanish qonuni):

dizyunksiyaga nisbatan konyunksiya uchun:

$$x(y \vee z) = xy \vee xz,$$

konyunksiyaga nisbatan dizyunksiya uchun:

$$x \vee yz = (x \vee y)(x \vee z).$$

Bu xususiyatlarning o'rinli ekanligini yuqoridagi aksiomalardan foydalanib, isbotlash aytarlicha qiyin emas.

*De Morgan qonunlari* sifatida ma'lum quyidagi munosabatlarning haqiqatligini ham ko'rsatish mumkin:

$$\left. \begin{aligned} \overline{xy} &= \bar{x} \vee \bar{y}; \\ \overline{x \vee y} &= \bar{x} \bar{y}. \end{aligned} \right\} \quad (1.2)$$

Bu qonundan quyidagini yozish mumkin:

$$\left. \begin{aligned} xy &= \overline{\bar{x} \vee \bar{y}}; \\ x \vee y &= \overline{\bar{x} \bar{y}}. \end{aligned} \right\} \quad (1.3)$$

demak, konyunksiyani dizyunksiya va inkor orqali yoki dizyunksiyani konyunksiya va inkor orqali ifodalash mumkin.

Mantiqiy funksiyalar uchun singdirish qonuni sifatida ma'lum quyidagi munosabatlar o'rnatilgan:

$$\left. \begin{aligned} x \vee (xy) &= x; \\ x(x \vee y) &= x. \end{aligned} \right\} \quad (1.4)$$

2 ning moduli bo'yicha qo'shish funksiyasi quyidagi xususiyatlarga ega:

kommutativlik (ko'chirish qonuni);

$$x \oplus y = y \oplus x;$$

assotzivlik (uyg'unlashish qonuni);

$$x \oplus (y \oplus z) = (x \oplus y) \oplus z;$$

distributivlik (taqsimlanish qonuni);

$$x(y \oplus z) = (xy) \oplus (xz).$$

Bu funksiya uchun quyidagi aksiomalar o'rinli:

$$x \oplus x = 0; \quad x \oplus 1 = \bar{x};$$

$$x \oplus \bar{x} = 1; \quad x \oplus 0 = x.$$

Aksiomalar va xususiyatlardan foydalanib, VA, YOKI, EMAS funksiyalarini 2 ning moduli bo'yicha qo'shish funksiyasi orqali ifodalash mumkin:

$$\left. \begin{aligned} \bar{x} &= x \oplus 1; \\ x \vee y &= x \oplus y \oplus xy; \\ x \cdot y &= (x \oplus y) \oplus (x \vee y). \end{aligned} \right\} \quad (1.5)$$

**Implikatsiya funksiyasi** uchun quyidagi aksiomalar o'rinli:

$$x \rightarrow x = 1; \quad x \rightarrow \bar{x} = \bar{x};$$

$$x \rightarrow 1 = 1; \quad 1 \rightarrow \bar{x} = x;$$

$$x \rightarrow 0 = \bar{x}; \quad 0 \rightarrow x = 1.$$

Aksiomalardan ko'rinib turibdiki, implikatsiya faqat ko'rinishi o'zgargan kommutativlik xususiyatiga ega:

$$x \rightarrow y = \bar{y} \rightarrow \bar{x}.$$

Bu funksiya uchun assosiativlik xususiyati o'rinsizdir.

VA, YOKI, EMAS funksiyalari implikatsiya funksiyasi orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$\left. \begin{aligned} x \vee y &= \bar{x} \rightarrow y; \\ xy &= \overline{\bar{x} \bar{y}} = \overline{x \rightarrow \bar{y}}; \\ \bar{x} &= x \rightarrow 0. \end{aligned} \right\} \quad (1.6)$$

**Sheffer shtrixi funksiyasi** uchun quyidagi aksiomalar o'rinli:

$$x / x = \bar{x}; \quad x / 1 = \bar{x};$$

$$x / \bar{x} = 1; \quad \bar{x} / 0 = 1;$$

$$x / 0 = 1; \quad \bar{x} / 1 = x.$$

Sheffer shtrixi funksiyasi uchun faqat kommutativlik o'rinlidir:

$$x / y = y / x.$$

VA, YOKI, EMAS funksiyalari Sheffer shtrixi funksiyasi orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$\left. \begin{aligned} xy &= \overline{x/y} = x/y/x/y; \\ \bar{x} &= x/x; \\ x \vee y &= \overline{\overline{x \vee y}} = \overline{\bar{x} \bar{y}} = \bar{x}/\bar{y} = x/x/y/y. \end{aligned} \right\} (1.7)$$

*Pirs strelkasi funksiyasi* uchun quyidagi aksiomalar o'rinli:

$$x \uparrow x = \bar{x}; \quad x \uparrow 0 = \bar{x};$$

$$x \uparrow \bar{x} = 0; \quad x \uparrow 1 = 0.$$

Pirs strelkasi funksiyasi uchun faqat kommutativlik xususiyati o'rinli:

$$x \uparrow y = y \uparrow x.$$

VA, YOKI, EMAS funksiyalarini Pirs strelkasi funksiyasi orqali quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\left. \begin{aligned} xy &= (x \uparrow x) \uparrow (y \uparrow y); \\ x \vee y &= (x \uparrow y) \uparrow (x \uparrow y); \\ \bar{x} &= x \uparrow x. \end{aligned} \right\} (1.8)$$

$f(x_0, x_1, \dots, x_n)$  funksiyalar mantiqiy (bul) deb nomlanadi, agar uning argumentlari  $x_0, x_1, \dots, x_n$  va funksiya qiymatlari faqat ikkita qiymatni qabul qila oladi: mantiqiy 0 va mantiqiy 1.

Mantiqiy algebra funksiyasini shakllantirish uchun, har bir boshqa funksiyalardagidek, barchi mumkin bo'lgan kiruvchi argumentlar kombinatsiyalarini berish zarur. Agar argumentlar soni  $n$  ga teng bo'lsa, u holda argumentlar qiymati kombinatsiyalari  $2^n$  ga teng bo'ladi, argumentlarning funksiyalari soni esa  $2^{2^n}$ .  $n=1$  bo'lganda, funksiyalar soni  $2^2=4$  bo'ladi,  $n=2$  bo'lganda, funksiyalar soni  $2^4=16$  bo'ladi,  $n=3$  bo'lganda, funksiyalar soni  $2^8=256$  bo'ladi.

Mantiqiy funksiyalarni shakllantirish usullari.

*So'zlar orqali.* Funksiya qiymatlari va uning argumentlari bog'liqligi so'z iboralari orqali ifodalanadi.

*Jadvalli.* Jadval usulda rostlik jadvali tuziladi, unda argumentlarning mumkin bo'lgan kombinatsiyalari va mos mantiqiy funksiyalar qiymatlari keltiriladi. Bunday kombinatsiyalar yakuniy bo'lganligi uchun, rostlik jadvali ixtiyoriy argumentlar uchun qiymatni belgilash

imkoni yaratiladi. Matematik funksiyalar jadvallaridan farqli ravishda, barcha funksiyalarga qiymatni berish imkonini bermaydi.

*Raqamli.* Mantiqiy algebra funksiyasini o'nlik sonlar ketma-ketligidek aniqlanadi. Shuningdek, birlik yoki nollik funksiya qiymatlariga mos ikkilik kodi ekvivalentlarini ketma-ket yozilib chiqiladi

*Analitik.* Mantiqiy algebra funksiyalari analitik ifoda ko'rinishida yoziladi, bularda funksiya argumentlari ustidan bajariladigan mantiqiy amallar ko'rsatiladi.

### Bir o'zgaruvchi mantiqiy funksiyalari

Bir o'zgaruvchi 4 ta funksiyalari mavjud.

1.12-jadval

#### Bir o'zgaruvchi funksiyasining rostlik jadvali

x argument	Funksiyalar			
	$f_0$	$f_1$	$f_2$	$f_3$
0	0	0	1	1
1	0	1	0	1

Bir o'zgaruvchi funksiyalari argumentlari quyidagi analitik yozuvlar va nomlarga ega:

$f_0(x) = 0$  – nol konstantasi;

$f_1(x) = x$  – x ni qaytarilishi;

$f_2(x) = \bar{x}$  – x ni inkor qilish, EMAS, inversiya, «x emas» deb o'qiladi;

$f_3(x) = 1$  – bir konstantasi.

$f_0, f_1, f_3$  bir o'zgaruvchi funksiyalari texnik realizatsiya nuqtayi nazardan ahamiyatga ega emas. Amaliyotda faqat  $f_2(x) = \bar{x}$  funksiyasi – inversiya ishlatiladi.

### Ikki o'zgaruvchi mantiqiy funksiyalari

Ikki o'zgaruvchi 16 ta funksiyalar mavjud.

## Ikki o'zgaruvchi funksiyaning rostlik jadvali

Argumentlar		Funksiyalar															
$x_1$	$x_2$	$f_0$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	$f_6$	$f_7$	$f_8$	$f_9$	$f_{10}$	$f_{11}$	$f_{12}$	$f_{13}$	$f_{14}$	$f_{15}$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

Ikki o'zgaruvchi funksiyalari argumentlari quyidagi analitik yozuvlar va nomlarga ega:

$$f_0(x_1, x_2) = 0 - 0 \text{ konstantasi;}$$

$f_1(x_1, x_2) = x_1, x_2 = x_1 \wedge x_2 = x_1 \& x_2$  – mantiqiy ko'paytirish, konyunksiya, mantiqiy VA;

$$f_2(x_1, x_2) = x_1 \Delta x_2 = x_1 x_2 \text{ bo'yicha man etish; } x_1, x_2 \text{ emas;}$$

$$f_3(x_1, x_2) = x_1 - x_1 \text{ ning qaytarilishi;}$$

$$f_4(x_1, x_2) = x_2 \Delta x_1 = x_2 x_1 \text{ bo'yicha man etish; } x_2, x_1 \text{ emas;}$$

$$f_5(x_1, x_2) = x_2 - x_2 \text{ ning qaytarilishi;}$$

$f_6(x_1, x_2) = x_1 \oplus x_2 = 2$  modul bo'yicha qo'shish, teng ma'no emaslik, mustasno etuvchi YOKI;

$f_7(x_1, x_2) = x_1 + x_2 = x_1 \vee x_2$  – mantiqiy qo'shish, dizyunksiya, mantiqiy YOKI;

$f_8(x_1, x_2) = \overline{X_1 \vee X_2} = x_1 \downarrow x_2$  – Pirs strelkasi, YOKI inkori; YOKI-EMAS;

$f_9(x_1, x_2) = x_1 \leftrightarrow x_2$  – teng ma'no, ekvivalentlik, mustasno etuvchi YOKI-EMAS;

$$f_{10}(x_1, x_2) = \overline{X_2} - x_2 \text{ ni inkor etish;}$$

$f_{11}(x_1, x_2) = \underline{x_1} \rightarrow x_2 = x_1 \cap x_2$  – implikasiya; agar  $x_2, y$  holda  $x_1$ ;

$$f_{12}(x_1, x_2) = \overline{X_1} - x_1 \text{ ni inkor etish;}$$



$f_{13}(x_1, x_2) = \underline{x_1} \rightarrow x_2 = x_1 \cap x_2$  – implikasiya; agar  $x_1, y$  holda  $x_2$ ;  $x_1, x_2$  ni olib keladi;  $x_1$  ni  $x_2$  implikasiya qiladi;

$f_{14}(x_1, x_2) = x_1 | x_2 = \overline{X_1 X_2}$  – Sheffer shtrixi, VA inkori, VA-EMAS;

$f_{15}(x_1, x_2) = 1 - 1$  konstantasi.

Ikki o'zgaruvchi funksiyasidan quyidagilar amaliy ahamiyatga emas:  $f_0$  (konstanta 0),  $f_3$  ( $x_1$  ni qaytarilishi),  $f_5$  ( $x_2$  ni qaytarilishi),  $f_{15}$  (konstanta 1).

Ba'zi funksiyalarga so'zlar yordamida ta'rif beramiz.

Mantiqiy qo'shish. Dizyunksiya. YOKI funksiyasi birlik qiymat qabul qiladi, agar kamida bir YOKI  $x_1$ , YOKI  $x_2$  argumenti birga teng bo'lsa.

Mantiqiy ko'paytirish. Konyunksiya. VA funksiyasi birlik qiymatni qabul qiladi, agar bir vaqta ikki VA  $x_1$ , VA  $x_2$  argument birga teng bo'lsa.

Inversiya. EMAS funksiyasi  $x$  argumentiga teskari qiymatni qabul qiladi.

Mantiqiy funksiyaning raqamli shaklini  $f_6$  misolida ko'ramiz, u kiruvchi o'zgaruvchilar ( $x_1, x_2$ ) kiritishda ikkilik kodda birlik qiymatni qabul qiladi, bu 1; 2 o'nlik ekvivalentga teng:

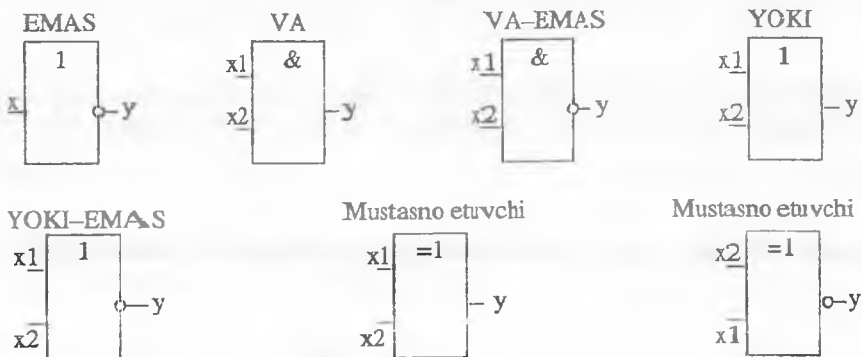
$$f_6(x_1, x_2) = \sum(1,2) = \vee(1,2). \quad (1.9)$$

$f_6$  funksiyasi ikkilik kodda 00, 11 kiruvchi qiymatlar ( $x_1, x_2$ ) to'planida nol qiymatini qabul qiladi. O'nlik kodda bu 0; 3ga mos:

$$f_6(x_1, x_2) = \Pi(1,2) = \wedge(1,2).$$

Ikki va bir o'zgaruvchilar mantiqiy funksiyalari elementar deb nomlanadilar. Ular faqat bir amalni bajarishni nazarda tutadilar.

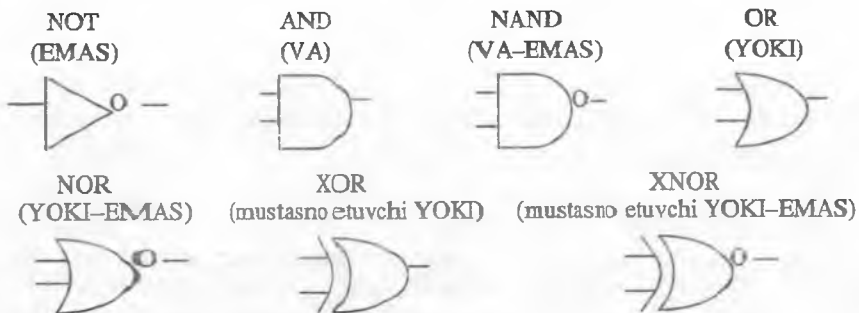
Raqamli qurilmalarda mantiqiy funksiyalarni texnik realizatsiyasini mantiqiy elementlar amalga oshiradilar. Shartli grafik belgilanishlar (ShGB) eng ko'p tarqalgan EMAS, VA, YOKI, VA-EMAS, YOKI-EMAS elementlarni, mustasno etuvchi YOKI, mustasno etuvchi YOKI-EMAS 1.13-rasmda keltirilgan.



1.13-rasm. Mantiqiy elementlarning shartli belgilanishlari.

Raqamli texnika elementlarining III TB to'g'riburchak asosida quriladi. Funksional mo'ljallanganligi asosiy maydoning yuqori qismida ko'rsatiladi. Chiqishlar chapda  $x$  harfi bilan belgilab ko'rsatiladi, kirishlar esa o'ng tarafda  $y$  harfi bilan belgilagan holda ko'rsatiladi. Invers kirish yoki invers chiqishlar aylana bilan belgilanadi.

Chet el adabiyotlarida mantiqiy elementlarni boshqa ko'rinishda belgilash qabul qilingan (1.14-rasm):



1.14-rasm. Chet el adabiyotlarida mantiqiy elementlarni belgilash.

Barcha mantiqiy amallarni bajaruvchi mantiqiy elementlarni ishlab chiqish amaliyotida o'z tasdig'ini topdi. Bundan tashqari, o'zga-

ruvchilar soni oshishi bilan mantiqiy funksiyalar juda kattalashmoqda. Keyinchalik mantiqiy funksiyalarni cheklangan elementlarni qo'llagan holda murakkab mantiqiy funksiyani realizatsiya qilish yo'li ko'rsatiladi.

Raqamli qurilmalarda analoge elektron qurilmalarga nisbatan kirish va chiqish signallari chegaralangan holat sonlariga teng bo'lishi mumkin. GOCT 2.743-82 kelishuvga asosan raqamli qurilmalarni qurish mantiqiy sathning fizik qiymatining yarmidan ortiq yuqori qismini qamrab oluvchi "H-sath" bo'lagiga mos keluvchi holatga "mantiqiy 1", sathning yarmidan past qismiga "L-sath" bo'lagiga mos keluvchi "mantiqiy 0" holatlar qabul qilingan. Bunday kelishuv musbat mantiqiylik deb ataladi. Teskari munosabat esa manfiy mantiqiylik deb ataladi. Raqamli mikrosxemalarning GOCT 19480-89 da nomlash, ta'riflash va shartli belgilarning asosiy parametr va xarakteristikalari keltirilgan.

### 1.2.3. Mantiqiy algebra funksiyalarining analitik ifodalanishi

Yuqorida mantiqiy elementlarni ifodalashda jadval usulidan foydalangan edik. Jadval usulida o'zgaruvchilar qiymatlarining har bir to'plamiga haqiqiylik jadvalida mantiqiy funksiya qiymati to'g'ri kelar edi. Bu usul ixtiyoriy sonning o'zgaruvchi funksiyalarini yozishga imkon bersa-da, bunday yozuv MAFlarni tahlil etishda ixcham bo'lmaydi. Formula ko'rinishidagi analitik yozuv sodaroq hisoblanadi.

Mantiqiy algebra funksiyasi berilgan o'zgaruvchilarning belgilangan to'plami  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  ni ko'raylik. Ixtiyoriy o'zgaruvchi  $x_i = \{0, 1\}$  bo'lganligi sababli, o'zgaruvchi qiymatlarining to'plami aslida qandaydir ikkili sondan iborat. To'plamning tartib raqami ixtiyoriy ikkili son  $i$  deb faraz qilib, quyidagini olamiz:

$$i = x_1 \cdot 2^0 + x_2 \cdot 2^1 + x_3 \cdot 2^2 + \dots + x_{n-1} \cdot 2^{n-2} + x_n \cdot 2^{n-1}.$$

Aytaylik, quyidagi  $F_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$  funksiya mavjud:

$$F_i = \begin{cases} 0, & \text{agar to'plamning tartib raqami } i \text{ bo'lsa,} \\ 1, & \text{agar to'plamning tartib raqami } i \text{ bo'lmasa.} \end{cases}$$

$F_i$  funksiya *term* deb ataladi.

**Dizyunktiv term (maksterm)** – to'g'ri va invers shaklda ifodalangan barcha o'zgaruvchilarni dizyunktiv belgisi bilan bog'lovchi term (ba'zi adabiyotlarda «nolning konstituenti» atamasi ishlatiladi).

Masalan,

$$F_1 = \bar{x}_1 \vee x_2 \vee x_3 \vee x_4,$$

$$F_2 = x_1 \vee \bar{x}_2.$$

**Konyunktiv term (minterm)** – to'g'ri va invers shaklda ifodalangan barcha o'zgaruvchilarni konyunktiv belgisi bilan bog'lovchi term (ba'zi adabiyotlarda «birning konstituenti» atamasi ishlatiladi).

Masalan,

$$F_1 = x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4,$$

$$F_2 = \bar{x}_1 \bar{x}_3 \bar{x}_4.$$

**Terrning darajasi  $r$**  termga kiruvchi o'zgaruvchilar soni bilan aniqlanadi. Masalan,

$$F_1 = \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 x_4 \bar{x}_5, \text{ minterm uchun } r=5,$$

$$F_1 = \bar{x}_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_3, \text{ maksterm uchun } r=3.$$

Yuqorida keltirilganlarga asosanib, quyidagi teoremani ta'riflash mumkin:

**Teorema.** *Jadval ko'rinishida berilgan ixtiyoriy MAF quyidagi ko'rinishda analitik ifodalanishi mumkin:*

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = F_1 \vee F_2 \vee \dots \vee F_n = \bigvee F_i, \quad (1.10)$$

bu yerda:  $i$  – funksiya 1 ga teng bo'lgan to'plamlarning tartib raqami;  
 $\bigvee$  – 1 ga teng bo'lgan barcha  $F_i$  termlarni birlashtiruvchi dizyunktiv belgisi.

Haqiqatan, qandaydir to'plamda funksiya  $f(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) = 1$  bo'lsa,  $x_i \vee 1 = 1$  bo'lganligi sababli, (1.10) ifodaning o'ng tarafida 1 ga teng bo'lgan element doimo topiladi; agar  $i$ -to'plamda funksiya

$f(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) = 0$  bo'lsa, (1.10) ifodaning o'ng tarafida bitta ham 1 ga teng bo'lgan element topilmaydi, chunki  $0 \vee 0 \vee \dots \vee 0 = 0$ .

Shunday qilib,  $f_i = 1$  bo'lgandagi har bir  $i$  - to'plamga  $F_i = 1$  bo'lgan element to'g'ri keladi,  $f_i = 0$  bo'lgandagi to'plamlarga esa bitta ham  $F_i = 1$  bo'lgan element to'g'ri kelmaydi. Shu sababli, haqiqiylik jadvali (1.11-jadval) ko'rinishidagi analitik yozuv orqali bir qiymatli akslantiriladi. (1.10) ifodani *termlarning birlashtirilishi* deb yuritiladi.

O'zgaruvchan darajali mintermlarni o'z ichiga oluvchi termlar birlashmasi *dizyunktiv normal shakl* (DNSh) deb ataladi.

**Teorema.** *Jadval ko'rinishida berilgan ixtiyoriy MAF quyidagi ko'rinishida analitik ifodalaniishi mumkin:*

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \Phi_1 \wedge \Phi_2 \wedge \dots \wedge \Phi_k, \quad (1.11)$$

bu yerda:  $k - f = 0$  bo'lgandagi ikkili to'plamlar soni.

O'zgaruvchan darajali makstermlarni o'z ichiga oluvchi termlar birlashmasi *konyunktiv normal shakl* (KNSh) deb yuritiladi.

(1.11) teoremadan quyidagi xulosa kelib chiqadi: jadval ko'rinishida berilgan ixtiyoriy MAF ko'yidagi analitik shaklda ifodalaniishi mumkin:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \Phi_1 \equiv \Phi_2 \equiv \dots \equiv \Phi_k,$$

bu yerda:  $k$  - funksiyaning nollik qiymatlari soni.

Mintermlar (makstermlar) asosida MAFning kanonik dizyunktiv (konyunktiv) shakllari tuziladi.

Agar DNSh (KNSh)larning barcha elementar konyunksiyalari (dizyunksiyalari) mintermlar (makstermlar) bo'lsa, ular kanonik deyiladi. Har qanday MAF faqat bitta dizyunktiv kanonik shaklga (DKSh) va faqat bitta konyunktiv kanonik shaklga (KKSh) ega bo'ladi. Kanonik shakllar *mukammal kanonik shakllar* deb ham ataladi.

MAFning mukammal dizyunktiv normal shakli (MDNSh) va mukammal konyunktiv normal shakli (MKNSh) mos haqiqiylik jadvallar yordamida tuzilishi mumkin.

MDNSh - MAF ning qiymati 1 ga teng bo'lgan to'plamlarga mos keluvchi mintermlar dizyunksiyasidir.

Masalan, 1.11-jadvalda keltirilgan funksiyaga quyidagi MDNSh mos keladi:

$$f = \bar{x}_1 x_2 x_3 \vee x_1 \bar{x}_2 x_3 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 \vee x_1 x_2 x_3.$$

MKNSh haqiqiylik jadvali yordamida quyidagicha aniqlanadi. Funksiyaning qiymati 0 ga teng bo'lgan to'plamlarning har biri uchun maksterm aniqlanadi. Bunda to'plamdagi 0 qiymatli o'zgaruvchiga o'zgaruvchining o'zi mos kelsa, 1 qiymatli o'zgaruvchiga o'zgaruvchining inkori mos keladi. Masalan, 1.11-jadvaldagi funktsiyaga quyidagi MKNSh to'g'ri keladi:

$$f = (x_1 \vee x_2 \vee x_3)(x_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_3)(x_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3)(\bar{x}_1 \vee x_2 \vee x_3).$$

Demak, mukammal normal shaklning normal shakldan farqi, undagi termlar faqat maksimal darajaga ega bo'lishi va funktsiyani bir qiymatli ifodalashga imkon berishidir.

Ixtiyoriy dizyunktiv normal shaklga o'tish quyidagicha amalga oshiriladi:

aytaylik,  $f_{\text{DNSh}} = F_1$  bo'lsin. Unda

$$f_{\text{DNSh}} = F_1 x_1 \vee F_1 \bar{x}_1, \quad (1.12)$$

bu yerda:  $x_i$  — berilgan  $F_1$  termga kirmaydigan o'zgaruvchi.

*Misol.* Quyidagi DNSh da berilgan mantiqiy funktsiyani MDNSh ga o'tkazish lozim:

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = x_1 \bar{x}_2 \vee x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 x_2 x_3 x_4,$$

$$F_1 \quad F_2 \quad F_3 \quad F_4$$

*Yechish.* (1.12) o'zgartirishni navbat bilan barcha termlarga qo'llaymiz:

$$F_1 = x_1 \bar{x}_2 (x_3 \vee \bar{x}_3) = x_1 \bar{x}_2 x_3 \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3.$$

Olingan ifodadagi ikkala hadni ( $x_4 \vee \bar{x}_4$ )ga ko'paytiramiz. Natijada quyidagini olamiz:

$$F_1 = (x_1 \bar{x}_2 x_3 \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3)(x_4 \vee \bar{x}_4) =$$

$$= x_1 \bar{x}_2 x_3 x_4 \vee x_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4 \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4.$$

Xuddi shunday,

$$F_2 = x_2 \bar{x}_3 x_4 (x_1 \vee \bar{x}_1) = x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 x_4;$$

$$F_3 = \bar{x}_1 \bar{x}_3 x_4 (x_2 \vee \bar{x}_2) = \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4.$$

Soddalashtirishdan so'ng quyidagini olamiz:

$$f_{\text{MDNSH}}(x_1, x_2, x_3, x_4) = x_1 \bar{x}_2 x_3 x_4 \vee x_1 x_2 x_3 \bar{x}_4 \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4 \vee \\ \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 x_2 x_3 x_4.$$

Agar funksiyaning maksimal darajasi  $r$  ga,  $j$ - termning minimal darajasi  $k$  ga teng bo'lsa (1.12) o'zgartirishni  $r-k$  marta qo'llash zarur.

Normal shakllarda ifodalashda elementar funksiyalarning chegaralangan sonidan foydalaniladi. Masalan, MDNSH uchun elementar funksiyalar sifatida «konyunksiya», «dizyunksiya» va «inkor» ishlatiladi. Demak, ixtiyoriy murakkablikka ega bo'lgan mantiqiy funksiyalarni analitik ifodalovchi mantiqiy algebra funksiyalari sistemasi mavjud. Raqamli avtomatlarni loyihalash xuddi shunday funksiyalar sistemasiga asoslanadi.

*Ta'rif.* Mantiq algebra funksiyalarining funksional to'liq sistemasi – *bazis* deb shunday mantiqiy funksiyalar majmuasiga aytiladiki, bu majmua yordamida ixtiyoriy mantiqiy funksiyani ifoda ko'rinishida yozish imkonini bo'lsin.

Bazisga quyidagi funksiyalar sistemasi kiradi: VA, YOKI, EMAS (1-bazis); VA, EMAS (2-bazis); YOKI, EMAS (3-bazis); Sheffer shtrixi (4-bazis); Pirs strelokasi (5-bazis). Bazislar ortiqchalik (1-bazis) va minimal (4–5-bazislar) bo'lishi mumkin.

1-bazis ortiqchalik sistema hisoblanadi, chunki undan biror-bir funksiyani chiqarib tashlash mumkin. Masalan, de Morgan qonunidan foydalanib VA funksiyasini YOKI va EMAS funksiyalari yoki YOKI funksiyasini VA va EMAS funksiyalari bilan almashtirish mumkin.

Agar ifodalashning turli shakllari minimallik nuqtayi nazaridan taqqoslansa, ravshanki, normal shakllar mukammal normal shakllarga qaraganda tejamli hisoblanadi. Ammo, normal shakllar bir qiyamatli akslantirishni bermaydi.

### MAFlarning sonli ifodalanishi

Mantiqiy algebra funksiyalarining yozilishini soddalashtirish maqsadida termlarni to'liq sanab o'tish o'rniga funksiya 1 qiymatini (MDNSH uchun) yoki 0 qiymatini (MKNSH uchun) qabul qiluvchi

to'plamlar tartib raqamidan foydalaniladi. Masalan, 1.10-jadvalda keltirilgan funksiya quyidagi ko'rinishda yozilishi mumkin:

$$f(x_1, x_2, x_3) = 3 \vee 5 \vee 6 \vee 7 = \vee (3, 5, 6, 7),$$

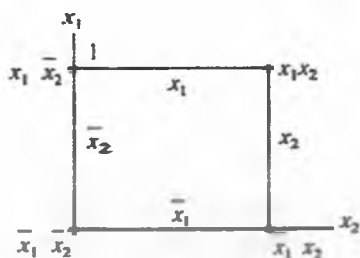
ya'ni, funksiya faqat 3, 5, 6, 7-to'plamlarda birlik qiymatiga ega. Yoki

$$f(x_1, x_2, x_3) = 0 \wedge 1 \wedge 2 \wedge 4 = \wedge (0, 1, 2, 4),$$

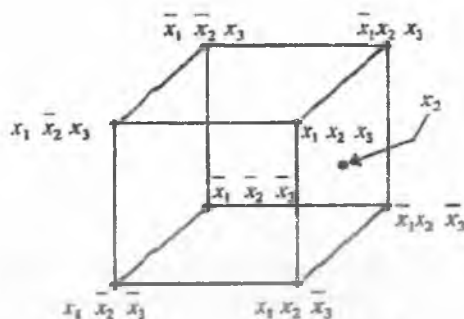
ya'ni, funksiya faqat 0, 1, 2, 4-to'plamlarda nollik qiymatiga ega.

### MAFlarning geometrik ifodalanishi

Mantiqiy funksiyalar ustida bajariladigan ko'pgina o'zgartirishlarni ularning geometrik ko'rinishidan foydalanib izohlash qulay hisoblanadi. Masalan, ikki o'zgaruvchili funktsiyani  $x_1, x_2$  koordinatlar sistemasida berilgan qandaydir tekislik kabi izohlash mumkin (1.15-rasm). Har bir o'q bo'yicha  $x_1$  va  $x_2$  ning birlik kesmalarini belgilasak, uchlari o'zgaruvchilar kombinatsiyalariga mos keluvchi kvadrat hosil bo'ladi.



1.15-rasm. Ikki o'zgaruvchi funktsiyaning geometrik ifodasi.



1.16-rasm. Uch o'zgaruvchi funktsiyaning geometrik ifodasi.

Ikki argumentli funktsiyaning bunday ko'rinishidan xulosa qilish mumkin, yagona qirraga taalluqli qo'shnilar deb ataluvchi ikkita uch shu qirra bo'ylab o'zgaruvchilar bo'yicha birlashtiriladi. Demak, uchta o'zgaruvchi funktsiyasi uchun mintermlarni *birlashtirish qoidasi* ni quyidagicha yozish mumkin:



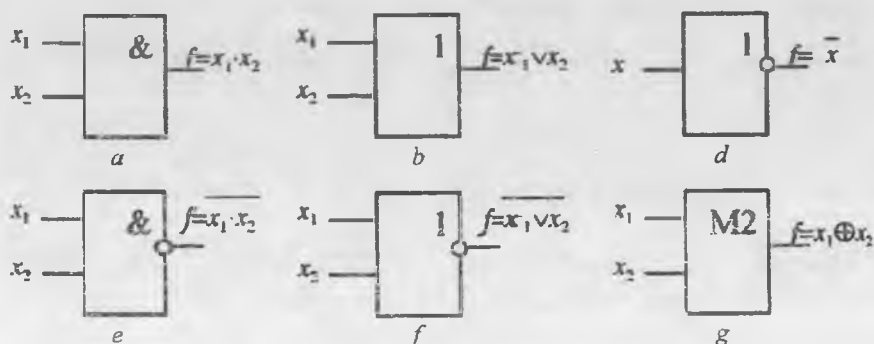
$$x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \vee x_1 \bar{x}_2 x_3 = x_1 \bar{x}_2.$$

Uchta o'zgaruvchili funksiyalarning geometrik ifodasi kub ko'rinishida bo'ladi (1.16-rasm). Kub qirralari uchlarni singdiradi. Kub yonlari o'z qirralarini, demak, uchlarni singdiradi.

Geometrik nuqtayi nazaridan har bir  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  to'plamni  $n$  o'lchovli fazodagi nuqtani aniqlovchi  $n$  o'lchovli vektor sifatida ko'rishi mumkin. Shu sababli,  $n$  o'lchovli funksiya aniqlangan barcha to'plamlar to'plami  $n$  o'lchovli kubning uchlari ko'rinishida ifodalanadi. Kub uchlarning koordinatalari funksiya yozuvidagi o'zgaruvchilar keltirilgan tartibga mos tartibda ko'rsatilishi shart. Funksiya birlik qiymatini qabul qiluvchi uchlarni nuqtalar bilan belgilab, MNFning geometrik ifodasi hosil qilinadi.

### MAFlarning mantiqiy sxemalar yordamida ifodalanishi

Argumentlar ustida bajariladigan mantiqiy amallarni kombinatsion sxemalar deb ataluvchi mantiqiy sxemalar yordamida ifodalash mumkin. 1.17-rasmda asosiy mantiqiy amallarni ifodalovchi mantiqiy elementlar sistemasi keltirilgan.

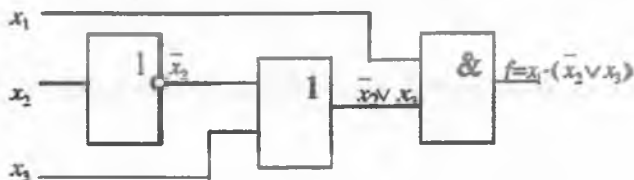


1.17-rasm. Mantiqiy elementlar sistemasi.

- a) «HAM» elementi, konyunktor; b) «YOKI» elementi, dizyunktor;  
 d) «EMAS» elementi, inverter; e) Sheffer elementi; f) Pirs elementi;  
 g) 2 ning moduli bo'yicha qo'shish elementi.

Ushbu mantiqiy sxemalar yordamida ixtiyoriy murakkab MAFni ifodalovchi kombinatsion sxemani tuzish mumkin.

*Misol.*  $f = x_1 \cdot (\bar{x}_2 \vee x_3)$  funksiya uchun kombinatsion sxema 1.18-rasmda keltirilgan.



1.18-rasm.  $f = x_1 \cdot (\bar{x}_2 \vee x_3)$  funksiyaning kombinatsion sxemasi.

### 1.3. Integral mantiqiy elementlar

#### 1.3.1. Mantiqiy elementlar, uzellar va qurilmalar haqida tushunchalar

Raqamli qurilmalardagi texnik vositalarning bajaradigan ishiga qarab elementlarga, funksional uzal va qurilmalarga hamda mikroprotsessorlar va kompyuterlarga bo‘linadi (1.19-rasm).



1.19-rasm. Raqamli texnikaning texnik vositalari tarkibi.

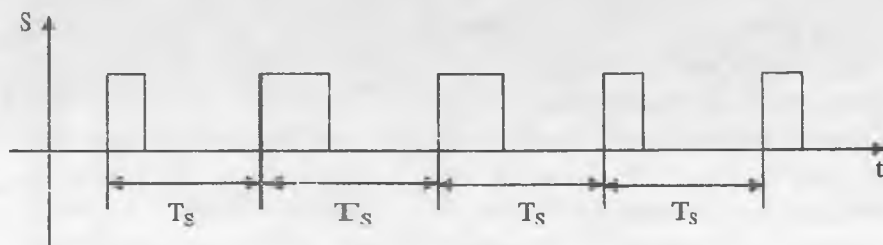
Mantiqiy yoki axborot bitlarini saqlash uchun mo‘ljallangan eng kichik bo‘linmas mikroelementlar sxemalari raqamli texnikada **elementlar** deb ataladi. Elementlar qatoriga yordamchi sxemalar-kuchaytirgichlar, takrorlanuvchi, shakllantiruvchilar va boshqalar shartli ravishda kiritiladi.

Ikki elementlarini kirish va chiqarishlarida kuchlanish ishtirok etib, ular o‘rnatilgan rejim—yuqori  $U_H$  va pastki  $U_L$  (bunda indekslar **High** va **Low** ingliz so‘zlari) ikki qiymatni qabul qiladi. Ushbu

kuchlanishlar elektr signallarni ifodalaydi. Ikki holatli signallar **ikki raqamli** deb ataladi. Elementning bir holatdan ikkinchi holatga o'tishi **o'zgarish** deb ataladi. Ushbu elementlar negizida funksional usul turlari quriladi. Raqamli qurilmalardagi funksional uzellar **mikroelektron sxemalar** deb atalib, ular bir yoki bir necha mikrooperatsiyalarni bajarish uchun mo'ljallanganidir. Funksional uzellar mantiqiy ish bajarish jihatidan **kombinatsion** va **ketma-ketlik** turlariga bo'linadi.

Kombinatsion sxemalarda chiqishlarining mantiqiy holatlari haqiqiy mavjud vaqt davridagi kirish signallarining kombinatsiyasiga bog'liqdir, kombinatsion turdagi funksional uzellarga jamlagichlar, deshifраторlar, shifраторlar, multipleksorlar va demultipleksorlar, solishtirish sxemalari (komparatorlar) va juftlikni tekshirish, kod qayta ishlovchilar kiradi.

Ketma-ketlik sxemalarda chiqishlarning mantiqiy holatlari chiqish signallar kombinatsiyalari bilan, shuningdek, mavjud vaqt shifridagi xotira sxemalarining holatlari bilan ham aniqlanadi. Ketma-ket funksional uzellarga registral, hisoblagichlar, sonlar generatorlari va boshqaruv avtomatlari kiradi. Hamma raqamli qurilma va kompyuterlarda **takt impuls generatori (TIG)** qo'llanilgan bo'lib, uning yordamida to'g'ri to'rtburchakli impulslarining davriy ketma-ketligi ishlab chiqarilib, ular **taktli signallar (S)** deb ataladi. Har bir takt impulsning S boshlanishi **takt momenti** deb ataladi. Ikki qo'shni impuls S vaqt oralig'i  $T_s$   **mashina takti** deb ataladi. Har bir S impulsning boshlanishi bilan qurilma elementi va uzellar kirishda ma'lumotlar o'zgaradi (1.20- rasm).

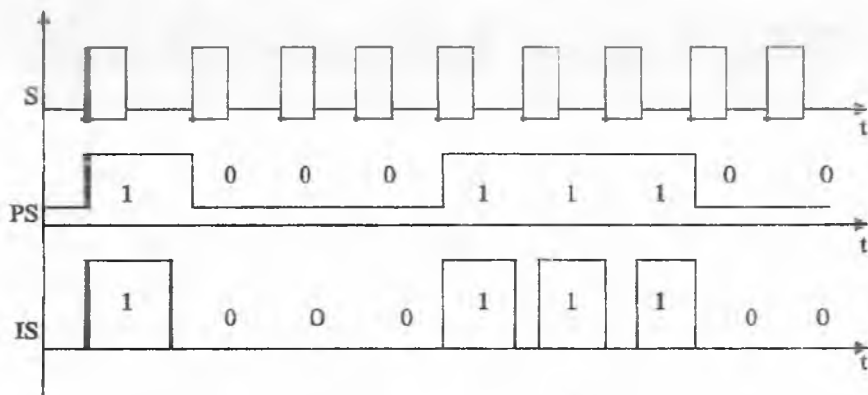


1.20-rasm. TIG vaqt diagrammasi.

TIG chastotasi o'n, yuz megagerts va gigagerts bilan o'lchanadi. Qo'shimcha ilmiy adabiyotlarda TIG **sinxronizatsiyalanish impuls**lari deb nomlanib, **impuls**larni **sinxronizatsiyalash** yoki **sinxroingenerator impuls**lari deb ataladi. S impuls amplitudasi va qutbi (polyarnost) qurilayotgan mashinalarning fizik jarayoniga bog'liqdir.

Takt momentlari davrida element va uzellar kirishlariga berilayotgan axborot jarayoni signallarning vaqt davomiyligi **diskretlash** deb ataladi.

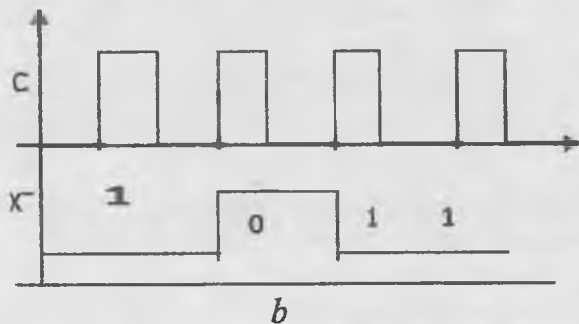
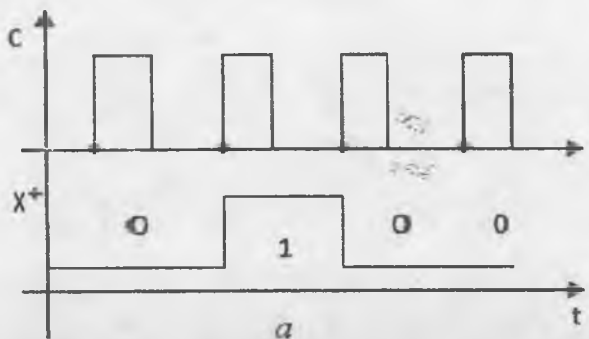
Kompyuter sxematexnikasida asosan potensial va ikkilik impuls signallari qo'llaniladi (1.21-rasm).



1.21-rasm. Potensial (PS) va impuls signallar vaqt diagrammasi.

Takt momenti davrida o'zgaruvchi signal **potensial signal** deb ataladi. Takt momenti davrida ko'tariluvchi va mavjud takt oralig'ida tushuvchi signal **impuls signal** deb ataladi. Potensial signal davomiyligi **mashina takti davomiyligiga** teng yoki bir necha karrasidan iboratdir. Mantiqda ikkilik signal va unga mos  $x$  o'zgaruvchi kiymati 0 (mantiqiy 0) va 1 (mantiqiy 1) simvollar bilan kodlanadi. 1 simvolini belgilovchi kuchlanishni  $U^0$  bilan belgilaymiz. Mantiqiy X signallarni kodlashda ikki usulni, to'g'ri va teskari jarayonlarni farklash lozimdir. To'g'ri kodlashda (to'g'ri mantiq yoki kelishuv)  $U_H$  yuqori sath

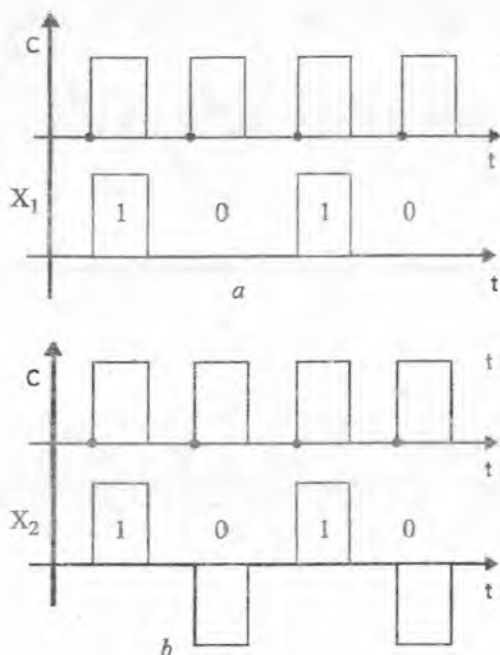
kuchlanishi mantiqiy 1 ishorasini tasvirlashni inobatga olgan holda,  $X=1$ , agar  $U^1=U_H$  va  $X=0$  da  $U^0=U_2$  (1.22- a rasm). Teskari kodlashda (teskari mantiq yoki kelishuv) yuqori sath  $U_H$  kuchlanishni mantiqiy 0 ishorasini inobatga olgan holda, past  $U_2$  – mantiqiy 1, ya'ni  $X=1$ , agar  $U^1=U_2$  va  $X=0$  da  $U^0=U_H$  (1.22- b rasm).



1.22-rasm. Mantiqiy kelishuvlar: a – musbat  $X^+$ ; b – manfiy  $X^-$ .

Impuls signallarini farklash uchun kodlar ikki turda kodlanadi:

Mantiqiy 1 – tasvirllovchi impuls mavjudligi, mantiqiy 0 – mavjud emasligini; mantiqiy 1 bir qutbli impulslarni tasvirllovchi, mantiqiy 0 esa qarama-qarshi qutbni ifodalaydi (1.23–rasm).



1.23-rasm. Impulsi kodlash: a – birinchi tur; b – ikkinchi tur.

Raqamli qurilma elementlari quyidagi:

- Jismoniy qurilmalarda qo'llanilishi;
- Axborot signallarining turlari;
- Funktsional vazifasi bo'yicha;
- Konstruktiv texnologik tayorlanishi;
- Murakkablik sathi va darajasi alomatlari bilan tasniflanadi.

Jismoniy qurilmalar:

- Birinchi avlod – elektron lampalarda;
- Ikkinchi avlod – kichik va o'rta daraja integratsiyali integral mikroshemalarida (IMS);
- To'rtinchi avlod – katta va juda katta integral mikroshemalarda qurilganlar element turlari bilan farqlanadi.

Axborot signallari ko'rinishini ajratish bo'yicha:

- Potensial elementlar – faqat potensial signallar qo'llaniladi;

- Impuls elementlar – faqat impuls signallari qo'llaniladi;
- Potensial-impulsli elementlar – potensial va impuls signallari qo'llaniladi.

Raqamli sxematexnika elementlari funksional vazifalari bo'yicha quyidagi sinflarga bo'linadi:

- HE, И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ va boshqa mantiqiy operatsiyalarni bajarish uchun mo'ljallangan mantiqiy elementlar;
- Triggerlar — ikkilik bir o'zgaruvchining 0 yoki 1 qiymatlarini saqlab turuvchi — xotira elementlari.

Yuqoridagi ikki sinf elementlarining ish jarayonini amalga oshirib beruvchi yordamchi elementlar: kuchaytirgichlar, shakllantiruvchilar, signallarni qayta ishlovchilar, vaqtincha moslashtiruvchi sxemalar, impuls generatorlari va boshqalar.

Zamonaviy elementlar bazasining konstruktiv texnologik ishlab chiqarish asosida integral mikrosxemalar yotadi. Ushbu mikroelektron mahsulotlar elektradio elementlarining (qarshiliklar, diodlar, tranzistorlar) juda yuqori zichlikda joylashtirishga va ularning ulanishiga asoslangandir. IMS tavsiflash, tekshirish, yetkazib berish va ishlatish bir butun bo'linmas element nuqtayi nazaridan qaraladi.

Mikrosxemalar quyidagi alomatlar bilan tasniflanadi:

- Tayyorlanish texnologiyasi – yarimo'tkazgichlik, gibridd, plyonkali;
- Konstruktiv bezalishi – korpusli va korpussiz;
- Axborotni qayta ishlash – analogli, raqamli va analog-raqamli;
- Integrallash darajasi – kichik, o'rta, katta, juda katta va ultra katta;
- Aktiv elementlar turlari – bipolar va MOP tranzistorlarda kurilgan;
- Ishlatilish doirasi – keng qo'llanishi, maxsus, buyurtmali va yarim buyurtmali holda;
- Istiqbolli yo'nalishlar – kriomikroelektron, akustoelektron, antoelektron, molekulyar elektron va boshqalar.

Konstruktiv-texnologik va sxematexnik alomatlar umumiy bo'lgan raqamli mikrosxemalar to'plami IMSlarning seriyasini tashkil etadi. Raqamli sxematexnikada kremniy va arsenid galliy asosida

qurilgan raqamli yarimo'tkazgichli IMS korpuslari keng qo'llaniladi. Yarimo'tkazgichli IMSning hamma komponentlari va ularning bog'lovchi simlari 4 da 100 mm<sup>2</sup> ga bo'lgan yuzadagi kristall maydonida joylashtiriladi.

Mikrosxemaning murakkabligi uning integrallash darajasi  $N$  bilan xarakterlanib, integrallash darajasi  $K = \lg N$  ga, funksional murakabli darajasi  $F = \lg L$  ga teng.

Bunda:  $N$  — komponentlar soni,  $L$  — ikki qarshilik mantiqiy element (ventel)lar soni.

Sanoatda birdan (10 komponentda kam) to oltinchi (1 mln komponentda kam) integratsiya darajali IMSlar ishlab chiqariladi. Shu jumladan, kichik integral sxemalar (KIS) 100 komplekt saqlasa, o'rta integral mikrosxemalar (O'TS) 100÷1000 komplekt, katta integral sxemalar — 100000 komplekt, juda katta integral sxemalar (JKIS) 10 komplektgacha va undan ortiq komplekt saqlaydi. Kichik integral mikrosxemalarda (KIS) elementlar quriladi, O'TSda turli xil uzellar, katta, juda katta va ultra katta integral mikrosxemalarda mikroprosessorlar va mikrokompyuterlar quriladi. Har bir elementlar mantiqiy funksiya o'ziga mos bo'lgan: ИЛИ (dezyunktor), И (konyuktor), НЕ (inertor) mantiqiy elementlar bilan quriladi.

Murakkab mantiqiy funksiyalarni qurish uchun mantiqiy elementlar birlashtirilib, mantiqiy sxemalar hosil qilinadi. Funksional to'liq mantiqiy elementlar asosida turli murakkab mantiqiy sxemalarni qurish mumkindir.

Bunday elementlar qatoriga

ИЛИ–НЕ

И–НЕ

НЕ–ИЛИ

НЕ–И

va boshqalar kiradi.

Yuqorida bayon etilganlarni inobatga olgan holda shuni xulosa qilish mumkinki, elementlari funksional va texnik to'liq elementlar to'plamidan iborat bo'lib, bir xil usulda axborotlarning berilishi, umumiy konstruktiv texnologik xarakteristikalariga ega bo'lgan to'plamni tashkil etadi.



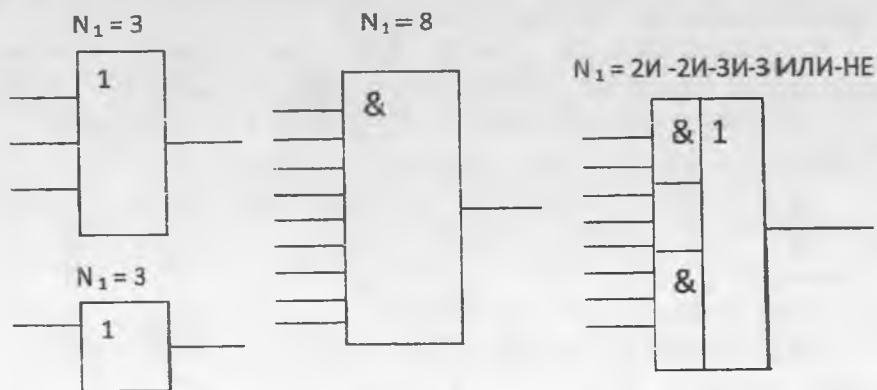
### 1.3.2. Mantiqiy element xarakteristikalari

Mantiqiy elementlarning mantiqiy, sxematexnik va ekspluatsiya xususiyatlarini aniqlovchi xarakteristika va parametrlarni birlashtiruvchilarga quyidagilar kiradi:

- Mantiqiy elementlarning funksiyalari;
- Mantiqiy kelishuv;
- Kirish va chiqishlarni birlashtirish koeffitsiyenti;
- Tarmoqlanish koeffitsiyenti;
- Tezligi;
- Iste'mol qilish quvvatlari;
- O'zgartirish ishi;
- Kirish va chiqish kuchlanishlari va toklari;
- Statistik va dinamik xalaqit berish bardoshliligi;
- Elementlar ishonchliligi;
- Ruxsat etilgan mexanik ta'sir etish, bosim chegarasi va atrof-muhit temperaturasi, radiatsion ta'sirga bardoshliligi.

Qo'shimcha ko'rsatilgan xarakteristika va parametrlar mantiqiy elementlarni amalga oshiruvchii IMSga tegishli bo'ladi.

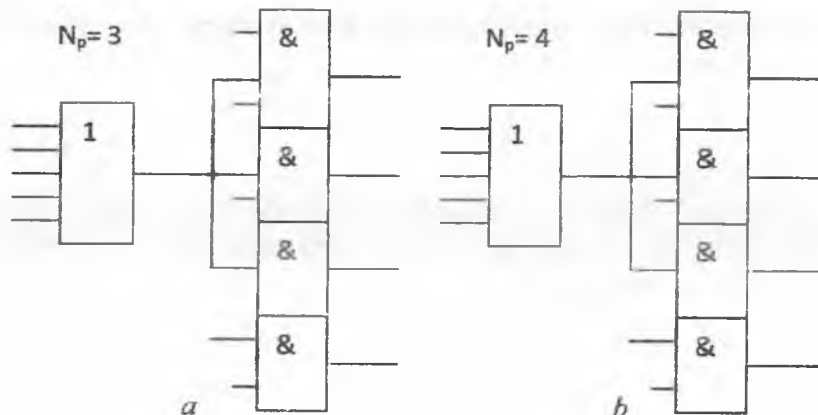
Kirish bo'yicha birlashtirish koeffitsiyenti  $N_1$  - mantiqiy elementning mantiqiy kirish sonlarini xarakterlab, qo'shimcha ular 1, 2, 3, 4 va 8 ga tengdir (1.24-rasm).



1.24-rasm.  $N_1$  koeffitsiyenti qiymatlari misollari.

Chiqish bo'yicha birlashtirish koeffitsiyenti  $N_0$  mantiqiy element chiqishlari yangi funksiyalar hosil qilish uchun ruxsat etilgan, chiqishlarni birlashtirishni xarakterlab beradi.

Tarmoqlanish koeffitsiyenti  $N_0$  mantiqiy elementning chiqishiga o'ziga o'xshash sxema kirishlari uning normal ishlashiga ta'sir etmaydigan maksimal qiymati sonini xarakterlaydi (1.25-rasm).



1.25-rasm. Og'irlikni ulash: a)  $N_p = 3$ ; b)  $N_p = 4$ .

Qo'shimcha IMS seriallar to'plamiga kichik ( $N_p = 30 \dots 50$ ) yuklamalarga qodir mantiqiy elementlar kiradi.

Raqamli mikrosxemalar elektr parametrlarini belgilash uchun quyidagi ta'riflar va harfiy belgilar qabul qilingan (ДСТУ 2883-94):

– Kuchlanishning  $U_1$  kirish va  $U_0$  chiqishi (indekslar Input va Output inglizcha so'zlardan olingan);

– Kirish kuchlanishining past  $U_{in}$  sathlari ular uchun maksimal past sath  $U_{il\max}$  va minimal yuqori sath  $U_{il\min}$  (1.26-rasm) qiymatlari o'rnatiladi;

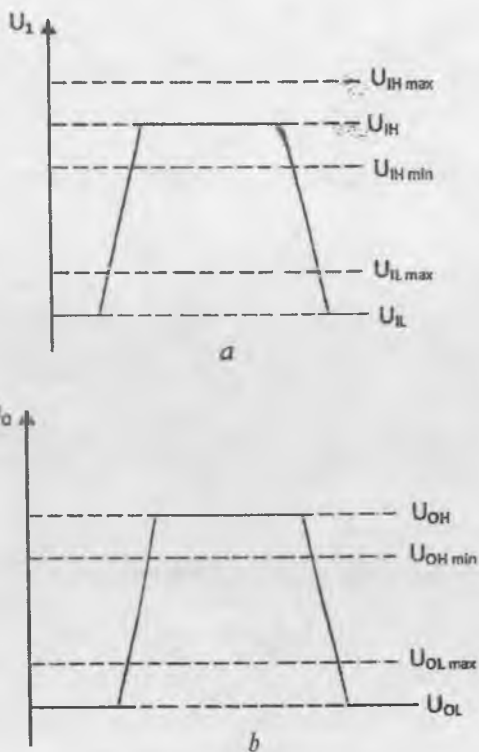
–  $I_1$  – kirish va  $I_0$  chiqish toklari;

–  $I_{in}$  – kirishda past sath kuchlanishining kirish toki qiymati,  $I_{in}$  – yuqori sathda;

–  $I_{oi}$  – kirishda past sath kuchlanish chiqish toki,  $I_{OH}$  – yuqori sathda;

- $U_{cc}$  – kuchlanish manbayini ta'minlash qiymati;
- $I_{cc}$  – IMSning kuchlanish manbayidan foydalanish toki;
- $P_{cc}$  – IMSning kuchlanish manbayidan foydalanish quvvati;

Kirish kuchlanishining boshlanishi, ya'ni elementda o'zgarish yuz beradi:  $U_{tin}$  – kuchlanishning yuqori sathi uchun eng kichik va  $U_{til}$  – kuchlanishning past sathi uchun zarur qiymatlar.



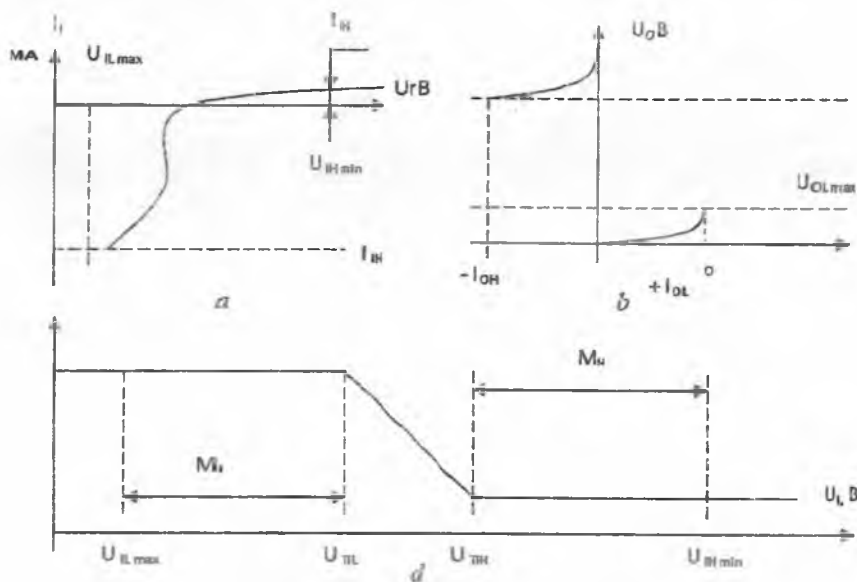
1.26-rasm. Kuchlanish sathlari belgilanishi:  
*a – kiruvchi, b – chiquvchi.*

Kirish, chiqish va uzatma xarakteristikalar bilan mantiqiy elementlarning asosiy parametrlari aniqlanadi. Ushbu xarakteristikalar tranzistor-tranzistor mantiqli invertirlash elementi uchun namunalı grafıgi 1.27-rasmda keltirilgan.

## Mantiqiy elementning chiqish xarakteristikasi

$$U_o = f(I_o)$$

Chiqish kuchlanishi tok nagruzkasini yuqori va pastki sath  $X$  olishlarinig o'zgarish bog'liqligini ifodalaydi. Ushbu xarakteristikadan  $U_{ol\ max}$  past sath chiqish kuchlanishining  $I_{ol}$  va yuqori sath  $U_{OH\ min}$  kuchlanishda  $I_{OH}$  ruxsat etilgan toklarning qiymatlari aniqlanadi (1.27- a rasm).



1.27-rasm. Tranzistor-tranzistor mantiqiy element xarakteristikasi:

$a$  – kiruvchi;  $b$  – chiquvchi;  $d$  – o'tuvchi.

## Uzatish xarakteristikasi

$$U_o = f(U_i)$$

Bu chiqish kuchlanishning kirish kuchlanishi o'zgarishini ifodalaydi. Ushbu xarakteristikadan (1.27- d rasm).  $M_1$  (shovqinni yopuvchi) yuqori sath uchun shovqin bardoshlik qiymatlari aniqlanadi:

$$M_L = U_{TL} - U_{IL \max}$$

$$M_n = U_{in \min} - U_{fin}$$

Elementning manba bilan ta'minlanishining o'rtaga iste'mol qilibhi  $P_{cc}^*$  quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$P_{cc}^* = U_{cc}(I_{cc1} + I_{ccn})/2 = U_{cc}I_{cc}^*$$

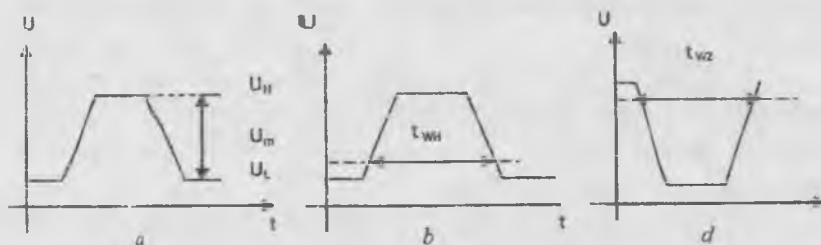
bu yerda:  $I_{cc1}$ ,  $I_{ccn}$  – chiqishdagi past va yuqori sath kuchlanishlarining mos ravishda foydalanish toklari;

$I_{cc}$  – o'rtacha foydalanish toki.

Zamonaviy elementlar mikrovattdan to bir necha o'n millivattgacha bo'lgan kувvatni ishlatadilar. Potensial signallar mantiqiy qiymati (amplitudasi)

$$U_m = U_H - U_L$$

musbat  $I_{mn}$  va  $I_{nl}$  toklarning farqi bilan xarakterlanadi (1.28-rasm). Qo'shimcha kuchlanishlar farqi musbat va manfiy impulslar deb ataladi.



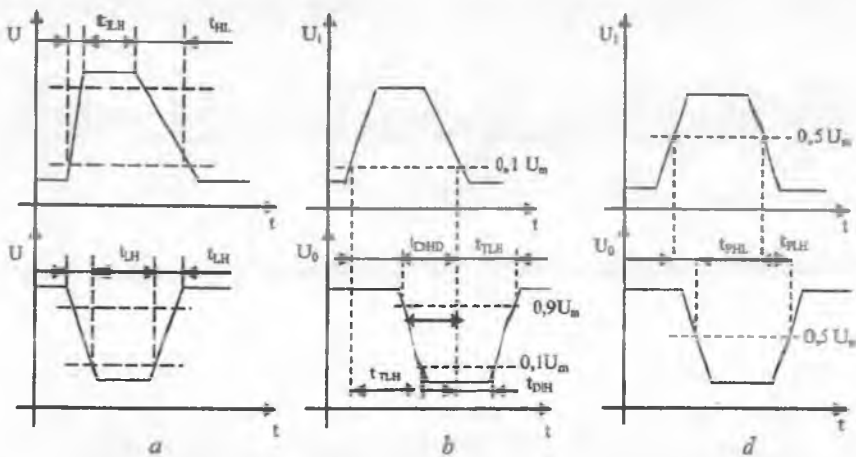
1.28-rasm. Signal parametrlarini o'lchash:  
a – amplitudalar; b, d – siljishlar davomiyligi.

Signalning vaqtli parametrlarini o'lchash uchun amplitudalarning shartli sathlari 0,1; 0,5 va 0,9 ulushda o'rnatiladi. Mikrosxema tezligi quyidagi davomiylik qiymatlari orqali aniqlanadi:

**Iln fronti va Inl pasayishi** (1.30 rasm).

Aslini olganda  $t_{In}$  ulanish va  $t_{In}$  (1.30- b rasm) o'chirish va ularning  $t_{onl}$  va  $t_{onl}$  teg'ishli ravishda ushlanishlari;

Signalning  $t_{pnl}$  ulanishi va  $t_{pnl}$  o'chirishining kechiktirilishining tarqalishi (1.29- d rasm).



1.29-rasm. Signallarning vaqtli parametrlarini o'ichash.

Amaliy hisoblashlar uchun signalning o'rtacha kechikish tarqalishi uchun

$$t_f = (t_{pnl} + t_{ppln}) / 2$$

qo'llaniladi.

Element sifatini baholash uchun ishni o'zgartirish umumlashtirilgan parametrdan keng foydalaniladi.

$$A_p = P_{cc}^* \cdot t_p$$

Agar  $P_{cc}^*$  quvvat millivatlarda kechikish vaqti – nanasekundlarda o'lchanilsa, u holda  $A_p$  o'zgartirishi pikodjoullarda (PDJ) ifodalanadi.  $A_p$  umumlashgan parametri qiymatlari 0,1÷200 PDJ oralig'ida joylashgandir.  $A_p$  qiymat qancha kam bo'lsa, mantiqiy element karakteri sikalari shunchalik yaxshi qiymatga ega bo'ladi.

IMS ishonchligi bir-biriga bog'liq bo'lgan uchta ko'rsatkichlar bilan karakterlanadi:

– Ishdan chiqish intensivligi  $\lambda = n/(mt)$ , bu yerda  $n$  – sinash davridagi ishdan chiqish so'ni, soat;

–  $m$  – tekshirilayotgan mikrosxemalar umumiy soni;

– Ishdan chiqishga ishlash  $T = 1/\lambda$ ;

– Belgilangan interval vaqt davomida to‘xtamasdan ishlash imkoniyati:

$$P = \exp(-\lambda t).$$

Zamonaviy IMSlar uchun ishdan chiqish intensivligi  $\lambda = (10^{-7} + 10^{-8}) \lambda = 10^{-8}$ ,  $t = 15000$  deb qabul qilib, ishdan chiqmaslik ehtimoli qiymatini topamiz:  $P(t) = 0,998$  yoki 99,8%.

Mikrosxemalarni konstruktiv-texnologik qurilishi jihatidan besh guruhga bo‘lingan bo‘lib, ularga quyidagi belgilashlar berilgan (ДСТУ 3212-95):

- Bipolyar tranzistorlardagi yarimo‘tkazgichlar – 1, 6;
- Maydon tranzistoridagi yarimo‘tkazgichlar – 5, 7;
- Gibridlik – 2, 4;
- Boshqa (plyonkali, vakuumli, keramikali va hokazo) – 3;
- Rezervli – 0, 8, 5.

Ko‘rsatilgan guruh mikroshemalar konstruktiv-texnologik qurilishi guruh ostkilarga bo‘linib, ular quyidagi tarzda bo‘linadi:

– Bipolyar va maydon tranzistorlar kombinatsiyalangan strukturasi – 0;  $p-n$  oraliqli izolyatsiyalangan bipolyar tranzistorlar yoki mos ravishda dielektrikli – 1,2; injeksion integrallashtirilgan mantiqiy tranzistorlar – 3; rezerv – 4–9;

– Mos ravishda  $n$  yoki  $p$  – minli polevoy tranzistorlar strukturasi – 7; zaryadlik strukturasi – 8; rezerv – 1–4,9;

– Uchunchi guruh uchun: (gibrid mikroshemalar) qalin plyonkali – 1; ingichka plyonkali – 2; kombinatsiyalangan – 3; rezerv – 4–9.

– To‘rtinchi guruh uchun: qalin plyonkali – 4; ingichka plyonkali – 2; kombinatsiyali – 3; rezerv – 4–9.

Mikrosxemalarning funksional vazifalariga asosan guruhlarga ajratilib, ularga quyidagi belgilashlar berilgan:

- Generatorlar – Г;
- Kommutatorlar va kalitlar – К;
- Mantiqiy elementlar – Л;
- Ko‘p funksionallik sxemalar – X;
- Elementlar komplekti – Н;

- Signal larning o'zgartirgichi – П;
- Ikkinchi darajali elektr ta'minlash manbayi sxemalari – Б;
- Solishtirish sxemalari – С;
- Triggerlar – Т;
- Kuchaytirgichlar – У;
- Tashkil etuvchilar – А;
- Xotira qurilma sxemalari – Р;
- Raqamli qurilma sxemalari – И;
- Hisoblash vosita sxemalari – В.

Har bir funksional guruh ko'rinishlari bilan farqlanadi, masalan:

**Мантиqiy elementlarni:**

ЛИ-И elementi;

ЛН-НЕ elementi;

ЛЛ-ИЛИ elementi;

ЛА-НЕ-И elementi;

ЛЕ-НЕ-ИЛИ elementi;

ЛР-НЕ-И-ИЛИ elementi;

ЛД – kengaytirgichlar ЛП – va boshqalar.

**Triggerlarni**

ТВ – universal (JK turi);

ТР – alohida yozish kirishi bilan (RS – turi)

ТМ – kechiqishlik (D – turi);

ТК – kombinatsiyalangan;

ТП – va boshqalar.

**Hisoblash vositasi sxemalarini:**

ВЕ – mikroEHM;

ВМ – mikroprotsektor seksiyalari;

ВУ – mikroprogramma boshqaruv sxemalari;

ВБ – sinxronizatsiya sxemalari;

ВВ – interfeys sxemalari;

ВН – vaqt belgilash sxemalari, ВП – va boshqalar.

ГОСТ 174-67 bo'yicha har bir seriya material va korpus turi xarakteristikalari raqam belgisidan avval quyidagi harflar qo'yiladi:



- P – 2 tur plastmassa korpuslar uchun;
- M – 2 tur keramik, metallokeramik korpuslar uchun;
- E – 2 tur metallopolikeramiklik korpuslar uchun;
- C – 2 tur va boshqa oyna keramik korpuslar uchun;

Ba'zi bir mikrosxema korpus turlarida harf bilan belgilash qo'llanilmaydi. Elektron texnika mahsulotlarini standartlash bosh boshqarmasi markazlashgan holda mikrosxemalarga belgi berish jarayonini amalga oshiradi. Bunda mikrosxemalar quyidagi elementlardan tashkil etilishi lozimdir:

- Birinchi va ikkinchi elementlar tegishli guruh va guruh ostki ikkita raqam mikrosxemani konstruktiv-texnologik qurilishini xarakterlaydi;

- Uchinchi element – ikkita raqam ishlab chiqarilgan mikrosxema seriyasini belgilovchi tartib nomeri;

- To'rtinchi element – ikkita raqam, tegishli ravishda mikrosxema guruhi va turini xarakterlaydi;

- Beshinchi element – ikkita raqam, mikrosxema ishlab chiqarilgan tartib nomerini belgilaydi.

Mikrosxema seriyasini birinchi uchta element aniqlaydi. Kerak bo'lganda mikrosxemani ishlab chiqilgan tartib nomeridan so'ng qo'shimcha funksionai ishga qarab A dan to Я gacha bo'lgan harflar qo'yilib, ular bir mikrosxemani boshqa turidan elektr parametrlari bilan farqlanishini xarakterlaydi. Markirovka vaqtida bunday harflar rangli nuqtalar bilan almashtirilishi mumkin. Harf yoki rangli nuqta belgilari konkret turdagi mikrosxema texnik talabida ko'rsatiladi.

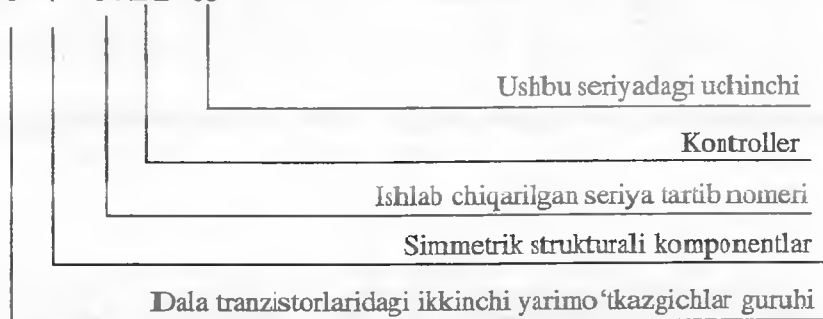
### 1.3.3. Mikrosxemalarni shartli belgilashga oid misollar

5704 БГ03–5704 seriyali yarimo'tkazgichli simmetrik strukturali komponentlar dinamik xotiraning dasturlanuvchi boshqaruv kontrolleri;

04 – ishlab chiqarilgan seriya nomeri;

03 – funksional vazifasi bo‘yicha ishlab chiqilgan mikrosxemaning ushbu seriyadagi nomeri (1.30-rasm);

5 7 04 BT 03



**1.30-rasm. 5704 BT–03 simmetrik strukturali komponentlar dasturlanuvchi xotira kontrollerining shartli belgilanishi.**

УД 06–1 101 seriyali yarimo'tkazgichli mikrosxema, 01 – ishlab chiqarilgan seriya tartib nomeri;

06 – ushbu seriyadagi  $p-n$  – o'tish izolyatsiyalik bipolyar tranzistor strukturali, o'zgarmas tokli operatsion kuchaytirgich funksional vazifasini bajaruvchi mikrosxema tartib nomeri;

Mikrosxema belgisidan oldin ushbu mahsulotni ishlab chiqargan davlatning qisqartirilgan nomi ko'rsatiladi – Y (Ukraina). Eksportga chikariladigan 1,27 yoki 2,54 mm qadamli oyoqli mikrosxema korpusiga tartibli belgi Y harfidan so'ng E harf qo'yiladi, masalan:

YE 1217 УД 06 – Ukrainada eksportga chiqarishga mo'ljallangan 2 turdagi plastmassa korpusida (1,27 yoki 2,54 mm qadamli) 1217 seriyali mikrosxema.

Dastlab IMSlarni qabul qilingan belgilashdan oldin K harfi qo'yilar edi.

*Eslatma:*

Sobiq Ittifoqda 1991-yilgacha chiqarilgan IMSlardagi shartli belgilash OCT 11073 915–80 asosida o'matilar edi. Soha standartiga, asosan, mikrosxemaning shartli belgilanishi to'rtta raqam – harf elementlaridan iborat edi:

**Birinchi element** – raqam konstruktiv-texnologik guruhni belgilaydi:

1, 5, 6, 7 – yarimo‘tkazgichlarni; 2, 4, 8 — gibridlarni; 3 – qolganlarni (plyonkali, keramikali).

**Ikkinchi element** – ikki yoki uch raqamdan iborat bo‘lib, seriyaning tartib nomerini belgilaydi.

**Uchinchi element** – ikki harfli element IMSning funksional vazifasini aniqlaydi: birinchi harf – guruh ostki; ikkinchisi – guruh ostki ko‘rinishini aniqlab, ДСТУ 3213–85 ga mosdir.

**To‘rtinchi element** – ushbu seriyadagi ishlab chiqilgan IMS tartib nomeri. Birinchi va ikkinchi elementlar birgalikda IMS seriyasini belgilaydi, uning oldiga ham harf qo‘yish mumkin bo‘lib, u korpus turini xarakterlaydi.

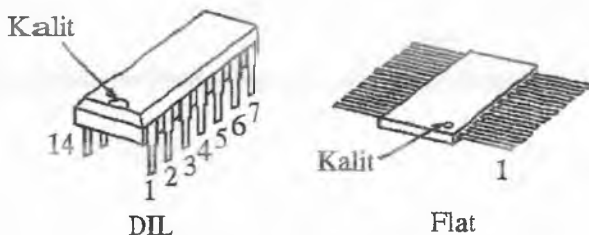
Bundan buyon IMSlarning shartli belgilanishi soha standarti asosida tanlaniladi. Tijorat maqsadlari uchun ishlangan IMSlar uchun shartli belgilash K harf bilan elgilashdan boshlanadi, eksport variantlari esa – ЭK harfi bilan belgilanadi.

1.31-rasmda KP 1333 TM 2 seriyali TTJIIIIdagi D-trigger shartli belgilanishi misoli keltirilgan.

K	P	1	333	T	M	2
						Funksional alomat
						Turi bo‘yicha: ishlab chiqarilgan tartib nomeri D-trigger
						Guruh ostki: trigger
						Seriyaning tartib nomeri
						Konstruktiv-texnologik bajarilishi
						2 turdagi plastik korpus
						Tijorat maqsadi uchun

1.31-rasm. OCT 11073 915–80 ga asoslangan IMS shartli belgilanishi misoli.

Mikrosxema korpuslari asosan to'rt qismdan iborat: kristall, kristallni iqlim sharoitlaridan muhofaza qilish korpusi, kristallarni o'tkazgichlar bilan elektrik bog'lash va korpus oyoqlaridan iboratdir.



1.32-rasm.

Korpuslarning konstruktiv-texnologik variantlari asosan to'rttadir: Plastmassali, metallokeramikali, metalloynali va keramikdir.

#### 1.4. Mantiqiy algebra funksiyalarini minimallashtirish. Kombinatsion sxemalar va ularni sintezlash

Biror mantiqiy algebra funksiyasini amalga oshiruvchi mantiqiy sxemani qurishdan avval bu funksiyani minimallashtirishga urinib ko'rish lozim. Ko'pincha DNShda berilgan mantiqiy funksiyalar minimallashtiriladi. Asosiy maqsad – *minimal DNShni* olishdir. Mantiqiy algebra funksiyasining minimal DNShda barcha dizyunktiv hadlardagi o'zgaruvchilar va ularning inkorlari sonlarining yig'indisi bu funksiyaning barcha ekvivalentidagiga nisbatan kam bo'ladi.

Minimallashtirish, ya'ni berilgan mantiqiy funksiya uchun eng sodda ifodani topish turli usullar bo'yicha amalga oshiriladi. Quyida ba'zilar bilan tanishib chiqamiz.

**Kvayn usuli.** Ushbu usul minimallashtiriluvchi mantiqiy funksiyaning MDNShda berilishiga asoslanadi. Minimallashtirish ikkita bosqichda amalga oshiriladi.

**Birinchi bosqichda** MDNShdan qisqartirilgan DNShga o'tiladi. Bunda dastlabki mantiqiy funksiyaning barcha konyunksiyalari juft-

lari o'zaro taqqoslanadi. Agar  $Ax$  va  $A\bar{x}$  kabi konyunksiyalar uchrasa, ular orasida birlashtirish amalga oshiriladi:

$$Ax \vee A\bar{x} = Ax \vee A\bar{x} \vee A.$$

Natijada  $A$  ( $n-1$ ) darajali konyunksiya olinadi.  $Ax$  va  $A\bar{x}$  konyunksiyalari esa dastlabki ifodada qolib, MDNShning boshqa hadlari bilan taqqoslanadi. Dastlabki MDNShning birlashtirish bajarilgan  $n$ -darajali konyunksiyalari belgilanadi. Natijada ( $n-1$ ) darajali elementar konyunksiyalar guruhi va  $n$ -darajali belgilanmagan konyunksiyalar hosil bo'ladi. Belgilanmagan konyunksiyalar oddiy implikantlar hisoblanib, keyinchalik qisqartirilgan DNShga qo'shiladi. So'ngra tavsiflangan muolajalangan ( $n-1$ )-darajali elementar konyunksiyalar guruhiga qo'llaniladi, natijada ( $n-r$ )-darajali elementar konyunksiyalar guruhi va ( $n-1$ )-darajali belgilanmagan konyunksiyalar (oddiy implikantlar) olinadi va hokazo. Bosqich yangidan olingan  $r$ -darajali ( $1 \leq r \leq n$ ) elementar konyunksiyalar bir-biri bilan birikmay qolgan-dagina, ya'ni  $r$ -darajali oddiy implikantga aylangandagina tugaydi. Birinchi bosqich bajarilishi natijasida barcha oddiy implikantlarni o'z ichiga oluvchi DNShning qisqartirilgan yozuvi olinadi.

**Misol.** Quyidagi mantiqiy funksiyaning qisqartirilgan DNShi olinishi talab qilinsin:

$$f = \overline{x_1 x_2 x_3 x_4} \vee \overline{x_1 x_2 x_3} x_4 \vee \overline{x_1 x_2} x_3 x_4 \vee \overline{x_1} x_2 x_3 x_4 \vee \overline{x_1 x_2 x_3} x_4 \vee \overline{x_1 x_2} x_3 x_4 \vee \overline{x_1} x_2 x_3 x_4 \vee x_1 x_2 x_3 x_4. \quad (1.13)$$

**Yechish.** Birlashtirish amali 1-4, 1-6, 2-3, 2-7, 3-4, 3-8, 5-6, 5-8, 7-8 konyunksiyalari orasida amalga oshiriladi. Dastlabki MDNShning barcha konyunksiyalari birlashtirishda qatnashadi va (1.13)dagidek tagiga chiziladi. Natijada dastlabki (1.13) mantiqiy funksiya quyidagicha yozilishi mumkin:

$$f = \overline{x_1} x_3 x_4 \vee \overline{x_2} x_3 x_4 \vee \overline{x_1 x_2} x_3 \vee \overline{x_2 x_3} x_4 \vee \overline{x_1} x_2 x_4 \vee \overline{x_2 x_3} x_4 \vee \overline{x_1} x_2 x_4 \vee \overline{x_1 x_3} x_4 \vee \overline{x_1 x_2} x_3.$$

Olingan ifodada 3-9 va 4-6 konyunksiyalar juftlarining tagiga chizib, ular orasida birlashtirish amalini bajaramiz. Natijada dastlabki (1.13) mantiqiy funksiyaning qisqartirilgan DNShi olinadi:

$$f = \overline{1} x_1 x_3 x_4 \vee \overline{2} x_2 x_3 x_4 \vee \overline{3} x_1 x_2 x_4 \vee \overline{4} x_1 x_2 x_4 \vee \overline{5} x_1 x_3 x_4 \vee \overline{6} x_2 x_3.$$

*Minimallashtirishning ikkinchi bosqichida* qisqartirilgan DNShdan tupik DNShga o'tiladi va ularning ichidan minimal DNSh tanlab olinadi. **Tupik DNSh** qisqartirilgan DNShdan ortiqcha oddiy implikantlarini aniqlab chiqarib tashlash yo'li bilan olinadi. **Ortiqcha oddiy implikantlar** deganda mantiqiy funksiya qiymatining o'zgarishiga olib kelmaydigan qisqartirilgan DNShning chiqarib tashlangan hadlari tushuriladi. Tupik DNShni olish uchun **implikant jadvali (matritsasi)** tuziladi. Jadvalning qatorlari qisqartirilgan DNShning oddiy implikantlari bilan belgilansa, ustunlari dastlabki mantiqiy funksiya MDNShning mintermlari bilan belgilanadi. Qatorda har bir oddiy implikant qarshisiga u 1 qiymatini qabul qiluvchi naborlar tagi  $\times$  belgisi bilan belgilanadi; mos mintermlar ushbu oddiy implikant bilan singdiriladi (qoplanadi) (1.14-jadval).

1.14-jadval

Oddiy implikantlar	Mintermlar							
	$\overline{1} x_1 x_2 x_3 x_4$	$\overline{2} x_1 x_2 x_3 x_4$	$\overline{3} x_1 x_2 x_3 x_4$	$\overline{4} x_1 x_2 x_3 x_4$	$\overline{5} x_1 x_2 x_3 x_4$	$\overline{6} x_1 x_2 x_3 x_4$	$\overline{7} x_1 x_2 x_3 x_4$	$\overline{8} x_1 x_2 x_3 x_4$
$\overline{1} x_1 x_3 x_4$	$\times$			$\times$				
$\overline{2} x_2 x_3 x_4$	$\times$					$\times$		
$\overline{3} x_1 x_2 x_4$			$\times$	$\times$				
$\overline{4} x_1 x_2 x_3$					$\times$	$\times$		
$\overline{5} x_1 x_3 x_4$					$\times$			$\times$
$\overline{6} x_2 x_3$		$\times$	$\times$				$\times$	$\times$

Oddiy implikantlarning umumiy sonidan implikantlari mantiqiy funksiyaning birlik qiymatlarini qoplovchi qismini ajratib olish zarur; qolgan implikantlar ortiqcha hisoblanadi.

Tupik shakllarni shakllantirish va minimal qoplanishni tanlash mantiqiy funksiyaning birlik qiymatlarini qoplovchi majburiy oddiy implikantlarni aniqlashdan bo'shlanadi.

1.14-jadvaldan ko'rinib turibdiki, 6-oddiy implikanta majburiy hisoblanadi, chunki faqat u 2- va 7-to'plamlarda mantiqiy funksiyaning birlik qiymatini qoplaydi (bu to'plamlarga mos ustunlarda faqat bittadan  $\times$  belgisi bor). Ammo 6-implikant 3- va 8-to'plamga mos keluvchi mantiqiy funksiyaning birlik qiymatini ham qoplaydi. Shunday qilib, 1-5-oddiy implikantlar qoplanmagan 1-, 4-6-to'plamlardagi mantiqiy funksiya qiymatini qoplashi kerak bo'ladi. Bu to'rtta to'plamlarni 1-5-implikantlarning turli birikmalari yordamida qoplash mumkin, ya'ni bir talay tupik shakllar shakllanib, ularning ichidan minimal DNSh tanlab olinadi.

Ko'rilayotgan misol uchun implikant jadvali bo'yicha quyidagi minimal DNShni aniqlash qiyin emas:

$$f_{\text{min}} = x_2 x_3 \vee x_1 x_3 x_4 \vee x_1 x_2 x_4.$$

Boshqa tupik shakllar uchdan ortiq oddiy implikantlarga ega va, demak, minimal bo'lmaydi.

Kvayn usulining kamchiligi sifatida  $r$ -darajali ( $1 \leq r \leq n$ ) konyunksiyalar juftlarini bir-biri bilan to'la taqqoslash zaruriyatini ko'rsatish mumkin. Bu esa, o'z navbatida, dastlabki MDNShdagi konyunksiyalarning katta sonida usulning qo'llanishiga qiyinchiliklar tug'diradi.

**Kvayn-Mak-Klaski usul.** Ushbu usul taqqoslanuvchi konyunksiyalar juftlari sonini aytarlicha kamaytirish imkonini beradi. Buning uchun barcha elementar konyunksiyalar taqqoslashdan avval guruhlariga ajratiladi. Har bir guruhga inkorsiz o'zgaruvchilarning soni bir xil bo'lgan konyunksiyalar kiritiladi:  $i$ -guruhga ( $i=0, 1, \dots, n$ ) inkorsiz  $i$  ta o'zgaruvchiga ega bo'lgan konyunksiyalar kiritiladi. Masalan,  $n=4$  da birinchi guruhga ( $i=1$ ):

$$x_1 x_2 x_3 x_4, \quad x_1 x_2 x_3 x_4, \quad x_1 x_2 x_3 x_4, \quad x_1 x_2 x_3 x_4$$

ko'rinishdagi konyunksiyalar, ikkinchi guruhga ( $i=2$ ):

$$x_1 x_2 x_3 x_4, \quad x_1 x_2 x_3 x_4, \quad x_1 x_2 x_3 x_4, \quad x_1 x_2 x_3 x_4, \quad x_1 x_2 x_3 x_4, \quad x_1 x_2 x_3 x_4$$

ko'rinishdagi konyunksiyalar kiritiladi va hokazo. Juftliklarni taqqos-

las h faqat tartib raqami bo'yicha qo'shni bo'lgan guruhlar orasida amalga oshirilishi mumkin, chunki birikuvchi konyunksiyalar faqat qo'shni guruhlarda bo'lishi mumkin. Minimallashtirishning Mak-Klaski usulining qolgan muolajalari minimallashtirishning Kvayn usulidagidek amalga oshiriladi.

*Veych-Karno diagrammalari.* Veych-Karno diagrammalari to'rt-olti o'zgaruvchili mantiqiy funksiyalarni minimallashtirishda juda qulay hisoblanadi.

Ikkita o'zgaruvchi uchun tuzilgan Veych diagrammasi 1.33- a rasmda keltirilgan. Diagramma kataklari soni o'zgaruvchilarning mumkin bo'lgan to'plamlari soni orqali aniqlanadi. Demak, ikkita o'zgaruvchi uchun tuzilgan Veych diagrammasi to'rtta katakdan iborat. To'plamlar diagramma kataklarida shunday joylashganki, ikkita qo'shni ustun yoki qatordagi to'plamlar bitta o'zgaruvchining qiymati bilan farqlanadilar: bu o'zgaruvchi bitta to'plamda inkorli, ikkinchisida – inkorsiz. 1.33- b rasmda uchta o'zgaruvchi uchun tuzilgan Veych diagrammasi keltirilgan bo'lib, u  $2^3=8$ ta to'plamga ega. O'zgaruvchilar diagramma kataklarida shunday joylashtiriladiki, ikkita qo'shni kataklardagi to'plamlar bu konyunksiyalar birikishi mumkin bo'lgan o'zgaruvchidan boshqa barcha o'zgaruvchilardan tashkil topgan umumiy qismga ega bo'lsin. Bunday to'plamlar qo'shni (ustun yoki qator bo'yicha) kataklarda joylashishi sababli *qo'shni to'plamlar* deb ataladi.

		$x_2$	$\overline{x_2}$			$x_2x_3$	$\overline{x_2x_3}$	$\overline{x_2x_3}$	$x_2x_3$
$x_1$		$x_1x_2$	$\overline{x_1x_2}$	$x_1$		$x_1x_2x_3$	$\overline{x_1x_2x_3}$	$\overline{x_1x_2x_3}$	$x_1x_2x_3$
$\overline{x_1}$		$\overline{x_1x_2}$	$x_1x_2$	$\overline{x_1}$		$\overline{x_1x_2x_3}$	$x_1x_2x_3$	$x_1x_2x_3$	$\overline{x_1x_2x_3}$

1.33-rasm. Ikki o'zgaruvchili (a) va uch o'zgaruvchili (b) funksiyaning Veych diagrammasi.

To'rtta o'zgaruvchi uchun tuzilgan Veych diagrammasi 1.34-rasmda keltirilgan.



	$x_3x_4$	$x_3\bar{x}_4$	$\bar{x}_3x_4$	$\bar{x}_3\bar{x}_4$
$x_1x_2$	$x_1x_2x_3x_4$	$x_1x_2x_3\bar{x}_4$	$x_1x_2\bar{x}_3x_4$	$x_1x_2\bar{x}_3\bar{x}_4$
$\bar{x}_1x_2$	$\bar{x}_1x_2x_3x_4$	$\bar{x}_1x_2x_3\bar{x}_4$	$\bar{x}_1x_2\bar{x}_3x_4$	$\bar{x}_1x_2\bar{x}_3\bar{x}_4$
$x_1\bar{x}_2$	$x_1\bar{x}_2x_3x_4$	$x_1\bar{x}_2x_3\bar{x}_4$	$x_1\bar{x}_2\bar{x}_3x_4$	$x_1\bar{x}_2\bar{x}_3\bar{x}_4$
$\bar{x}_1\bar{x}_2$	$\bar{x}_1\bar{x}_2x_3x_4$	$\bar{x}_1\bar{x}_2x_3\bar{x}_4$	$\bar{x}_1\bar{x}_2\bar{x}_3x_4$	$\bar{x}_1\bar{x}_2\bar{x}_3\bar{x}_4$

1.34-rasm. To'rt o'zgaruvchili funksiyaning Veych diagrammasi.

Veych diagrammasi yordamida mantiqiy funksiyani minimallashtirish quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi. Minimallashtiriluvchi mantiqiy funksiya MDNShga keltiriladi. So'ngra  $n$  o'zgaruvchi (mantiqiy funksiya dagi o'zgaruvchi soni bo'yicha) uchun Veych diagrammasi kataklari to'ldiriladi. Minimallashtiriluvchi funksiya to'ldiriluvchi kataklarga mos keluvchi argumentlar to'plamida 1 ga aylansa, katakka bir, nolga aylansa katakka nol yoziladi (bunday katak ko'pincha bo'sh qoldiriladi). Kataklar to'ldirilgandan so'ng bir yozilgan kataklarni qamrab oluvchi to'g'riburchakli konturlar chiziladi. Konturlarni chizish quyidagi qoida bo'yicha amalga oshirilishi lozim:

- 1) kontur to'g'ri to'rtburchakli (yoki kvadratl) bo'lishi shart;
- 2) kontur ichida faqat bir yozilgan kataklar bo'lishi shart;
- 3) bir yozilgan kataklar soni ikkining butun darajasiga karrali bo'lishi shart (ya'ni 1, 2, 4, 8 va h.k.);
- 4) kontur chizilganda diagrammaning eng past va eng yuqoridagi qatorlari hamda eng chapdagi va eng o'ngdagi ustunlari qo'shni hisoblanadi;
- 5) har bir kontur ko'proq birlar kataklarni qamrab olishi, konturlarning umumiy soni esa kichik bo'lishi shart;
- 6) diagrammadagi barcha birlar konturlar bilan qamrab olinishi shart.

So'ngra har biri o'zining konturini tavsiflovchi oddiy implikantlar

dizyunksiyasi ko'rinishidagi mantiqiy funksiyaning minimal shakli yoziladi (implikantlarning umumiy soni konturlar soniga teng). Konturdagi birlar sonining oshishi bilan uni tavsiflovchi oddiy implikant qisqaradi va mantiqiy funksiyaning ko'proq birlik qiymatlarini qamrab oladi.

*Misol.*  $f = \overline{x_1 x_2} \vee \overline{x_1 x_2} \vee \overline{x_1 x_2}$  funksiyaning minimallashtirish talab etilsin.

*Yechish.* Mantiqiy funksiyaning MDNShga keltiramiz:

$$\begin{aligned} f &= \overline{x_1 x_2} + \overline{x_1 x_2} \vee \overline{x_1 x_2} = \overline{x_1 x_2} \cdot \overline{x_1 x_2} + \overline{x_1 x_2} = \\ &= (\overline{x_1} \vee \overline{x_2})(\overline{x_1} \vee \overline{x_2}) \vee \overline{x_1 x_2} = \overline{x_1 x_2} \vee \overline{x_1 x_2} \vee \overline{x_1 x_2}. \end{aligned} \quad (1.14)$$

(1.14) ifoda bo'yicha ikkita o'zgaruvchi uchun Veych diagrammasini tuzamiz. (1.14) mantiqiy funksiya  $\overline{x_1 x_2}$ ,  $\overline{x_1 x_2}$  va  $\overline{x_1 x_2}$  to'plamlarida biringa teng bo'lganligi sababli, bu konyunksiyalarga mos keluvchi kataklarga 1 yozamiz (1.35-rasm). So'ngra birli kataklarni qamrab oluvchi ikkita konturni chizamiz:

	$x_2$	$\overline{x_2}$
$x_1$		1
$\overline{x_1}$	1	1

1.35-rasm. Ikki o'zgaruvchili funksiyaning Veych diagrammasi bo'yicha minimallashtirish.

Konturni tavsiflovchi oddiy implikantni topishi uchun bu konturning qaysi o'zgaruvchilarga bog'liq emasligini aniqlash lozim.

Masalan, 1.35-rasmdagi vertikal kontur  $x_1$  va  $\overline{x_1}$  qatorlarni qamrab oladi, demak, bu konturni tavsiflovchi oddiy implikantga  $x_1$  o'zgaruvchi kirmaydi. Xuddi shunday mulohaza yuritib, gorizontal konturni tavsiflovchi oddiy implikantga  $x_2$  o'zgaruvchining kirmasligini aniqlaymiz. Demak, dastlabki mantiqiy funksiya  $f$  quyidagi minimal shaklni oladi:

$$f_{\min} = \overline{x_1} \vee \overline{x_2}.$$

**Misol.**

$f = (\overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_3})(\overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_3}) \vee x_1 x_2 x_3 \vee x_2 x_3$  funksiyani minimalashtirish talab etilsin.

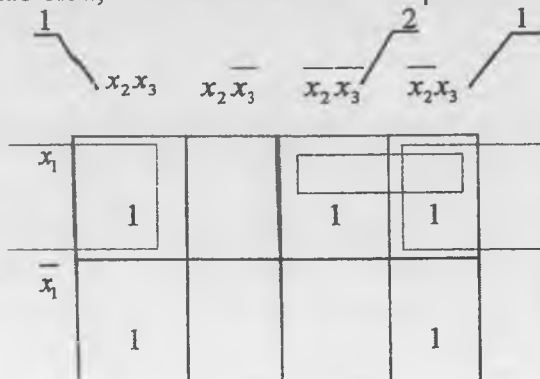
*Yechish.* Avval  $f$  funksiyani DN Shga keltiramiz:

$$\begin{aligned} f &= \overline{x_1 \vee x_2 \vee x_3} \vee \overline{x_1 \vee x_2 \vee x_3} \vee x_1 x_2 x_3 \vee x_2 x_3 = \\ &= x_1 x_2 x_3 \vee \overline{x_1 x_2 x_3} \vee \overline{x_1 x_2 x_3} \vee \overline{x_2 x_3}. \end{aligned}$$

$x_2 x_3$  konyunksiyani haqiqiy ifoda  $\overline{x_1} \vee \overline{x_1}$  ga ko'paytirib,  $f$  funksiyani MDNShga keltiramiz:

$$\begin{aligned} f &= x_1 x_2 x_3 \vee \overline{x_1 x_2 x_3} \vee \overline{x_1 x_2 x_3} \vee \overline{x_2 x_3} (\overline{x_1} \vee \overline{x_1}) = \\ &= x_1 x_2 x_3 \vee \overline{x_1 x_2 x_3} \vee \overline{x_1 x_2 x_3} \vee \overline{x_1 x_2 x_3} \vee \overline{x_1 x_2 x_3}. \end{aligned} \quad (1.15)$$

MDNSh (1.15) bo'yicha uchta o'zgaruvchi uchun Veych diagrammasini tuzamiz va unda ikkita kontur chizamiz (birinchi va to'rtinchi ustunlar qo'shni deb hisoblaymiz) (1.36-rasm). 1-kontur to'rtta katakni qamrab olsa, 2-kontur ikki ta katakni qamrab oladi.

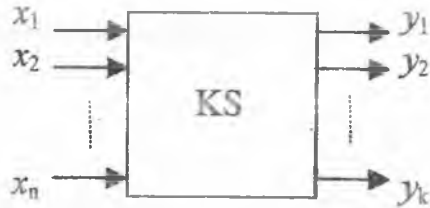


1.36-rasm. Uch o'zgaruvchili funksiyani Veych diagrammasi bo'yicha minimalashtirish.

Dastlabki mantiqiy funksiyaning minimallashtirilgan shakli quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$f_{\min} = x_3 \vee x_1 x_2.$$

Mantiqiy funksiyani yoki mantiqiy funksiyalar majmuasini amalga oshiruvchi mantiqiy elementlardan tashkil topgan sxema *kombinatsion sxema* (KS) deb ataladi. Umumiy holda KSni 1.37-rasmda keltirilgan sxema orqali tasvirlash mumkin.



1.37-rasm. Kombinatsion sxemaning shartli tasvirlanishi.

$x_1, x_2, \dots, x_n$  – KSning kirish yo‘llari;

$y_1, y_2, \dots, y_k$  – KSning chiqish yo‘llari.

Kombinatsion sxemaning quyidagi asosiy xususiyatlarini ko‘rsatish mumkin:

- faqat mantiqiy elementlardan tashkil topadi;
- xotirlash qobiliyatiga ega emas;
- teskari bog‘lanish zanjirining bo‘lmasligi;
- chiqish yo‘lining bitta va undan ortiq bo‘lishligi.

KS chuqurligi (sathlari soni) tushunchasi keng ishlatiladi va u signalning KS kirish yo‘lidan to chiqish yo‘ligacha bo‘lgan harakati yo‘lidagi mantiqiy elementlar soni bilan aniqlanadi. KSning chuqurligi uning tezkorligiga katta ta’sir etadi, chunki har bir mantiqiy element signal tarqalishining ichki kechiqishi xususiyatiga ega. KS qurishda ishlatiladigan elementlar bir qator texnik parametrlari orqali xarakterlanadi. Ularning ichidan kirish yo‘li bo‘yicha birlashtirish koeffitsiyenti, chiqish yo‘li bo‘yicha tarmoqlanish koeffitsiyenti va mantiqiy elementdagi signalning kechiqishi parametrlari muhim hisoblanadi.

Mantiqiy elementning kirish yo‘li bo‘yicha birlashtirish koeffitsiyenti shu kirish yo‘liga ulanishi mumkin bo‘lgan mantiqiy elementlar soni orqali aniqlanadi. Mantiqiy elementning chiqish yo‘li bo‘yicha

tarmoqlanish koeffitsiyenti shu chiqish yo'liga ulanishi mumkin bo'lgan mantiqiy elementlar soni orqali aniqlanadi.

KSning biror-bir mantiqiy elementi chiqish yo'li bo'yicha ortiqcha yuklangan bo'lsa, KS strukturasiida ekvivalent o'zgartirishlar o'tkazish orqali yuklanishning kamayishiga erishiladi.

Mantiqiy elementdagi signalning kechiqishi mantiqiy elementning kirish yo'li va chiqish yo'lida signallar o'rnatilishi onlari orasidagi vaqt oralig'i orqali xarakterlanadi. KS bo'yicha signalning tarqalishi, bu signal o'tuvchi mantiqiy elementlardagi signalning kechiqishiga bog'liq holda, KSning tezkorligini xarakterlaydi. KSda signalning turli yo'llar orqali tarqalishi turli kechiqishlarga olib kelishi va natijada, KSning beqaror ishlashiga sabab bo'lishi mumkin.

KSni sintezlash masalasi murakkab masala hisoblanib, unda berilgan mantiqiy funksiyani amalga oshiruvchi KSni ko'rsatilgan bazisda loyihalash talab etiladi. KSni sintezlashning an'anaviy usuli quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

– berilgan mantiqiy funksiyaning MDNSh yoki MKNSh hosil qilinadi;

– hosil qilingan funksiyaning mukammal normal shakli mantiqiy funksiyalarni minimallashtirishning ixtiyoriy bir usuli yordamida minimallashtiriladi;

– olingan minimal funksiya ko'rsatilgan bazisda ifodalanadi, ya'ni operator ko'rinishiga keltiriladi;

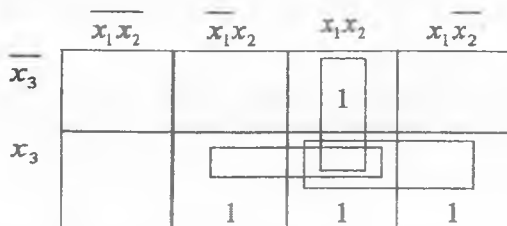
– funksiyaning operator ko'rinishidan sxemaga o'tiladi.

*Misol.* 1.11-jadval shaklida berilgan mantiqiy funksiyani amalga oshiruvchi KSni VA–EMAS bazisda sintezlash talab etilsin.

*Yechish.* Birinchi bosqichda jadval bo'yicha mantiqiy funksiyaning MDNSh tuziladi:

$$f_{\text{MDNSh}} = \overline{x_3}x_2x_1 \vee x_3\overline{x_2}x_1 \vee x_3x_2\overline{x_1} \vee x_3x_2x_1.$$

Ikkinchi bosqichda hosil qilingan MDNSh Veych diagrammasi yordamida minimallashtiriladi (1.38-rasm):



1.38-rasm. Funksiyani Veych diagrammasi bo'yicha minimallashtirish.

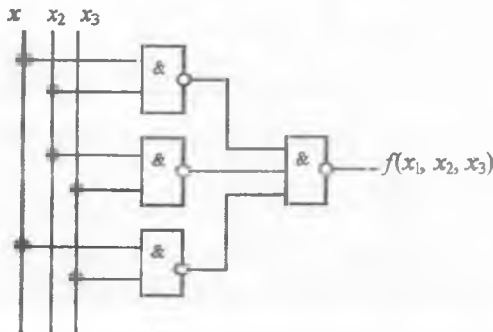
Minimallashtirish natijasida  $f_{\min} = x_1 x_2 \vee x_2 x_3 \vee x_1 x_3$  olinadi.

Uchinchi bosqichda funktsiyaning minimal shakli VA-EMAS bazisda ifodalanadi:

$$f_{\min} = x_1 x_2 \vee x_2 x_3 \vee x_1 x_3 = \overline{\overline{(x_1 x_2)} \cdot \overline{(x_2 x_3)} \cdot \overline{(x_1 x_3)}}.$$

To'rtinchi bosqichda funktsiyaning bazis ko'rinishidan sxema ko'rinishiga o'tiladi (1.39-rasm).

Amalda KSni sintezlash masalasi bilan bir qatorda analiz masalasi ham keng qo'llaniladi. KSning analizi sintezlash masalasiga teskari bo'lib, unda dastlabki ma'lumot sifatida KS beriladi va uning ishlash qonuniyatini, ya'ni mantiqiy funktsiyaning aniqlash talab etiladi. Ta'kidlash lozimki, KSning analizi mantiqiy funktsiyaning aniqlabgina qolmay, balki KSni soddalashtirishga, ya'ni uning ishiga ta'sir etmaydigan ortiqcha elementlarni chiqarib tashlash imkonini beradi.



1.39-rasm. Funktsiyaning VA-EMAS bazisidagi kombinatsion sxemasi.

## 1.5. Kombinatsion (xotirasiz) qurilmalarning tahlili

KSning tahlili quyidagi bosqichlarda amalga oshiriladi:

– berilgan KS uchun haqiqiylik jadvali tuziladi. Buning uchun KS kirish yo'llariga o'zgaruvchilarning turli to'plamlari ta'siridagi mos chiqish yo'li funksiyasining qiymatlari aniqlanadi;

– haqiqiylik jadvali bo'yicha chiqish yo'li funksiyasining MDNSh yoki MKNSh hosil qilinadi;

– hosil qilingan funksiyaning MDNSh yoki MKNSh minimalashtiriladi;

– minimallashtirilgan funksiya bazislarda ifodalanadi, ya'ni operator ko'rinishiga keltiriladi;

– funksiyaning operator ko'rinishi optimal sxema ko'rinishiga o'tkaziladi.

Shuni takidlash lozimki, integral sxemalarning qurish va tahlil etish jarayonlari tezkor qadamlar bilan rivojlanyotir. Yangi mantiqiy elementlar ishlab chiqilayotir. Bular qatoriga standart integral sxemalari bulgan deshifраторlar, multipleksorlar, demultipleksorlar va mantiqiy dasturlanuvchi matritsalar kiradi (Ushbu standart integral sxemalar 2-bobda batafsil ko'riladi). Sanab o'tilgan qurilmalar yordamida raqamli qurilmalar qurish jarayonida yuqorida keltirilgan minimalashtirish usullari juda zarur emas. Zamonaviy KSlarni qurish jarayonida eng dolzarb masala, qurilmalardagi kirish va chiqish simlarini kamaytirish masalasi yotgan bo'lib, sxemaning ichki strukturasi minimallashtirish aktual masalalar qatoriga kirmaydi. Mavjud davrda nanotexnologiyani rivojlanishi KSlarni qurish va tahlil etish jarayonlarini kuchli tatbiqiy dastur komplekslari bilan loyihalashga asoslanmoqda. Bu esa raqamli qurilmalarni loyihalash va qurish jarayonlarining dasturiy ta'minotlarini o'rganishga majbur etadi. Shuning uchun har bir mutaxassis tatbiqiy dasturlarni o'rganishga e'tibor bermoqligi juda zarurdir.

## Nazorat savollari

1. *Raqamli mikrosxemalarning asosiy texnik xarakteristikalarini aytib bering.*
2. *Mikrosxemalarni belgilovchi harfli-raqamli elementlarni aytib bering.*
3. *Potensial axborot signaliga tushuncha bering.*
4. *Mantiqiy o'zgaruvchilarni potensial signallarning musbat va manfiy kodlashning bir-biridan farqini tushuntiring.*
5. *Impulsiv axborot signali nima?*
6. *Mantiqiy o'zgaruvchilarni impuls signallar bilan kodlash jarayonini tushuntirib bering.*
7. *Raqamli sxematexnika elementlarining klassifikatsiya alomatlarini tushuntiring.*
8. *ZMS seriyasi nima?*
9. *Mantiqiy algebra funksiyalarining analitik ifodasi qanday?*
10. *Mantiqiy algebra funksiyalarining funksional to'liq sistemasi nima?*
11. *Mavjud bazislarni sanab o'ting.*
12. *Kombinatsion sxemalar nima?*
13. *Kombinatsion sxemalarning sintezi bosqichlari.*



## II bob. RAQAMLI QURILMALAR

Ikkilik (diskret) ma'lumotlar bilan ishlovchi raqamli qurilmalar ikkita katta sinfga bo'linadi:

**Kombinatsion** (xotirasiz diskret avtomatlar).

**Ketma-ketli** (xotirali diskret avtomatlar).

**Kombinatsion sxemalar** (mantiqiy qurilmalar) xotiraning yo'qligi bilan tavsiflanadi. Xotira – bu raqamli qurilmaning ichki holatini tavsiflovchi signallarni talab etilgan vaqt ichida saqlab qolish xususiyati. Kombinatsion qurilmalarining chiqishdagi signallari kombinatsiyalari bilan ifodalanadi va qurilmaning oldingi holatiga bog'liq emas. Bunday qurilmalarning asosiy sxema belgisi ularda qaytalanishning bo'lmasligidir, ya'ni chiqishdagi signallarni kirishga ulanganligi kuzatilmoqda. Kombinatsion sxemalarga misol qilib mantiqiy elementlar, elektron kalitlar, shifраторlar, deshifраторlar, multipleksorlar, demultipleksorlar, solishtirgichlar, arifmetik qurilmalarni keltirishimiz mumkin.

**Ketma-ketlikli qurilmalar** xotiraga ega, kirishdagi ma'lumotlar o'zgaranda chiqishdagi signallarning qandayligini oldindan aniqlash uchun bu qurilmaning oldingi holatini bilish zarur. Ketma-ketlikli qurilmalar kombinatsion sxemalarning ma'lum tartibda ulanish mavjudligidir. Ketma-ketlikli qurilmalarning eng soddalari triggerlardir. Bu qurilmalar sinfiga hisoblagichlar, registrlar, xotira qurilmalari kiradi.

### 2.1. Deshifраторlar

Kirish yo'llariga beriladigan son kodini chiqish yo'llarining faqat bittasida boshqarish signaliga keltiruvchi mantiqiy sxema *deshifратор* deb ataladi. Agar deshifраторlarning kirish yo'llariga ikkili sanoq

sis temasida biror son berilsa, deshifratorning ishlashini quyidagi ifoda orqali tavsiflash mumkin:

$$\begin{aligned}
 c_1 &= \bar{a}_1 * \bar{a}_2 * \dots * \bar{a}_{m-1} * \bar{a}_m, \\
 c_2 &= \bar{a}_1 * \bar{a}_2 * \dots * \bar{a}_{m-1} * a_m, \\
 c_3 &= \bar{a}_1 * \bar{a}_2 * \dots * a_{m-1} * \bar{a}_m, \\
 &\vdots \\
 c_n &= a_1 * a_2 * \dots * a_{m-1} * a_m,
 \end{aligned}
 \tag{2.1}$$

bu yerda  $a_i$  va  $\bar{a}_i$  ( $i=1-m$ ) – deshifratorning kirish yo‘llaridagi to‘g‘ri va invers signallar;  $s_j$  ( $j=1-n$ ) – deshifratorning chiqish yo‘llaridagi signali.

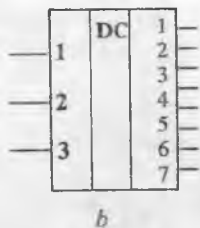
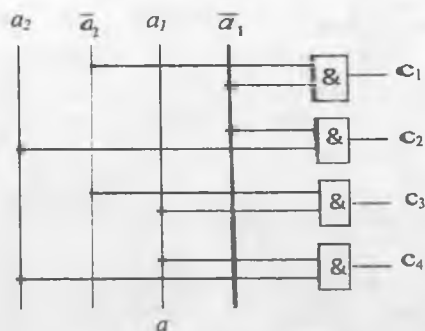
Demak, deshifrator chiqish yo‘llarining faqat bittasida boshqarish signalini shakllantiruvchi konyunktorlar mavjud. Bu vaqtda qolgan chiqish yo‘llarida signal bo‘lmaydi. Shu sababli, ba’zida deshifratorning tarlash sxemasi deb yuritiladi.

Son kodini deshifratsiyalashni tashkil qilish usuliga qarab, deshifratorlar bir pog‘onali (chiziqli) va ko‘p pog‘onali sxemalar asosida qurilishi mumkin. Ko‘p pog‘onali sxemalar ichida to‘g‘ri to‘rtburchak (matritsa) va piramida deshifratorlarni ajratish mumkin.

Chiziqli deshifratorlar (2.1) ifodani hech qanday mantiqiy o‘zgartirmasdan bevosita uning sxemasini amalga oshirish yo‘li bilan quriladi, ya’ni chiziqli deshifratorlar har biri kirish yo‘liga ega bo‘lgan, chiqish yo‘llari bo‘yicha mustaqil  $n$  ventillardan iborat. Oddiy misol tariqasida 2.1- a rasmdagi ikki xonali so‘z uchun ( $m=2$ ,  $n=4$ ) chiziqli deshifratorning sxemasi keltirilgan. Bunday deshifratorni tavsiflovchi ifoda quyidagicha ko‘rinishda bo‘ladi:

$$c_1 = \bar{a}_1 \bar{a}_2; \quad c_2 = \bar{a}_1 a_2; \quad c_3 = a_1 \bar{a}_2; \quad c_4 = a_1 a_2.$$

Deshifratorning shartli belgilanishi 2.1- b rasmda keltirilgandek amalga oshiriladi.



## 2.1-rasm. Deshifratör sxemasi va uning shartli belgisi.

To'g'ri to'rtburchakli deshifratörler har birida kirish yo'li so'zining xonalari gruppasi deshifratsiya qilinuvchi bir necha chiziqli deshifratörlerden iborat birinchi pog'onaga ega bo'ladi.

Kirish yo'llari soni berilgan bitta tipik integral element VA sxemasini tashkil qilish uchun kerak bo'ladigan, kirish yo'llari soni  $m_e$  bo'lgan ventillar soni quyidagi ifoda orqali aniqlash mumkin:

$$\left( B = \frac{m - m_e}{m_e - 1} \right) + 1. \quad (2.2)$$

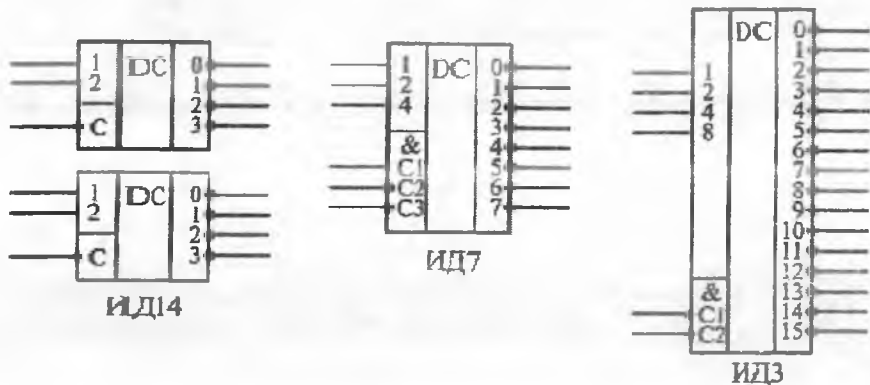
Piramidali deshifratörler to'g'ri to'rtburchakli deshifratörler kabi ko'p pog'onali deshifratörler turkumiga kiradi. Piramidali deshifratörlarning xususiyati barcha deshifratsiya pog'onalarida ikkita kirish yo'li ventillarning ishlatilishi va  $\bar{x}$ -pog'ona elementi chiqish yo'li  $(i+1)$  pog'ona faqat ikki elementning kirish yo'liga ulash shartdir. Piramidali deshifratörler pog'onalar soni  $k$  deshifratsiya qilinuvchi son xonasidan bitta kam ( $k = m - 1$ ) bo'lib, har bir pog'onadagi ventillar soni quyidagicha bo'ladi:

$$B_i = 2^{i+1}.$$

Deshifratörning umumiy sonini aniqlanadigan ifoda quyidagicha:

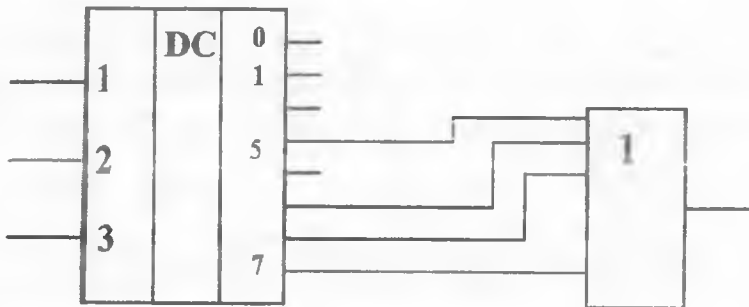
$$\sum B = \sum_{i=1}^k 2^{i+1}.$$

Deshifratör mikrosxemalarning har xil kirishlar uchun ko'rishlari 2.2-rasmda keltirilgan. Ushbu rasmlardagi C, C1, C2, C3 kirishlar mikrosxemalarning ishlash uchun ruxsat beruvchi vazifasini bajaradi.



2.2-rasm. Deshifratör mikrosxemalarga misollar.

Deshifratörler hisoblash texnikasida keng qo'llanib kelinadi. Ular bir necha tashqi qurilmalarni tanlash, ma'lumotlarni ulash va mikroprotessorlar orasida almashishini tashkil qiladi. Buning uchun hamma *ai* kirishlarga tashqi qurilmalar adresi beriladi, kirishlar esa adres kirishlar deyiladi.



2.3-rasm. Deshifratörler asosida kombinatсион sxemalarni qurish.

Deshifratolar yordamida kombinatsion sxemalarni ham qurish mumkindir. 2.3-rasm da 1.11-jadvalga mos kelgan kombinatsion sxema qurish jarayoni keltirilgan. Bunda haqiqiylik jadvalidagi chiqish funksiyadagi mantiqiy 1 ga teng bo'lgan hamma holatlar mantiqiy qo'shish elementi bilan birlashtiriladi. Kombinatsion sxemalarni DC bilan qurish jarayoni mikrosxemalar korpuslar sonini kamaytirishga, mikrosxemalararo ulanish simlarini kamaytirishga va hosil bo'lgan avtomatning bardoshlilikini oshirishga olib keladi.

## 2.2. Shifratolar

Shifratolar yoki kodlovchi – bu boshqaruv avtomatlarning yoki elektron shaxsiy mashinalarning (ESHM) bir tarmog'i bo'lib, unitar kodni qandaydir pozitsion kodga aylantiruvchidir. Agar kiruvchi kod ikkilik sanoq sistemasida pozitsion bo'lsa, unda shifratolar ikkilik shifratolari deyiladi.

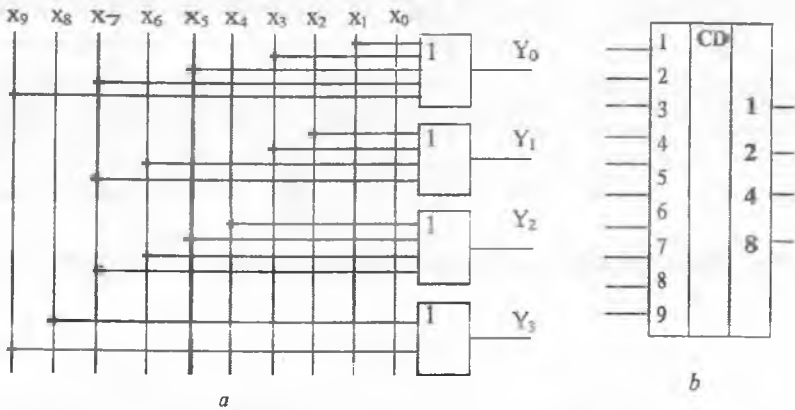
2.1-jadval

O'nli kod X	Ikkilik kod 8-4-2-1				O'nli kod X	Ikkilik kod 8-4-2-1			
	Y <sub>3</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>		Y <sub>3</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>
0	0	0	0	0	5	0	1	0	1
1	0	0	0	1	6	0	1	1	0
2	0	0	1	0	7	0	1	1	1
3	0	0	1	1	8	1	0	0	0
4	0	1	0	0	9	1	0	0	1

Jadvalda berilgan funksiyalash qonuni, 10ta kiruvchi ikkilik shifratolarini yasash jarayonini ko'rib chiqamiz. Bunday deshifratolarning ko'rsatmasi – kiruvchi kodni mos keluvchi mantiqiy 0, 1, 2, ..., 9 o'nlik sonlarni tasvirlovchi kirish kodiga aylantirishdir.

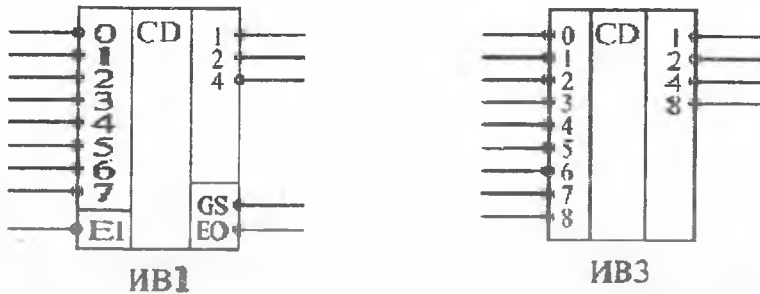
Shifratolar ishini yozuvchi funksiyalar quyidagicha tasvirlanadi:

$$\begin{aligned}
 Y_0 &= X_1 \vee X_3 \vee X_5 \vee X_7 \vee X_9; \\
 Y_1 &= X_2 \vee X_3 \vee X_6 \vee X_7; \\
 Y_2 &= X_4 \vee X_5 \vee X_6 \vee X_7; \\
 U_3 &= X_8 \vee X_9.
 \end{aligned}$$



2.4-rasm. Shifratör sxemasi (a) va uning shartli belgisi (b).

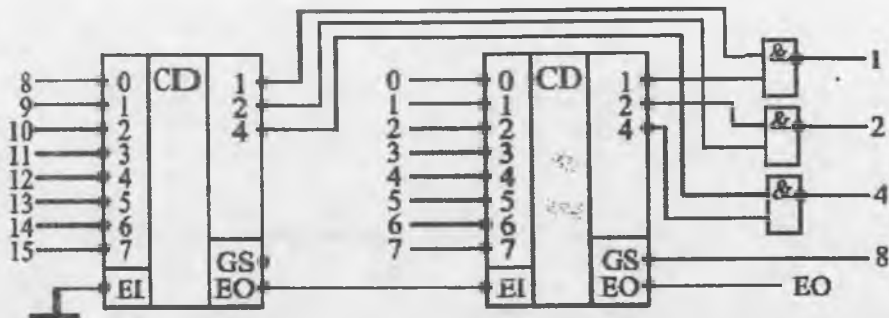
2.4-rasmida (a, b) shifratörning funksional sxemasi va uning shartli grafik belgisini aks ettiruvchi 10ta kiruvchi bilan berilgan.



2.5-rasm. Shifratör mikrosxemalarga misollar.

Shifratör mikrosxemalarning har xil kirishlar uchun ko'rinishlari 2.5-rasmida keltirilgan. Ushbu rasmlardagi EI kirish va GS, EO chiqishlar mikrosxemalarning ishlash uchun ruxsat beruvchi vazifasini bajaradi. EI kirishda mantiqiy bir signali shifratörning ishlashiga to'sqinlik qilib, uning chiqishlari mantiqiy 1 holatga o'rnatiladi. GS – chiqish esa mantiqiy 0 signallarni ishlab chiqaradi. Bu shifratör kirishlarga signallar berilmayotgan holatni nol holatga bo'lgan jaray-

onni farqlash uchun zarurdir. Agarda EO – chiqish aktiv (mantiqiy 0) holatga o'tsa, u holda EI – signali asosida shifratro ishga tushirilishi mumkindir. 2.6-rasmda shifratroklar chiqishlar sonini oshirish sxemasi keltirilgan.



2.6-rasm. Ikkita 8–3 shifratro yordamida 16–4 shifratro ni hosil qilish.

### 2.3. Multipleksorlar

Multipleksor deb  $n$  informatsion kirishdagi signallardan birini yagona chiqishga uzatuvchi va uzatilayotgan kirish adresning  $n$ lik ekvivalentga mos bo'lgan ikkilik  $ni$  adresiga teng qurilmaga aytiladi. Agarda OE chiqishga ruxsat berish kirish vazifasini o'tasa, u holda kirishdagi «0» holat chiqishni passiv holatga o'tkazadi. «4 dan 1» multipleksorni ko'rib chiqamiz, u 4 informatsion kirish va  $\log_2 4 = 2$  adres kirishga egadir.

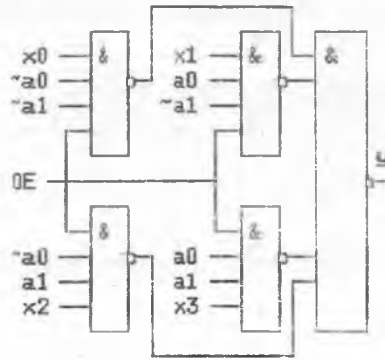
Uning umumiy mantiqiy tenglamasi quyidagi ko'rinishga egadir:

$$Y = OE(x_0 \sim a_1 \sim a_0 + x_1 \sim a_1 \sim a_0 + \dots) \quad (2.3)$$

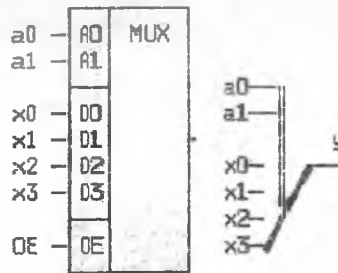
Keltirilgan ifodaning o'ng tomonidagilarga ikki marta inverlash va o'z-o'ziga o'tish aksiomalarini qo'llab

$$Y = \sim(OE \cdot x_0 \sim a_1 \sim a_0 + \dots + OE \cdot x_3 \sim a_1 \sim a_0) \quad (2.4)$$

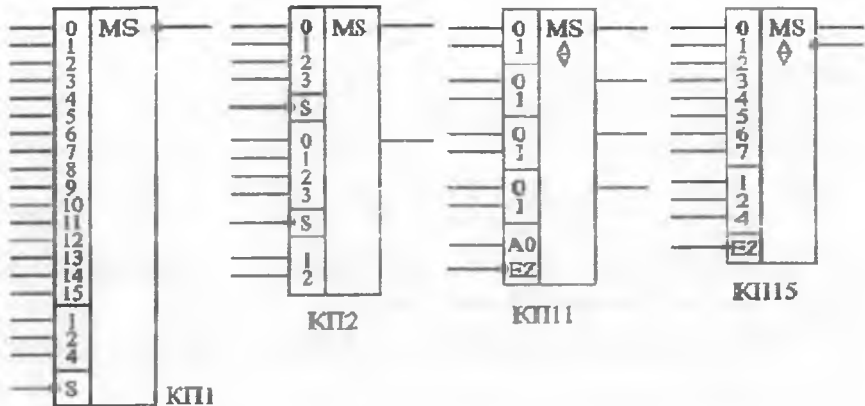
ni aniqlaymiz. (2.4) ifodaga mos sxema 2.7-rasmda keltirilib, uning shartli belgisi va mexanik analogi 2.8-rasmda ko'rsatilgan.



2.7-rasm. Multipleksor sxemasi.

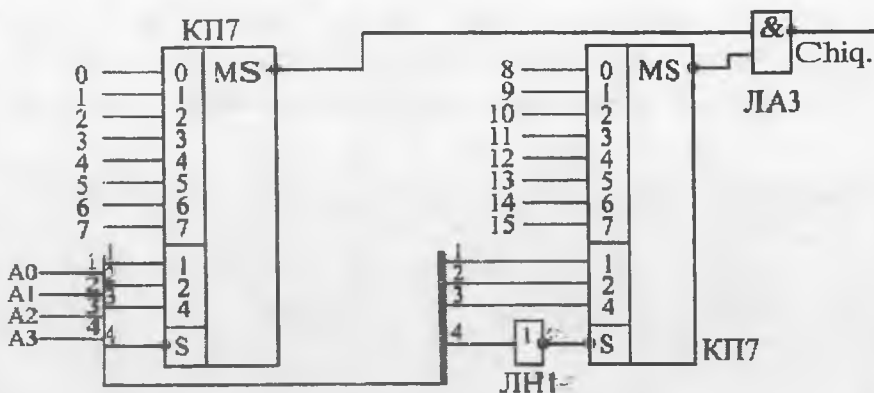


2. 8-rasm. Multipleksor belgisi va mexanik analogi.



2.9-rasm. Multipleksor mikrosxema turlari.





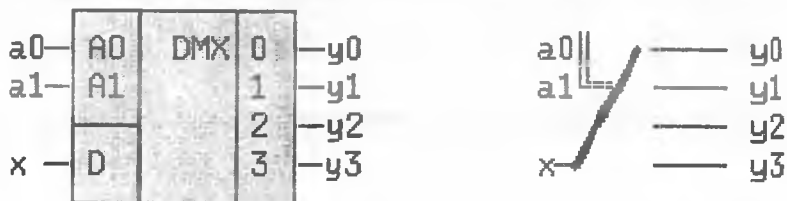
2.10-rasm. Kirishlar sonini oshirish uchun multipleksor mikrosxemalarining birlashtirilishi.

2.9- va 2.10-rasmlarda multipleksorlarning mikrosxema turlari va kirishlar sonini oshirish uchun multipleksor mikrosxemalarining birlashtirilishlari keltirilgan. Multipleksorlar yordamida kombinatsion qurilmalarning sintezini bajarish uchun haqiqiylik jadvalidagi chiqish signallarining mantiqiy 1 ga teng bo'lgan o'nlik ekvivalent holat nomerlari ajratiladi. Ushbu o'nlik nomerlar (1.11-jadvaldagi 3, 5, 6, 7 nomerlarni ajratish asosida) multipleksorning axborot kirishlari birlashtirilib, ularga mantiqiy 1 signali va qolgan kirishlarga mantiqiy 0 signallari beriladi. Bu jarayonlarning bajarilishi talab etilgan mantiqiy avtomatning qurilishi bilan yakunlanadi. Shunday qilib, multipleksorlarda kombinatsion avtomatlarni qurish jarayoni ham bajarilishi mumkindir.

## 2.4. Demultipleksorlar

Signalni informatsion kirishdan chiqishlarning biriga uzatuvchi, qabul qiluvchi chiqishlarning nomeri esa adres kirishlarga berilayotgan ikkilik kodning o'nlik ekvivalentiga teng qurilmalar demultipleksor (DM) deb ataladi. DM sifatida deshfrator ishlatilishi mumkin bo'lib, uning OE signali o'rni X informatsion signal beriladi.

Masalan, agar kirishlarga  $a_1a_0=10$  (BIN)=2 (DEC) berilsa, u holda X signal Y2 chiqishda paydo bo'ladi. Qolgan chiqishlarda esa  $y_i=0$ . 2.11-rasmda DM "1 da 4" DM va uning mexanik analogi keltirilgan.



2.11-rasm. Demultipleksor va uning mexanik analogi.

Demultipleksorlar yordamida ham xuddi multipleksorlar va shifrorlar kabi kombinatsion diskret avtomatlar sintezini bajarish mumkindir. Ushbu mantiqiy elementlarda qurilgan kombinatsion diskret avtomatlar o'zning soddaligi, minmallashtirish jarayonini va sxemalararo ulanishlarni bajarishga zaruriyat yo'qoladi. Bu esa hosil bo'lgan sxemalarning bardoshligini oshirib, qurilma bosma platalarda (печатные платы) minimal joyni egal lashga olib keladi.

## 2.5. Jamlagichlar (Summator)

Jamlagich deb  $n$  razryadli  $X=(X_{(n-1)}, \dots, X_0)$  va  $Y=(y_{(n-1)}, \dots, y_0)$  kodlarni arifmetik qo'shishni amalga oshiruvchi qurilmaga aytiladi. Ikki bir razryadli ikkilik sonlarni qo'shish qoidasi:

$$0 (+) 0 = 0$$

$$0 (+) 1 = 1 (+) 0 = 1$$

$$1 (+) 1 = 0, 1 \text{ ortirma yuqori razryadga uzatiladi.}$$

Uchta bir razryadli sonlarni qo'shish quyidagicha amalga oshiriladi:

$$0 (+) 0 (+) 0 = 0$$

$$0 (+) 0 (+) 1 = 1$$

$$0 (+) 1 (+) 1 = 0 \text{ 1 ta katta razryadga uzatiladi}$$

$$1 (+) 1 (+) 1 = 1 \text{ 1 ta katta razryadga uzatiladi.}$$

Keltirilgan qoidaga asosan to'lik jamlagich mantiqiy funksiyasi quyidagicha:

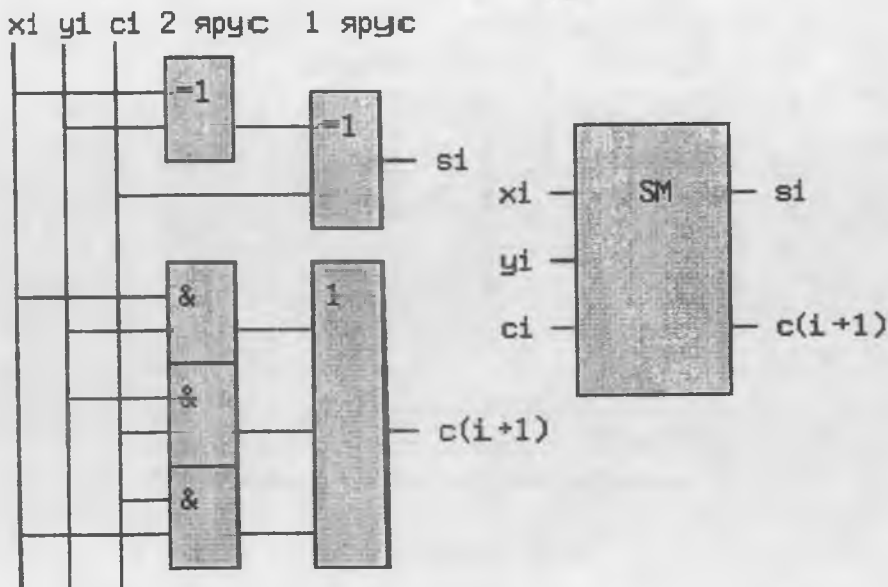
Jamlagich razryad natijasi:

$$c(i+1) = x_i * y_i + x_i * c_i + y_i * c_i. \quad (2.5)$$

Orttirma:

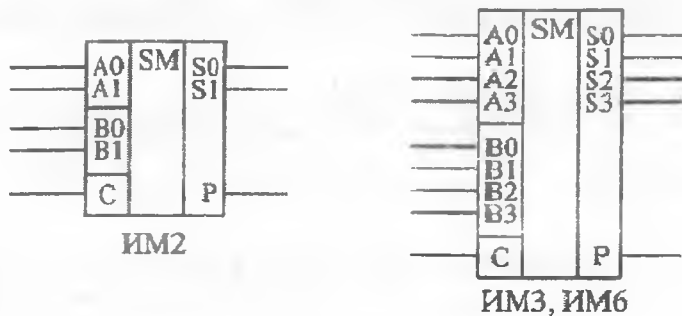
$$\begin{aligned} s_i &= \sim y_i(x_i + c_i) + y_i \sim (x_i + c_i) = \\ &= y_i + (x_i + c_i) = y_i + x_i + c_i. \end{aligned} \quad (2.6)$$

Bir razryadli to'lik jamlagichning (2.5) va (2.6) tenglamalarga mos sxema va shartli belgilanishi 2.12-rasmida keltirilgan.



2.12-rasm. Bir razryadli to'liq jamlagich va uning shartli belgisi.

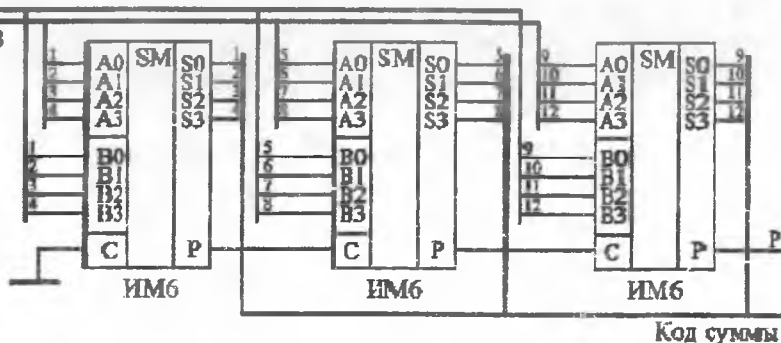
2.13-rasmida 2 va 4 razryadli jamlagich mikrosxemalari keltirilgan. Ko'pincha jamlagichlarning razryadlar sonini oshirish zaruriyati tug'iladi. Ushbu jarayonda 2.14-rasmida ko'rsatilganidek, ИМ6 jamlagichlarning razryadlar sonini oshirish uchun kaskadlash sxemasidan foydalanish mumkin.



2.13-rasm. 2 va 4 razryadli jamlagich mikrosxemalari.

Kod A

Kod B



2.14-rasm. ИМ6 jamlagichlarning razryadlar sonini oshirish uchun pogʻonalash sxemasi.

## 2.6. Komparatorlar

Komparatorlar deb ikkilik soʻzlar oʻrtasidagi munosabat alomatini aniqlovchi qurilmaga aytiladi. Alomatlar munosabati quyidagicha yoziladi:

$$F_i = A * K \text{ yoki } F_{i, A * K} \text{ yoki } F_{A * K, i}$$

$$F_i = A * B \text{ yoki } F_{i, A * B} \text{ yoki } F_{A * B, i}$$

bu yerda: A va B ikkilik yoki ikkilik-oʻnlik sonlar;

K – ikkilik konstanta;

i – munosabat nomeri (qoʻshimcha tushirib qoldiqlari);

\* – munosabat operatsiyalar ko'rinishi;

=, ≠, <, >, ≤, ≥, va boshqa;

$F_i$  – munosabat natijasini belgilash funksiyasi.

Mantiqiy 1 – agarda munosabat o'rinli, ya'ni haqiqat bo'lsa va mantiqiy 0 – agarda munosabat o'rinsiz, ya'ni inkor holatda bo'lsa, komparator COMP (comparator) taraflari bilan yoki = (tenglik) belgilari orqali belgilanadi. Bunda asosiy munosabatlar «teng  $F_{A=B}$ », «katta  $F_{A>B}$ » va «kichik  $F_{A<B}$ » hisoblanadi. Qo'shimcha  $F_{A>B}$  yoki  $F_{A<B}$  munosabatlarni amalga oshiruvchi sxemalar «katta» yoki «kichik» solishtirishlar sxemalari deb ataladi. Asosiy munosabat belgilarini joylashtirish orqali qo'shimcha quyidagi alomatlarini olish mumkin, masalan:

$$F_{A \cdot B} = F_{A=B}, F_{A \leq B} = F_{A>B}, F_{A \geq B} = F_{A=B} \cdot F_{A<B}.$$

Alomat munosabatlari mikrodasturlashda mantiqiy shartlarni aniqlashda, boshqarish komandasining o'rnatilishida, shuningdek, tekshirish va diagnostika qilish qurilmalarida ishlatiladi. Ushbu jarayonlarni sxemalar va dastur ta'minoti orqali amalga oshirish mumkin.

Shu jarayonlardan bir necha holatlarni va sxemani qurish jarayonlarini ko'rib chiqamiz.

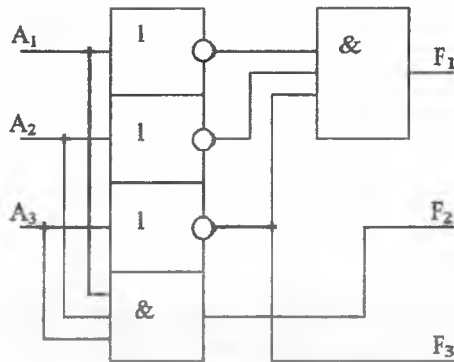
### 2.6.1. Berilgan ikkilik so'zni konstanta bilan solishtirish sxemasi

Ushbu jarayon uchun  $A = A_R A_1 A_D$  ikkilik so'zi bilan quyidagi berilgan  $F_1 = (A=000)$ ,  $F_2 = (A=111)$  va  $F_3 = (A \leq 011)$  konstantalar bilan solishtirish sxemasini qurish holatini ko'rib chiqamiz.

Buning uchun ko'rilayotgan jarayon holatlar jadvalini tuzamiz.

$A_R$	$A_1$	$A_D$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	1	0

Hosil qilingan jadval uchun qurilgan sxema quyidagi ko'rinishga ega (2.15-rasm):



2.15-rasm. Solishtirish sxemasi.

### 2.6.2. A va B ikkilik so'zlarini solishtirish sxemasi

Ma'lumki, ikkilik so'zlarda mos razryadlar bir-biriga teng bo'lsa, ular b'ir-biriga tengdir, ya'ni

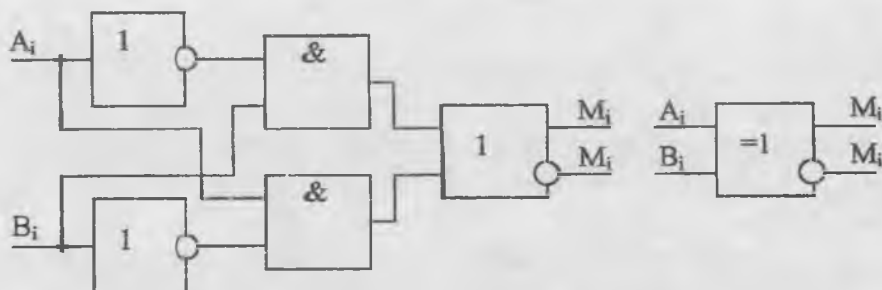
$$A(n) = B(n), \text{ agarda } A_i = B_i, i = 1, 2, \dots, n.$$

Quyidagi jadvalda  $A$  va  $B$  ikkilik sonlarning tenglik holatlari keltirilgan:

2.3-jadval

A	B	$\tau_i$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Ushbu jadvalga mos sxema quyidagi rasmda keltirilgan (2.16-rasm):

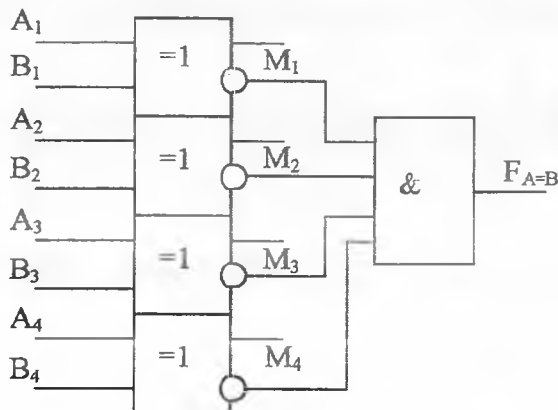


2.16-rasm. Ikkilik  $A$  va  $B$  sonlarning tenglik holatlari sxemasi.

$n$  razryadli soʻzlarning tenglik alomati  $F_{A=B}$  har bir razryadlar mantiqiy koʻpaytmasi alomati sharti  $\tau_i$  bilan aniqlanadi:

$$F_{A=B} = \tau_n \cdot \tau_{n-1} \cdot \dots \cdot \tau_1 = m_n \cdot m_{n-1} \cdot \dots \cdot m_1.$$

Toʻrt razryadli ikki  $A$  va  $B$  soʻzlarni solishtirish sxemasi 2.17-rasmda keltirilgan.



2.17-rasm. To‘rt razryadli ikki A va B so‘zlarni solishtirish sxemasi.

## 2.7. Integral triggerlar

Raqamli qurilmalarda axborotlarni saqlash uchun *trigger* ishlatiladi. Trigger elementar eslab qoluvchi bistabil yacheyka (BYa) va boshqarish sxemasidan tuzilgan elementar avtomatdir. Triggerlar mantiqiy faoliyati va axborotni yozish usuli bo‘yicha tasnif qilinishi mumkin. Mantiqiy faoliyati bo‘yicha triggerlar RS, JK, T, D, DV, TV va kombinatsiya asosida tuzilgan turlarga bo‘linadi.

Yozish usuli bo‘yicha asinxron va sinxron triggerlar mavjud. Asinxron triggerlarning holatlari axborot kirish signallari asosida o‘rnatiladi. Sinxron triggerlarning holatlari axborot signali asosida sinxron (takt) S signali uzatilgan vaqtda o‘rnatiladi.

Triggerlar takt signalining soniga qarab, bir taktli va ko‘p taktli bo‘lishi mumkin.

Triggerlar takt signalini qabul qilishi bo‘yicha signal darajasi (qiymati) va signal fronti bilan boshqariladigan turlarga bo‘linadi. Birinchi tur triggerlarda signalning ma‘lum bir qiymati triggerning bir holatini, signalning boshqa qiymati esa triggerning ikkinchi (birinchi holatiga teskari) holatini o‘rnatadi. Ikkinchi tur triggerlarning holati takt signalini 1 dan 0 ga (yoki 0 dan 1 ga) o‘tish davrida o‘rnatiladi.



Signal darajasi bilan boshqariladigan triggerlar bir pog'onali va ko'p pog'onali bo'ladi. Bir pog'onali triggerlar bitta qismdan (kaskaddan) tuzilgan bo'lib, takt signalining kelishi bilan yangi holatga o'tadilar. Ikki pog'onali triggerlar kirish va chiqish pog'onalaridan tuzilgan bo'lib, oldin kirish kaskadi, keyin chiqish kaskadi o'z holatlarini o'zgartiradilar. Ko'p pog'onali triggerlarning ishonchligi va holatlarini to'g'ri o'rnatishi bo'yicha bir pog'onali triggerlarga nisbatan yuqoridir.

Triggerning parametrlari qatoriga ishlatilgan mantiqiy elementlarning quyidagi parametrlarini kiritish mumkin:  $K_{br}$  – kirish bo'yicha birlashtirish koeffitsiyenti;  $K_{bo}$  – chiqish bo'yicha bo'linish koeffitsiyenti, «0» va «1» signallarining darajasi (qiymati), kirish va chiqish toklari va hokazo.

Triggerlar ma'lum bir kirish signalari asosida o'z holatlarini quyidagicha o'zgartirishlari mumkin  $Q_n \rightarrow Q_{n+1}$ :

$$0 \rightarrow 0, 0 \rightarrow 1, 1 \rightarrow 0, 1 \rightarrow 1.$$

Trigger faoliyatini xarakteristik funksiya va o'tish jadvali bilan ifodalash mumkin. O'tish jadvalida triggerning kirish signallari, ichki holatlari va chiqish signallarining qiymatlari ko'rsatiladi.

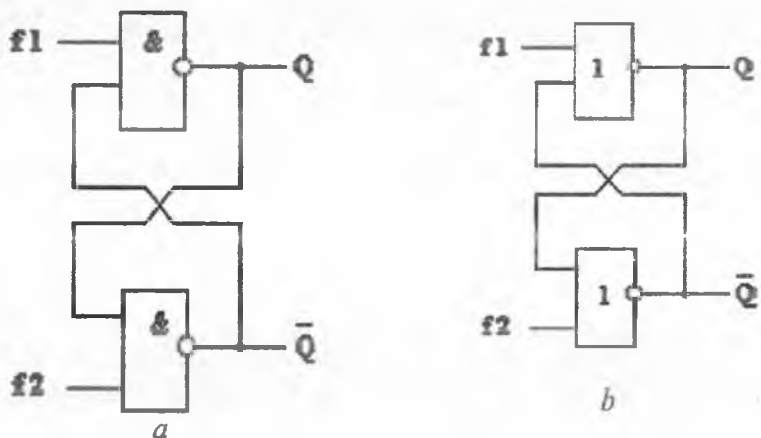
Triggerlar asosida registrlar, hisoblagichlar va turli xotira elementlari quriladi.

Strukturali sintezning kanonik usuli asosida triggerning sintez masalasi triggerning boshqaruvi kombinationsion sxemasini sintez qilish masalasiga aylantiriladi. Ushbu holda triggerning chiqish signallari va BYa ning kirish signallari ( $f1, f2$ ) triggerning kirish signallari orqali ifodalanadi. Bistabil yacheykaning ishlashi quyidagi o'tish jadvali bilan ifodalanadi:

2.4-jadval

f1	f2	$Q_n \rightarrow Q_{n+1}$
0	0	x
0	1	1
1	0	0
1	1	$Q_n$

BYaning И-НЕ va ИЛИ-НЕ bazisidagi sxemalari 2.18-rasmda keltirilgan.



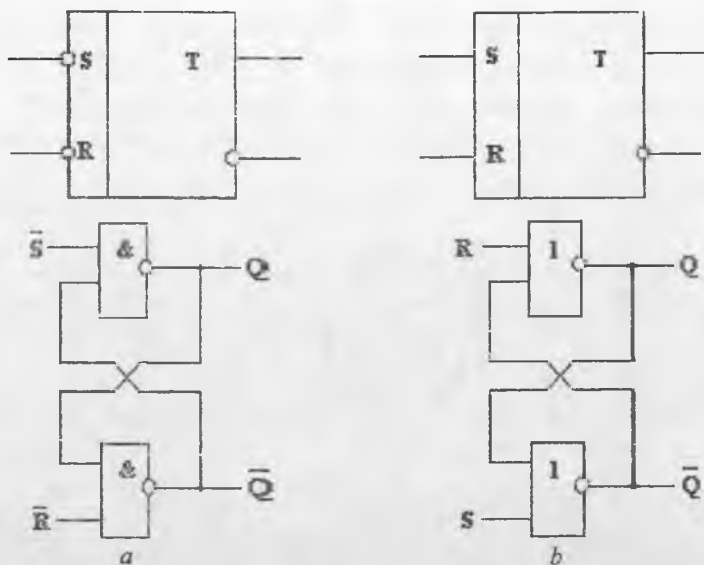
2.18-rasm. И-НЕ (a) va ИЛИ-НЕ (b) bazislaridagi BYa sxemalari.

### RS-triggeri

Asinxron RS-triggeri ikkita kirishli trigger bo'lib, boshqaruv har bir kirish orqali alohida amalga oshiriladi. Signal S kirishiga uzatilganda trigger bir (1) holatiga o'rnatiladi, R kirishiga signal kelganda trigger nol (0) holatiga o'tadi, ikkala kirishiga signal (1) uzatish taqiqlanadi, chunki trigger aniq bir holatni qabul qilmaydi (noaniqlik holati). RS-triggingning faoliyati 2.5-jadvali bilan tasvirlangan.

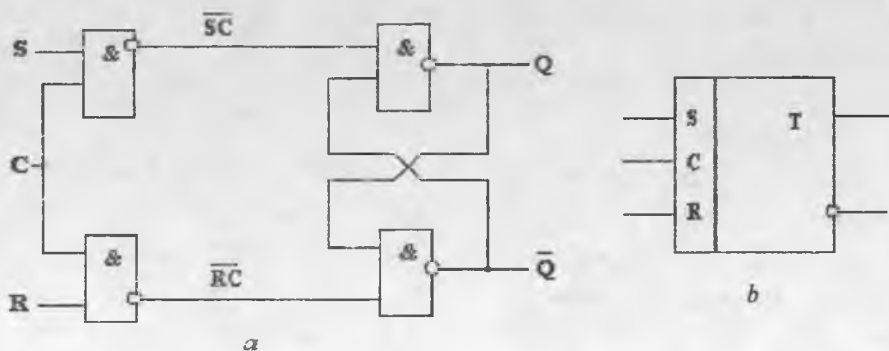
2.5-jadval

S	R	$Q_{n+1}$
0	0	$Q_n$
1	0	1
0	1	0
1	1	×



2.19-rasm. RS-triggerning И-НЕ (a) va ИЛИ-НЕ (b) bazisidagi sxemalari va shartli ko'rinislari.

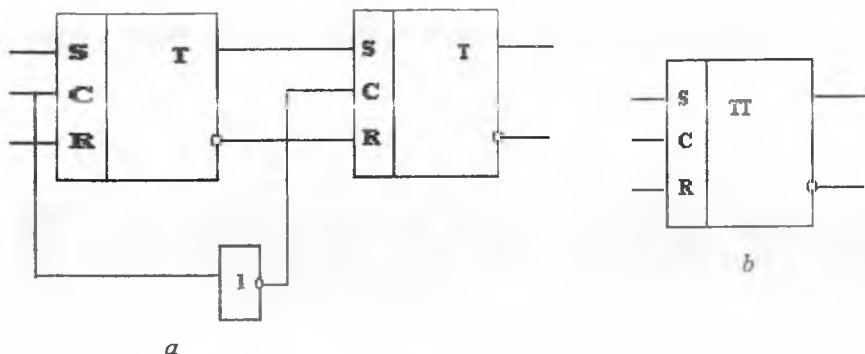
Sinxron RS-triggerning sxemasi va uni shartli ko'rinishi 2.20-rasmda keltirilgan.



2.20-rasm. Sinxron RS-triggerning sxemasi (a) va uning shartli ko'rinishi (b).

Sinxron triggerlarda  $S=0$  bo'lganda, BYaning kirishida 1 signal-lari bo'ladi va BYa avvalgi holatni saqlab qoladi. Agar  $S=1$  bo'lsa, unda sinxron trigger o'tish jadvali (2.5-jadval) asosida ishlaydi.

Ikki pog'onali RS-triggerning sxemasi va uning shartli tasvirlanishi 2.21-rasmda keltirilgan.



2.21-rasm. Ikki pog'onali RS-trigger (a) va uning shartli belgilanishi (b).

Ikki pog'onali triggerlar kirish va chiqish pog'onalaridan iborat bo'lgani uchun ular MS (master – slave) turidagi triggerlar deb ataladi. MS turidagi triggerlar bir pog'onali triggerlarga nisbatan ishonchli ishlaydi.

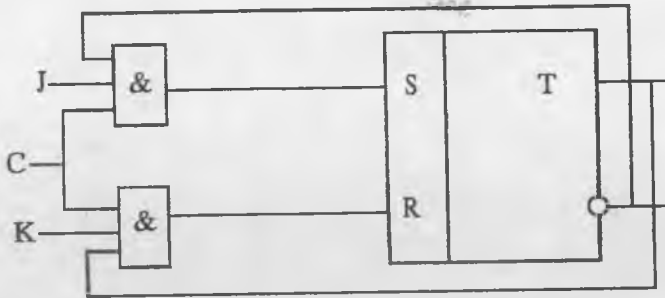
### JK-triggeri

JK-triggeri universal bo'lib, 1 va 0 holatlari alohida o'rnatiladi. Triggerning 1 holati J (Jerk) kirish signali bilan o'rnatiladi, 0 holati esa K (Kill) kirish signali bilan o'rnatiladi. RS-triggerda ikkita kirishga birdaniga 1 signallari berish taqiqlangan bo'lsa, JK-triggerda esa taqiqlanmagan. Ushbu kirish kombinatsiyasida JK-trigger avvalgi holatini teskariga o'zgartiradi (2.6-jadval).

2.6-jadval

J	K	$Q_{n+1}$
0	0	$Q_n$
1	0	1
0	1	$\overline{0}$
1	1	$\overline{Q}$

Sinxron JK-triggerning sxemasi 2.22-rasmda keltirilgan.



2.22-rasm. Sinxron JK-triggerning sxemasi.

### T-triggeri

T-triggerining bitta kirishi bor. Ushbu T (Toggle – relaksator) kirish sanash kirishi deb ataladi. Har bir kirish signali (1) trigger holatini teskari holatga o'zgartiradi (2.7-jadval).

2.7-jadval

T	$Q_{n+1}$
0	$Q_n$
1	$\overline{Q}$

2.23-rasm. T-triggerning sxemasi.

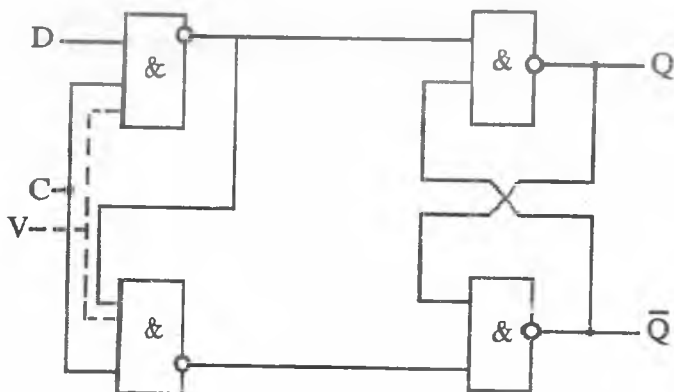
## D-triggeri

D (delay)-triggerining bitta kirishi bor. Trigger holati kelayotgan kīrish signalining qiymatiga teng (2.8-jadval).

2.8-jadval

D	$Q_{n+1}$
0	0
1	1

D-trigger sxemasi quyidagi ko‘rinishga ega:



2.24-rasm. D-trigger sxemasi.

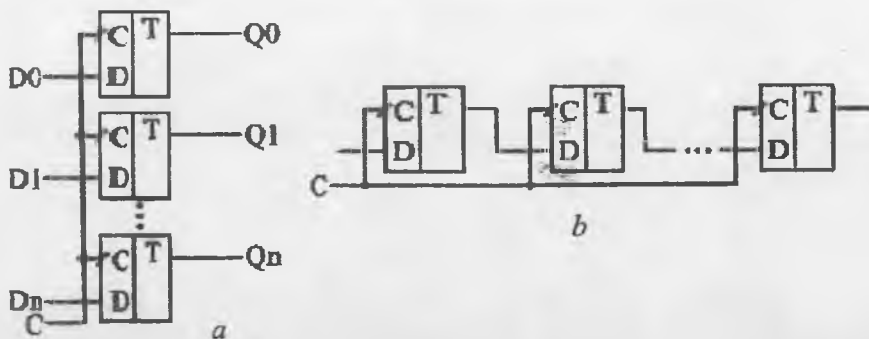
DV-triggerida takt signali kirishiga (C) parallel holda V – kirishi qo‘shiladi. Trigger V=1 bo‘lganda oddiy holda ishlaydi, V=0 bo‘lganda, oldingi holatini saqlash rejimida ishlaydi.

## 2.8. Registrlar

*Registrlar* deb raqamli axborotni qabul qilish, xotirada saqlash, uni uzatish va shu axborot kodini o‘zgartiradigan qurilmaga aytiladi. Regīstr inglizcha so‘z bo‘lib, yozuv jurnali degan ma‘noni anglatadi.

di. Registrda axborot 0 va 1 raqamlarining kombinatsiyasidan iborat sonlar ko'rinishida saqlanadi.

Registrlar triggerlardan yig'iladi va ularning soni raqamli koddagi razryadlar soniga teng bo'ladi. 2.25-rasmda parallel (a) va siljituvchi registrlar (b) sxemalari keltirilgan.



2.25-rasm. Parallel (a) va siljituvchi registrlar (b).

Axborotdagi ikkilik kodning har bir razryadiga registrning mos razryadi to'g'ri keladi. Registrlar axborotni xotirada saqlashdan tashqari ular quyidagi vazifalarni ham bajaradi:

- 1) sonning kodini o'zgartirish;
- 2) axborotni o'ngga va chapga istalgan razryadga surish;
- 3) ketma-ket kodlarni parallel kodlarga almashtirish va aksincha;
- 4) ayrim mantiqiy amallarni bajarish.

Registrlar axborotni yozish usuliga karab ketma-ket va parallel registrlarga bo'linadi (2.25-rasm). Registrda axborotni qabul qilish, siljitish va uzatish boshqaruvchi impulslar yordamida amalga oshiriladi. Boshqaruvchi impulsli signallar konyuktorlar orqali registrlarga tushadi.

Registrlar axborotni uzatish usuliga qarab 2 turga bo'linadi:

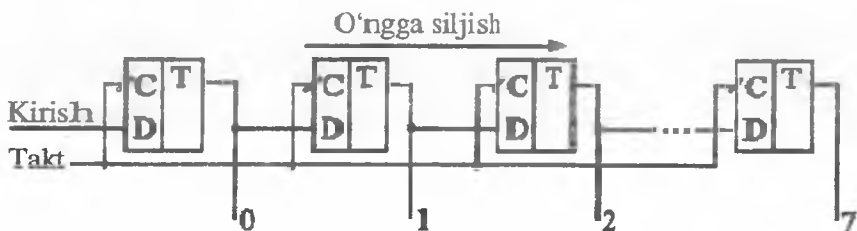
- 1) xotira (siljitmaydigan) registr.
- 2) siljituvchi registr.

Siljituvchi registrlarni ko'ramiz. Siljituvchi registr deb boshqaruvchi taktli impuls ta'sirida ikkilik soni kodini bir yoki bir necha raz-

ryad o'ngga yoki chapga siljitadigan registrga aytiladi. Razryad setkasidan chiqib ketgan son yo'qoladi. Siljituvchi registrlar arifmetik va mantiqiy operatsiyalarni bajarish uchun ham qo'llaniladi. Qo'shni razryadli triggerlar orasiga kechiktiruvchi elementlar ulanadi. Katta razryadli trigger hisobli kirishiga ulangan. Son registrga 2 usulda yozilishi mumkin:

- 1) parallel;
- 2) ketma-ket kodlar bilan.

Ketma-ket kodlar bilan sonni yozishda katta razryadli triggerlarni sanocqli kirishiga soni kichik razryaddan boshlab ketma-ket kodli signal impulsi ko'rinishida beriladi.

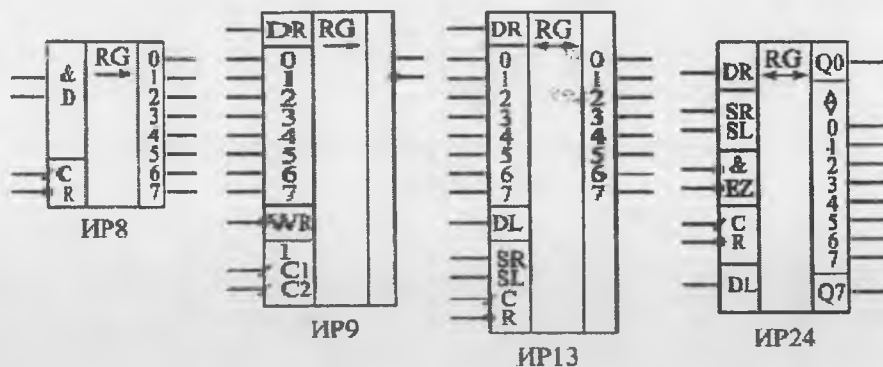


2.26-rasm. Siljituvchi registrlardagi siljitish yo'nalishi.

Har bir razryad yozilgandan keyin siljituvchi impuls beriladi. Natijada yozilgan ikkilik son bir razryad o'ngga siljiydi. Siljituvchi impuls hamma triggerlarni 0 holatga keltiradi. Bu holda triggerlarda yozilgan birlik signal impulsi shu triggerlarning chiqishidan kichik razryadli triggerga ma'lum vaqt kechikib boradi. Triggerlardagi o'tkinchi jarayonlar tugashi bilan registrdagi ikkilik son (kodli signal) kichik razryadga siljiydi. Registrda sonning hamma razryadlari yozib bulingandan keyin «o'qish» komandasi bilan chiqishdagi konyunktorlar orqali parallel kodli shinaga uzatiladi. Parallel kod bilan sonni yozishda signal kodi kodli shinaga beriladi. «Siljituvchi» komandasi bilan signal kodi bir razryad o'ngga siljiydi.  $N$  razryad siljitish uchun  $n$  marta siljituvchi impuls berish kerak. Shunday qilib bitta registr yordamida sonining parallel kodi-

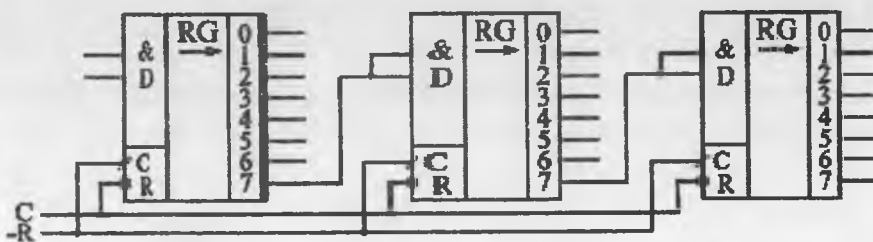


ni ketma-ket kodiga aylantirish mumkin. Sonni chapga siljitish uchun kichik razryadli triggerni birlik chiqishini kechiktiruvchi element orqali katta razryadli triggerni hisobli kirishiga ulash kerak. Ko'pincha raqamli qurilmalarda reversiv siljituvchi registrlar ham ko'p qo'llaniladi. Hozirgi paytda registrlar integral mikrosxema ko'rinishda ishlab chiqarilmoqda. 2.27-rasmida siljituvchi registr integral mikrosxemalari keltirilgan.

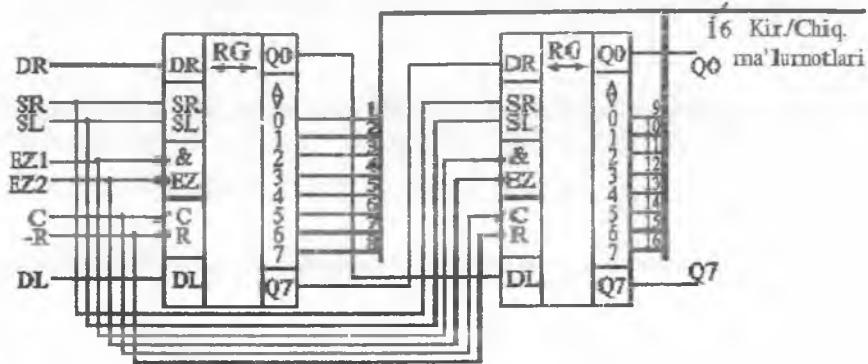


2.27-rasm. Siljituvchi registr integral mikrosxemalari.

Yuqorida keltirilgan siljitish integral mikrosxemalar yordamida ularning razryadlar sonini ham oshirish mumkin (2.28–2.29-rasmilar).



2.28-rasm. IP8 siljituvchi ketma-ket registrning razryadlar sonini oshirish.



2.29-rasm. HP24 siljituvchi parallel registrning razryadlar sonni oshirish.

## 2.9. Hisoblagichlar

Hisoblagich raqamli qurilmalar tarkibiga kiradi va impulslar sonini sanaydi. Impulslar hisoblagichning kirishiga uzatiladi. Hisoblagichning chiqishida esa sanalgan impulslar soni oʻrnatilgan kodda tasvirlanadi.

Hisoblash moduli (sigʻimi)  $M$  hisoblagichlarning asosiy koʻrsatkichlaridan biridir. Hisoblash moduli hisoblagichni maksimal nechtagacha ( $M$ ) sanashi mumkinligini koʻrsatadi. Hisoblagich  $M$  ta impulslarni sanagan dan soʻng yana boshidan sanaydi.

Hisoblash modulining qiymati boʻyicha hisoblagichlar ikkilik va ikkilikda tasvirlangan (kodlangan) boʻlishi mumkin. Ikkilikda tasvirlangan hisoblagichlarning hisoblash moduli ixtiyoriy boʻladi, lekin sanashi ikkilik kodlarda boʻladi.

Sanash yoʻnalishi boʻyicha hisoblagichlar qoʻshuvchi (toʻgʻri sanaydigan), ayiruvchi (teskari sanaydigan) va reversiv (sanash yoʻnalishi oʻzgaruvchan) boʻladi.

Razryadlararo bogʻlanish usuli boʻyicha hisoblagichlar ketma-ket, parallel va kombinatsion boʻlishi mumkin.

Hisoblagichlarning ishlash tezligi quyidagi ko'rsatkichlar bilan belgilanadi:

1. Kodni o'rnatish vaqti – Tk.
2. O'tish razryadini uzatish vaqti – Tu.
3. Kirish impulslarining maksimal chastotasi – Fm.

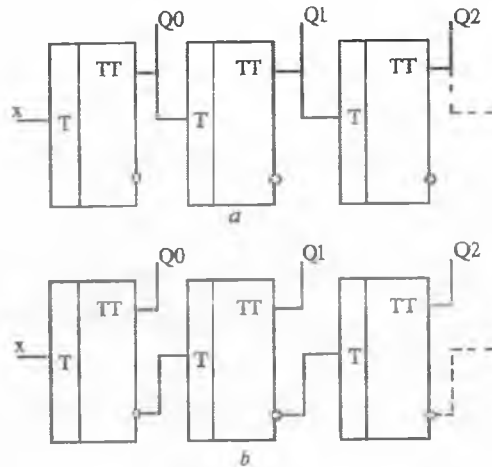
Kirish signalining boshidan hisoblagichni yangi holati o'rnatilganga bo'lgan vaqt kodni o'rnatish vaqti hisoblanadi. Kirish signalining boshlanish vaqtidan chiqish signalining boshlanish vaqtigacha bo'lgan davr o'tish razryadini uzatish vaqti hisoblanadi.

Ikkilik hisoblagichning hisoblash moduli 2 ning  $n$ -darajasiga ( $M=2^n$ ) teng, bu yerda  $n$  – hisoblagichning razryadlar soni. Hisoblagichning holati triggerlarning chiqishidan olinadigan quyidagi  $Q_{n-1} \dots Q_1 Q_0$  ikkilik kodi bilan ifodalanadi.

Qo'shuvchi (yig'uvchi) va ayiruvchi ikkilik hisoblagichlarning ishlash jarayoni 2.9-jadvalda keltirilgan. Kichik ( $Q_0$ ) razryad triggeri har bir kirish signalidan so'ng o'z qiymatini o'zgartiradi (jadvalning o'ng ustunida  $Q_0$  0 va 1 qiymatlarni galma-gal qabul qiladi). Keyingi  $Q_1$  razryad ikkita 0 va ikkita 1 qiymatlarni galma-gal qabul qiladi, keyingi  $Q_2$  razryad to'rtta 0 va to'rtta 1 qiymatlarni galma-gal qabul qiladi va hokazo. Har bir keyingi trigger holatini o'zgarish chastotasi oldingi trigger holatini o'zgarish chastotasidan ikki marta kichikdir. Hisoblagichlarni triggerlarni ketma-ket ulash yo'li bilan qurish mumkin. Qo'shuvchi va ayiruvchi hisoblagichlarning sxemalari 2.30-rasmda keltirilgan.

Qurilgan hisoblagichlar ketma-ket hisoblagichlar qatoriga kiradi, chunki har bir triggerning holati keyingi triggerning chiqish signali kelgandan so'ng o'rnatiladi. Ketma-ket hisoblagichlarning sxemasi oddiy, lekin ishlash tezligi past.

Kirish	To'g'ri sanash					Teskari sanash				
	Q3	Q2	Q1	Q0	N <sub>o'nluk</sub>	Q3	Q2	Q1	Q0	N <sub>o'nluk</sub>
	0	0	0	0	0	1	1	1	1	15
1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	14
1	0	0	1	0	2	1	1	0	1	13
1	0	0	1	1	3	1	1	0	0	12
1	0	1	0	0	4	1	0	1	1	11
1	0	1	0	1	5	1	0	1	0	10
1	0	1	1	0	6	1	0	0	1	9
1	0	1	1	1	7	1	0	0	0	8
1	1	0	0	0	8	0	1	1	1	7
1	1	0	0	1	9	0	1	1	0	6
1	1	0	1	0	10	0	1	0	1	5
1	1	0	1	1	11	0	1	0	0	4
1	1	1	0	0	12	0	0	1	1	3
1	1	1	0	1	13	0	0	1	0	2
1	1	1	1	0	14	0	0	0	1	1
1	1	1	1	1	15	0	0	0	0	0



2.30-rasm. Qo'shuvchi (a) va ayiruvchi (b) ketma-ket hisoblagichlar.

Ketma-ket hisoblagichni o'rnatish vaqti hisoblagichning razryadlar soniga ( $n$ ) va trigger holatini o'rnatish vaqtiga ( $T_{tg}$ ) to'g'ri proporsional:

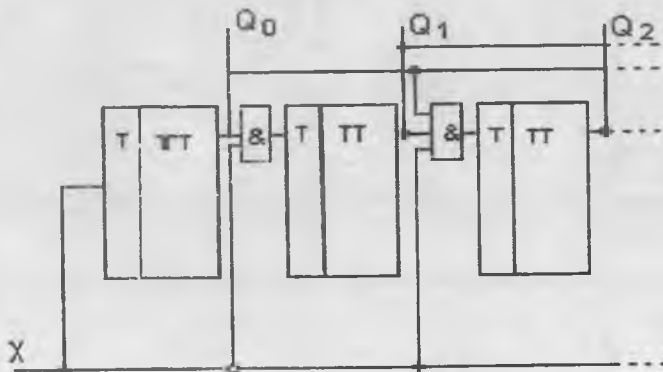
$$T_k = nT_{tg}.$$

Parallel hisoblagichlarda triggerlar bir-biriga konyuktorlar bilan ulanadi (2.31-rasm). Hisoblagichga kirish signali kelganda hamma triggerlar birdaniga o'z holatlarini o'rnatadilar. Har bir trigger o'z holatini faqat oldingi triggerlar «1» holatida bo'lgan taqdirdagina o'zgartiradi.

Parallel hisoblagichning o'rnatish vaqti razryadlar soniga bog'liq emas va quyidagicha topiladi:

$$T_k = T_{zk} + T_{tg},$$

bu yerda:  $T_{zk}$  – signaling konyuktordan o'tish vaqti.



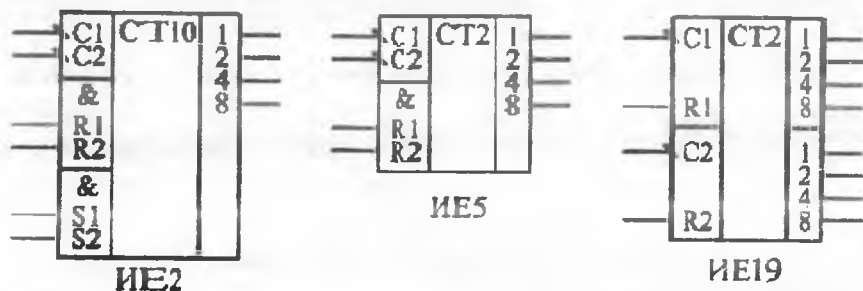
2.31-rasm. Parallel hisoblagich.

2.31–2.32-rasmlarda asinxron va sinxron hisoblagichlarning mikrosxemalari keltirilgan. Umuman olganda, hisoblagichlar hisoblash tezligi bo'yicha uch asosiy sinfga bo'linadi:

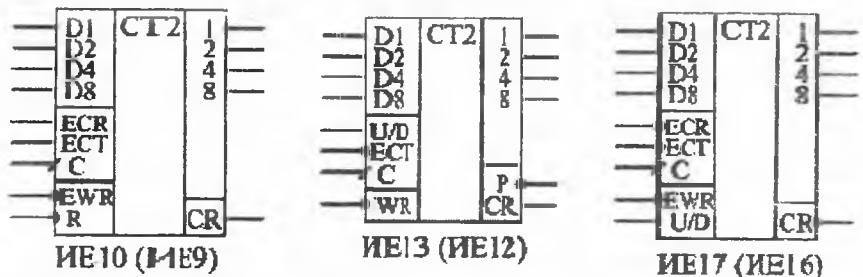
1. Asinxron (yoki ketma-ket) hisoblagichlar.
2. Asinxron uzatish jarayoniga asoslangan sinxron (yoki ketma-

ket uzatish ga asoslangan parallel hisoblagichlar, sinxron – asinxron hisoblagichlar) hisoblagichlar.

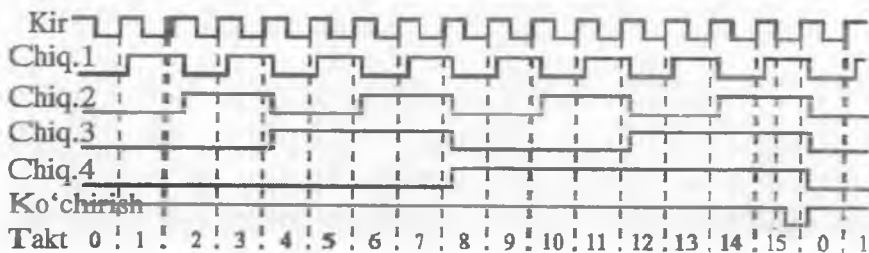
3. Sinxron (yoki parallel) hisoblagichlar.



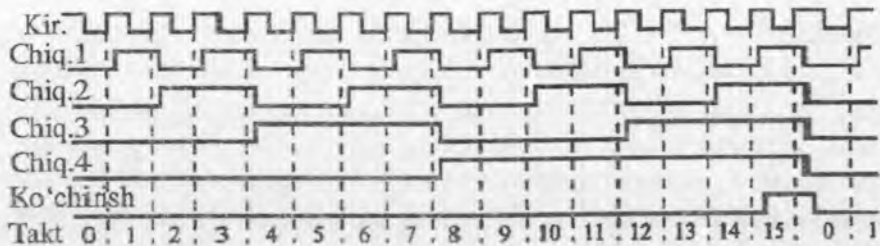
2.32-rasm. Standart seriyali asinxron hisoblagich mikrosxemalari.



2.33-rasm. Standart seriyali sinxron hisoblagich mikrosxemalari.



2.34-rasm. Asinxron hisoblagich ishining vaqt diagramasi.



2.35-rasm. Sinxron hisoblagich ishining vaqt diagrammasi.

Sinxron (2.35-rasm) hisoblagichning asinxron (2.34-rasm) hisoblagich vaqt diagrammasi, ularning pog'onalararo orttirmaning razryadlar sonini ko'paytirish uchun uzatish signalining ishlab chiqarish jarayoni bilan ajralib turadi.

## 2.10. Integral mikrosxemali xotira qurilmalari

### 2.10.1. Xotira mikrosxemasini kiruvchi va chiquvchi signallari

Operativ xotira (OX) mikrosxemalari o'rnatilgan rusumli chiqishlarga ega bo'lib, ularga ma'lum bir turdagi axborot va boshqaruvchi signallar ta'sir etadi (2.36- a rasm).

Chiqishlar va signallar vazifasi:

A (Address) – adres kirishi, uning darajaliligi quyidagi munosabat bilan belgilangan  $k = \log_2 N$ , bu yerda,  $N = 2^k$  – axborotlarning maksimal mumkin bo'lgan soni (bit, bayt, so'z), ular xotirada saqlanadi va bir butunday uzatiladi;

DI (Data Input) – kiruvchi ma'lumotlarning qiymati;

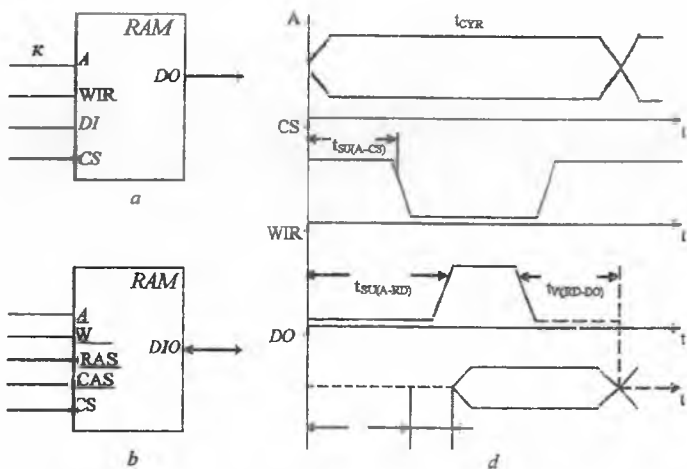
DO (Data Out) – chiquvchi ma'lumotlarning qiymati;

W/R (Write/Read) – da  $W/R=0$  yoki  $W/R=1$  ni o'qishdagi ma'lumotlarning yozish signali;

CS (Chip Select) yoki CE (Chip Enable) – CS (CE)=0 ruxsat berish yoki CS (CE)=1 man etish signali, (mazkur mikrosxemaning tanlash).

Dinamik xotira qurilma (XQ) ishlashining o'ziga xos xususiyatlari shinalar adresining (ShA) multipleksirlashdadir (2.36- b rasm).

Masalan,  $A = A_{15}, A_{14}, \dots, A_0$  ga adres katta yarim adres  $A_x = A_{15}, A_{14}, \dots, A_8$  va kichik yarim adres  $A_u = A_7, A_6, \dots, A_0$  ga bo'linadi. Yarim adreslar xotira mikrosxemasining bitta chiqish adresiga uzatadi.  $A_x$  yarim adresining uzatilishi RAS (Row Address Strobe) signali bilan kuzatiladi,  $A_u$  adresini uzatilishi esa CAS (Column Address Strobe) signali bilan kuzatiladi. Bunday adreslash usuli integral mikrosxema (IMS) korpusi chiqishlar sonini kamaytiradi. Ko'pincha DI va DO chiqishlar umumiy DIO chiqishga jamlanadi.



2.36-rasm. OX mikrosxemalari: a, b – shartli grafik belgilanishlar, d – signallar vaqt diagrammalari.

## 2.10.2. Xotira mikrosxemalarining vaqt tavsiflari

Ikki signalning o'zaro vaqtinchalik joylashish talablari quyidagi parametrlar bilan belgilanadi:

A signalini B signaliga nisbatan dastlabki o'rnatish vaqti, ya'ni ikkala signalning boshlang'ich lahzalari intervali;

Ushlab turish vaqti  $t_H(A-B)$  – A signali boshlanishi va B signali tugashi orasidagi interval;

Saqlash vaqti  $t_V(A-B)$  – A va B signali tugashi orasidagi interval.

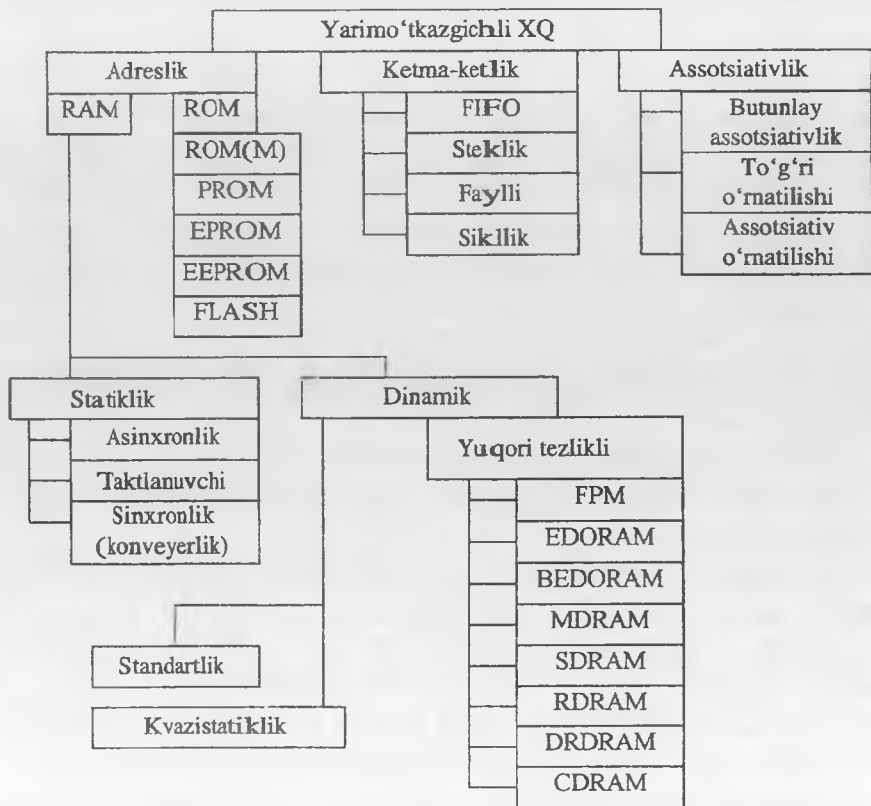


Signallar davomiyligi  $t_w$  bilan belgilanadi (Width – kenglikdek).

XQ uchun vaqt ichida signallarning quyidagi ketma-ketligi xos:oldin adres, keyin CS mikrosxemani tanlash, keyin o'qish yozuvlarini W/R o'chirish. Indeks A (Address) bilan boshqaruvchi signal paydo bo'lishidan chiqishda ma'lumotlar paydo bo'lishigacha bo'lgan intervalni belgilaydi (2.36- d rasm).

### 2.10.3. Yarimo'tkazgichli xotirada ma'lumotlarga murojaat etish usullari

Yarimo'tkazgichli XQ ma'lumotlarga adresli, ketma-ket va assot-siativ murojaat etish usullari mavjud (2.37-rasm).



2.37-rasm Yarimo'tkazgichli XQni tasnifi.

Adresli murojaat etishda adres kodi xotira yacheykasining raqamini ko'rsatib, shu yacheykadan almashishni amalga oshirilishini bajaradi. Almashish davomida barcha yacheykalar teng murojaat etishga ega. XQ nomiga quyidagilar kiradi:

RAM (Random Access Memory), rus sinonimi: O3Y (operativ XQ) yoki 3YTB (extiyoriy tanlovli XQ);

ROM (Read Only Memory), rus termini – II3Y (doimiy XQ).

Opreativ XQ joriy dasturni bajarish uchun zarur ma'lumotlarni saqlaydi va ularni ixtiyoriy vaqtda o'zgartirishi mumkin. Opreativ XQ ko'p tomonlama energotobedir. Doimiy XQ yacheykalar tarkibi umuman o'zgaraydi yoki kamdan kam o'zgartiriladi.

RAM xotirlovchi qurilma statik SRAM (Static RAM) va dinamik DRAM (Dynamic RAM)larga bo'linadi. Statik RAM xotira elementlari sifatida triggerlarda qo'llaniladi. Ular o'z holatini sxema quvvat kuchlanishiga ega bo'lguncha saqlaydi va yangi ma'lumotlarni yozib olmaydi. Dinamik RAM ma'lumotlar MOP-tranzistori tomonidan yaratiladigan kondensator zaryadi ko'rinishida saqlanadi. Kondensatorning o'z holicha razryadlanishi ma'lumotlarning buzilishiga olib keladi, shuning uchun ular vaqti-vaqti bilan regeneratsiya qilinishi zarur (har 2–30 ms da). Ma'lumotlar regeneratsiyasi maxsus kontrollerlar yordamida amalga oshiriladi. Shuningdek, ichki regeneratsiya sxemali DRAMlar ishlab chiqilgan; bunday XQ kvazistatik deb nomlanadi.

Statik OXQ quyidagi tiplarga bo'linadi:

Asinxron – boshqaruvchi signallarning impulslar hamda darajalar bilan belgilash mumkin;

Taktirlashgan – ularda ba'zi signallar, albatta, impulsli bo'lishi zarur, masalan, CS ishini ruxsat etuvchi signal;

Sinxron – bularda ma'lumotlarni konveyer uzatish kanali tashkil etilgan, u protsessorni takt tizimidan sinxronlashtiriladi.

Dinamik XQ eng katta ma'lumot sig'imi va past narx bilan tavsiflanadi, shuning uchun ular kompyuterlarning asosiy xotirasi sifatida qo'llaniladi. DRAMning yuqori tezkorlik sxemalari variantlari ishlab chiqilgan. Statik XQ 4–5 marta qimmatroq va taxminan shunchaga

kam xotira sig'imga ega. Ularning afzalligi tezkorlikdir, qo'llanilish sohasi esa – kesh-xotira sxemalari.

ROM (M) tipidagi doimiy xotira, niqoblar yordamida dasturlash davomida tayyorlanadi, shuning uchun uni niqobli DXQ deb nomlashadi. ROMning keyingi turlari nomlarida R harfi bor (Programmable). Bu – foydalanuvchi tomonidan bir marta dasturlanadigan xotira – PROM (rus terminologiyada ПИЗУ – dasturlanadigan DXQ) va ko'p marta dasturlanadi – EPROM, EEPROM.

Flash turidagi xotira elementi (XE) bo'yicha EEPROMga o'xshash, lekin struktura va texnologik tomondan ajralib turadi, bular uni alohida turga ajratishga imkon beradi.

XQda ketma-ket murojaat etish orqali yozilayotgan ma'lumotlar navbatini hosil qiladi. O'qib olish so'zma-so'z amalga oshiriladi, yozish tartibida esa teskari. To'g'ri o'qib olish buferlarda FIFO amalga oshiriladi, quyidagi usul bilan: «birinchi kelding – birinchi ketding» (First In – First Out), ular fayl va siklik XQ da ishlatiladi.

FIFO va fayl XQlar orasidagi farq quyidagilardan iborat: FIFO o'qishga murojaat etishga ega bo'lganlarni buferga yozadi (ya'ni XQning modeli zanjiri oxiriga tushadi). Fayl XQga ma'lumotlar zanjir boshiga tushadi va chiqishda bir necha aylanishlardan so'ng kelib tushadi, aylanishlar soni zanjir elementlari soniga tengdir.

Siklik XQda so'zlar ketma-ket doimiy davr bilan murojaat etishga ega, u xotira sig'imini bilan belgilanadi. Ularga video xotira kiradi (VRAM).

Teskari tartibda o'qish stek xotiraga xos, u «oxirgi kelgan – birinchi chiqadi» usuliga egadir. Bunday XQ LIFO buferlari deb nomlanadi (Last In – First Out).

Ketma-ket XQda saqlanayotgan aniq ma'lumot birligiga murojaat etish tasodifiy kattalik deb hisoblanadi. Eng yomon holda bunday murojaat etish uchun butun xotirada joylashgan ma'lumotni ko'rib chiqish kerak bo'ladi.

Assotsiativ murojaat etish ma'lum bir tavsif, manzil bo'yicha qidiruvni amalga oshiradi. Bunda eng to'liq tafsilotda xotirada saqlanayotgan so'zlar bir tavsif bo'yicha bir vaqtning o'zida tekshirilishi mumkin, masalan, ma'lum bir maydonlar – teglar (tag) mos

kelishi, uni kiruvchi soʻz belgilaydi. Chiqishga soʻrovni qoniqtirgan soʻzlar uzatiladi. Soʻzlarni uzatish usuli bir nechta soʻzlarni qoniqtiradi, soʻzlarni yozish usuli esa turlicha boʻlishi mumkin. Assotsiativ xotiraning qoʻllanilish sohasi asosan kompyuter xotirasidagi maʼlumotlarni qoʻrishdan iboratdir.

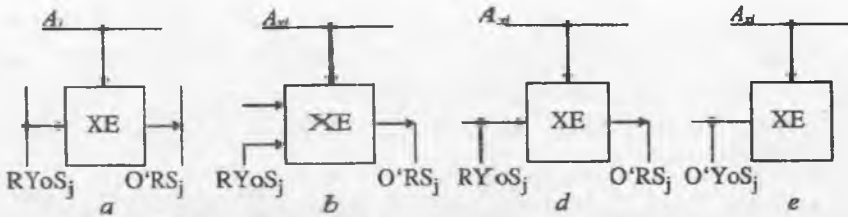
## 2.11. Yarim oʻzkazgichli xotiraning asosiy strukturasi

### 2.11.1. Xotira strukturasi tushunchasi

Har bir xotira qurilmasidagi  $M$  matritsa adres va razryad (uzatgich) kirishlariga ega. Adres (soʻz)li kirishlar ixtiyoriy xotira yacheykasining (XYa) adresi boʻyicha ajratish uchun xizmat qiladi. Turli adresli kodlar yigʻindisi adresli xotira maydonini tashkil etadi. Razryadli yozuvlar satri (RYoS) tanlangan XYani razryadiga 0 va 1 lari kiruvchi maʼlumotlarga mos ravishda kiritish uchun ishlatiladi. Oʻqish razryad satrlari (OʻRS) tanlangan XYa razryadidan saqlanayotgan maʼlumotni olish uchun ishlatiladi. Koʻpincha umumiy oʻqish-yozish satri ishlatiladi (OʻYoS). Agar adres kodi  $k$  ga teng boʻlsa, u holda soʻzlar soni  $N$ , alohida maʼlumotlar birligi sifatida xotirada saqlanayotgan, ularning munosabati  $N=2^k$  bilan aniqlanadi.

Xotira strukturasi HYani adres va razryad satrlari orasida taqsimlash usulini belgilaydi. Bu tavsif boʻyicha quyidagi xotira strukturalari ajratiladi: 2D, 3D, 2,5D va modifikatsiyalangan 2DM (D – Dimention – oʻlchamlilik).

2D tizimida har bir XE bitta adres satrga ega:  $A_u$  (bitta D), yozish satri RYoS<sub>j</sub> va oʻqish satri OʻRS<sub>j</sub>, ulur birgalikda ikkinchi D hosil qiladi (2.37- a rasm). 3D strukturada adres ikkiga boʻlinadi:  $A_x$  katta, satr adresini belgilaydi, va kichik  $A_y$  – ustun manzili, birgalikda ular 2D hosil qiladi. Oʻqish va yozish satrlari birgalikda uchinchi D hosil qiladi (2.38- b rasm). 2, 5D strukturasi RYoS yoki OʻRS dan biri  $A_{xi}$  yoki  $A_{yi}$  yarim adresi bilan birlashtiriladi (2.38- d rasm). Modifikatsiyalangan tizimda 2DM umumiy RYoS ishlatiladi, u adres satri  $A_{yu}$  bilan birlashtirilgan.



2.38-rasm. Xotira strukturasi tushunchasini umumiyashtirish:  
 $a - 2D$ ,  $b - 3D$ ,  $d - 2, 5D$ ,  $e - 2DM$ .

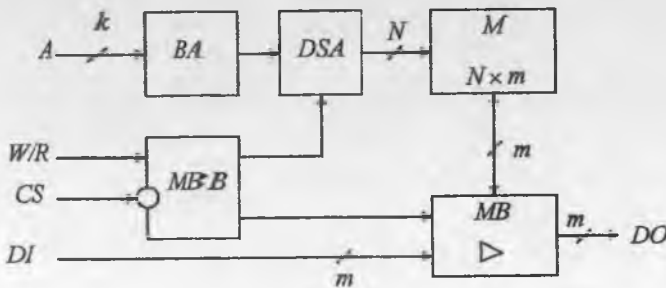
Ko'rib chiqilgan strukturalar ROM va statik OXQ uchun xos. Dinamik OXQ spetsifik strukturaga ega.

### 2.11.2. 2D strukturali xotira

2D strukturali OXQ mikrosxemasini tashkil etish 2.39-rasmda keltirilgan.

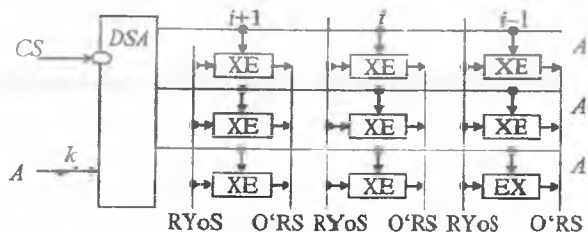
Mikrosxema xotirasi tarkibiga quyidagilar kiradi:

- $M$  xotira elementlari matritsasi, satriarga  $N$  va ustunlarga  $m$  ega (so'z razryadi soni bo'yicha);
- bufer (BA) va desh ifrator adreslari (DSA),  $N=2^k$  sonli;
- o'qish va yozish rejimida ishlovchi kirish DI va chiqish DO signallarning ma'lumotlar bufer (MB) shakllovchilaridir;
- Mahalliy boshqarish bloki (MBB).



2.39-rasm. 2D strukturali xotira.

Xotiraga murojaat qilishda DSA adres deshifratori chiqishida joylashgan XE tanlaydi. Ma'lumotlarni yozish  $W/R=0$  qiymatda, o'qish esa  $W/R=1$  qiymatda amalga oshiriladi. Xotira sig'imi  $E=N*m$  bitga teng. 2D strukturali  $M$  matritsani tashkil etish 2.40-rasmda ko'rsatilagan.

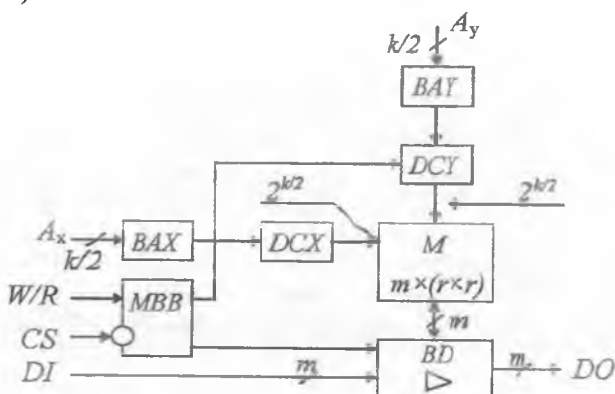


2.40-rasm. 2D strukturali  $M$  matritsani tashkil etish.

2D strukturasi kamchiligi - chiqish  $N$  sonli xotirada saqlanayotgan so'zlar soniga teng deshifratorni qurish qiyinligi. Shuning uchun 2D tip struktura kichik xotira sig'imli XQda qo'llaniladi.

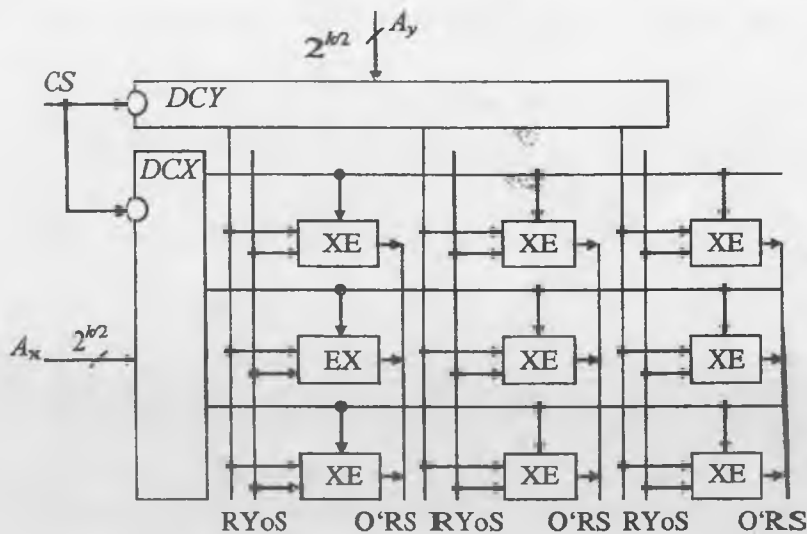
### 2.11.3. 3D strukturali xotira

D strukturali xotirada adres ikki teng qismga bo'linadi:  $A_y$  (aniq  $k$  uchun), har biri alohida deshifратор bilan dekodlanadi DCX va DCY (2.41-rasm).



2.41-rasm. 3D strukturali xotira.

$M$  matritsa so'z razryadi soni bo'yicha  $m$  matritsa ostidan iborat. Har bir matritsa  $N$  barcha so'zlarning  $i$  razryadi qiymatini saqlaydi. Har bir matritsa osti ikkinchi darajali:  $r$  satr va  $r$  ustunlar, ular quyidagicha yoziladi:  $r \times r$ ,  $r = \sqrt{N} = 2^{k/2}$  bo'lganda (2.42-rasm).



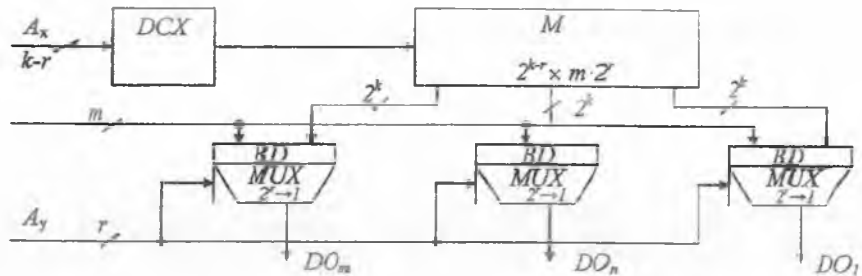
2.42-rasm. 3D strukturali xotirali  $r \times r$  matritsa ostini tashkil etish.

Xotiraga murojaatda  $m$  eslab qolinadigan elementlar tanlanadi (har bir matritsa ostidan bitta) DCX va DCY deshifratör chiqishi ustun va satri kesishmasida joylashgan. Bunday struktura ko'pincha bir razryadli shakllantirishda qo'llaniladi  $N \times 1$  bit. Bu 1 K sig'imli xotira uchun har bir chiqishi  $N=2^5=32$  ga teng ikkita deshifratör talab etiladi. 2D strukturali xotira shunday sig'imli bo'lganda deshifratör 1024 chiqishga ega bo'ladi.

3D strukturasiining kamchiligi XE ni qo'llanilishi murakkabligi, ular ikki koordinatali va murakkabroq  $M$  matritsani ruxsat etadi. Modifikatsiyalangan 2DM strukturada 2D va 3D strukturalari afzalliklari jamlanadi.

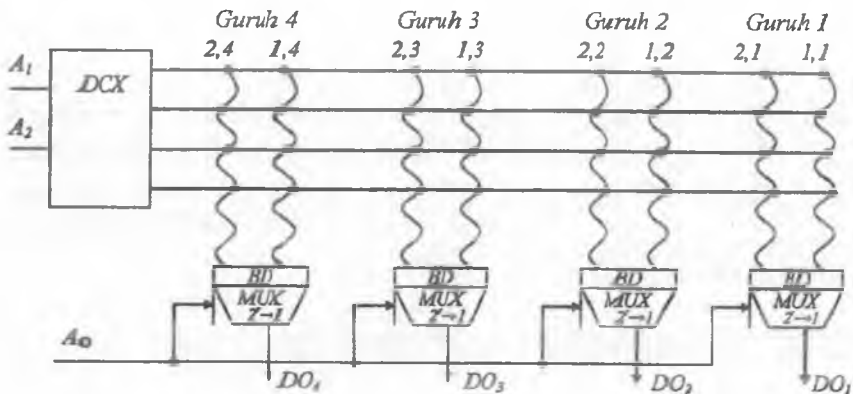
### 2.11.4. 2DM strukturali xotira

SRAM, ROM tipdagi (2.43-rasm) 2DM XQda  $k$  uzunlikdagi adres kodi ikki qismga bo'linadi:  $A_x = A_k A_{k-1} \dots A_{r+1}$ , DCX deshifratorni satriga kelib tushadigan va  $A_y = A_r A_{r-1} \dots A_1$ ,  $\langle 2^{k-r} \rangle$ li multipleksorlar kirishiga kelib tushadigan.



2.43-rasm. SRAM va ROM tipdagi 2DM strukturali xotira.

DCX deshifratordi  $2^{k-r}$  satrlarga xizmat ko'rsatadi, har biri  $2^k m$  razryadli so'zlarni saqlaydi. Har bir guruhda bir nomli razryadlar qiymatlari saqlanadi va ular BD bufer va  $\langle 2^{k-r} \rangle$ li MUX multipleksorlar bilan xizmat ko'rsatiladi (2.44-rasm).

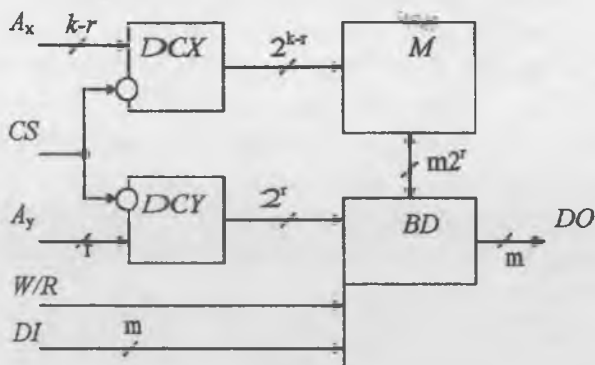


2.44-rasm.  $4 \times 4 - 2$  li M matritsa.



Shunday qilib, DCX deshifratorni aktivlashtirilgan chiqishi satrni tanlaydi, kichik adres razryadlari multiplexsor yordamida chiqish DO so'zini shakillantirishni ta'minlaydi (har bir razryaddan guruh uchun).

2DM strukturasi RAM tipi dagi XQ uchun umumiy ko'rinishda 2.44-rasmda ko'rsatilgan. M matritsasidan «uzun» satr o'qiladi. Mos guruhlarga ma'lumotlar BD bufer tomonidan yoziladi yoki o'qiladi, ular DCX deshifrator chiqishlaridan boshqariladi. Bufer BD, shuningdek, signal W/R almashish yo'nalishini belgilaydi.



2.45-rasm. RAM tipidagi 2DM strukturali xotira.

2DM strukturali xotirani tashkil etish, ayniqsa, katta sig'imli mikro sxemalar uchun keng tarqalgan.

## 2.12. Dasturlanadigan raqamli integral sxemalar

Zamonaviy raqamli qurilmalarni loyihalashtirish dasturlanadigan raqamli integral sxemalar (DRIS) siz tasavvur etish mumkin emas. Ular diskret elementlaridan quyidagilar bilan ustun turadi:

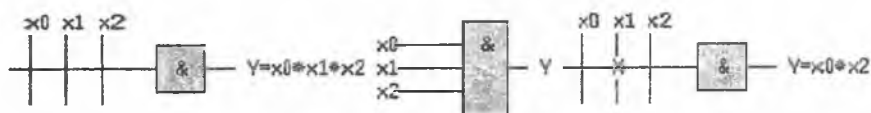
- 1) qurilma o'lchamlarining kichikligi bilan;
- 2) tezligining ortgani bilan;
- 3) mustahkamligi bilan;
- 4) ishlab chiqish natijalarining ko'chirib olinishidan himoyasi bilan;

5) loyihaning ishlab chiqilishi va modifikatsiyalanishining misli ko'rilgan tezligi bilan;

6) qurilmaning ishlab chiqilishi va modifikatsiyalanishining iste'molchi ish o'rnida bajarilishi mumkinligi bilan.

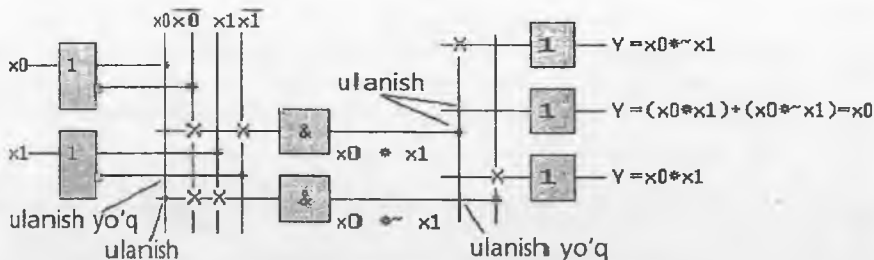
Ko'pchilik DRISlarning chizma xususiyatlari VA, YOKI, YOKI-EMAS va inverter kabi elementlar yordamida amalga oshirilgan normal dizyunktiv forma (NDF)da muomalaga kiritiladi. DRIS tarkibiga triggerlar, multipleksorlar, bufer konfiguratsiyalar (to'g'ri, inversli, tristabil) va dasturlanadigan simlar kiradi. Iste'molchi tomonidan ishlab chiqilgan chizmaning iste'mol xususiyatlari, shunday qilib, ishlab chiquvchi (iste'molchi)ning chizma xususiyatlaridan kelib chiqqan holda zavodda amalga oshirilgan qattiq topologiyaga asoslanadi. DRIS asosini VA, YOKI matritsalar va trigger, kirishning chiqish buferlari, boshqarish elementlari va teskari aloqalarni o'z ichiga oladigan makroyacheykalar yig'indisi tashkil etadi.

«VA» matritsasining «VA» elementi kirishini (ГОСТ bo'yicha emas) quyidagi ko'rinishda berilgandek belgilash qabul qilingan (o'rtada esa ГОСТ bo'yicha).



2.46-rasm. DRISda «VA» elementining bajarilishi.

Dasturlanmagan holda simlar joyidaligicha qoladi. Programmatyordamida olib ta'minlash yo'li bilan (o'ngdagi rasmda X belgisi) kirish o'zgaruvchilarining ixtiyoriy ko'paytmasini (term) olish mumkin. Rasmda XI yo'lidan «VA» kirishiga kelgan sim olib tashlangan. Oddiy hollarda «VA» matritsasi kirishiga o'zgaruvchilarning nafaqat to'g'ri, balki inversiya qiymati ham kiritiladi. «VA» matritsasi chiqishi DNF da ko'zda tutilgandek «YOKI» elementlariga ulanadi (2.47-rasm). Quyidagi rasmni diqqat bilan o'rganib chiqing, ayniqsa ulanishli va ulanishsiz tutashuvlarga alohida e'tibor bering.



2.47-rasm. «YOKI» elementining bajarilishi.

«YOKI» elementining chiqishi boshqaruvchi invertorning qaytar-gich orqali birinchidan trigger kirishiga, ikkinchidan MUX1 multi-pleksor va boshqaruvchi tristabil bufer orqali chiqishga ulangan.

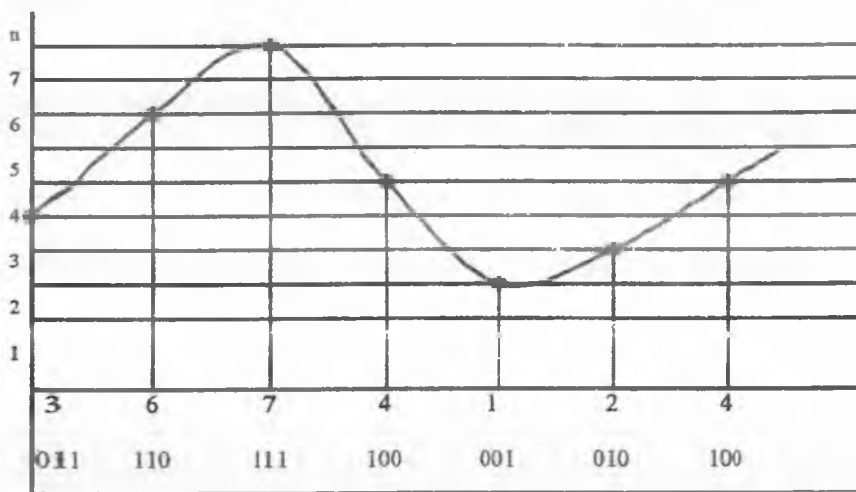
## 2.13. Integral mikrosxemalardagi analog-raqamli va raqamli-analog o'zgartirgichlar

### 2.13.1. Axborotni analog-raqamli o'zgartirish jarayoni

Ko'p hollarda bevosita axborot manbayidan olinadigan signal kuchlanish qiymati bo'yicha uzluksiz o'zgaradigan shaklda yoki tok sifatida keltirilgan (2.48-rasm). Xususan, telefon, televizion va boshqa turdagi xabarlarga mos elektr signali xususiyati shundaydir.

Signallarning analog shakldan raqamli ga analog-raqamli o'zgar-tiruvchi (o'giruvchi) (ARO<sup>o</sup>) deb nomlanadigan qurilmada amalga oshiriladi. Signallarning analog shakldan raqamli ga o'girishdagi quyidagi jarayonlarni ajratish mumkin:

- diskretlash;
- kvantlash;
- kodlash.



T

2.48-rasm. Elektr signallining turi.

Mazkur jarayonlarning mohiyatini ko'rib chiqamiz. Aniq bayon etish uchun raqamli shaklga o'zgartirish vaqt mobaynida o'zgaradigan kuchlanish shaklida taqdim etilgan signal ustida amalga oshiriladi, deb hisoblaymiz.

**Uzluksiz signallarni diskretlash.** Diskretlash jarayoni quyidagilardan iborat: vaqt mobaynida uzluksiz bo'lgan signalni alohida qiymatlari tanlanadi, mazkur qiymatlar ma'lum bir  $T$  (2.48-rasmda  $t_0, t_1, \dots$  lahzalar) vaqt intervalidan keyin keladigan vaqt lahzasiga mos keladi.  $T$  interval vaqtning takt intervali deb,  $t_0, t_1, \dots$  qiymat olinadigan lahza esa — vaqtning takt lahzasi deb nomlanadi.

Diskret qiymatlarni shunday kichik  $T$  takt intervallar bilan olish kerakki, keyinchalik ular yordamida signalni kerak bo'lgan aniqlikdagi analog shaklini tiklash mumkin bo'lsin.

**Kvantlash va kodlash.** Mazkur jarayonlarning mohiyati quyidagilardan iborat. Kvantlash sathlari,  $h$  kvantlash qadami deb nomlanadigan kattalikka bir-biridan siljirilgan, to'ri yaratiladi (2.48-rasm). Har bir kvantlash sathiga tartib raqamni (1, 2, 3, 4 va h.k.) birlashtirib chiqish mumkin. So'ng diskretlash natijasida olingan boshlang'ich

analog kuchlanishning qiymatlari ularga eng yaqin bo'lgan kvantlash sathi bilan almashtiriladi. 2.48-rasm diagrammasida  $t_0$  lahzasidagi kuchlanish qiymati unga eng yaqin bo'lgan 3 nomerli kvantlash sathi bilan almashtiriladi,  $t_1$  takt lahzasi da kuchlanish qiymati 6 sathga yaqin va shu sath bilan almashtiriladi va hokazo.

Keyingi operatsiya (amal) kodlash signallarni analog-raqamli o'zgartirgich yordamida amalga oshiriladi. Uning mazmuni quyidagilardan iborat. Kuchlanish qiymatini butunlash kvantlash amali davomida amalga oshiriladi, mazkur qiymatlarni sonlar – mos kvantlash sathlari raqam lari taqdim etishga imkon beradi. 2.48-rasmda keltirilgan diagramma uchun sonlar ketma-ketligi shakllantiriladi: 3, 6, 7, 4, 1, 2 va hokazo. Shu tarzda shakllantiriladigan sonlar ketma-ketligi ikkilik kod bilan taqdim etiladi (ifodalanadi).

Kvantlash jarayoni bilan bog'liq bo'lgan, kvantlash shovqini deb nomlanadigan yanglish (noto'g'ri)liklarga qaytamiz. Telefon aloqasida kvantlash shovqini inson qulog'i orqali haqiqatan ham so'zlashish davomidagi shovqin sifatida qabul qilinadi.

Kvantlash jarayonida kuchlanish qiymati har bir takt lahzasida eng yaqin kvantlash sathigacha butunlanganligi uchun kuchlanish qiymatlarini taqdim etish davomidagi xatolik quyidagi chegerada bo'ladi:  $-h/2 \leq \varepsilon_{kv} \leq +h/2$ , ya'ni  $h$  kvantlash qadami qanchalik katta bo'lsa,  $\varepsilon_{kv}$  kvantlash xatoligi shunchalik katta bo'ladi. Agar belgilangan chegaralarda  $\varepsilon_{kv}$  ixtiyoriy qiymatlari birday ehtimolga ega deb hisoblansa, kvantlash xatoligini o'rta kvadrat qiymati ifodasini hosil qilish mumkin:

$$\sigma_{\varepsilon} = h/(2\sqrt{3}).$$

Kvantlash shovqinini kamaytirish faqat kvantlash qadamini kamaytirish orqali erishiladi.  $h$  – qo'shni kvantlash sathlari orasida masofa bo'lganligi uchun,  $h$  ni kamaytirish orqali kuchlanish qiymatlarini berilgan diapazonda kvantlash sathlari soni oshishiga olib keladi.  $A = U_{\max} - U_{\min}$  – kuchlanish o'zgarishi diapazoni kengligi bo'lsin. U holda talab etilayotgan kvantlash sathlari soni  $N = A/h$ . Odatda,  $A/h \gg 1$  va  $N \approx A/h$  bo'ladi. Bundan ko'rinib turibdiki, kvantlash shovqinini pasaytirish  $h$  ni kamaytirish orqali amalga oshirish kvantlash sathlari soni  $N$  oshishiga olib keladi. Bu kvantlash sath-

larini ikkilik kod orqali taqdim etishda razryadlar (darajalar) sonini oshiradi. Kvantlash sathlari raqamli telefon aloqasini tashkil etishda odatda ettita sakkiz darajali ikkilik sonlar bilan ifodalanadi, kvantlash sathlari soni esa:  $N=2^7 \dots 2^8=128 \dots 256$ .

Yuqorida ko'rib chiqilgan kvantlash xatoliklari bilan bir qatorda, analog-raqamli o'zgartirishda apparat xatoliklari ham paydo bo'ladi, ular ARO'ning ayrim qismlari noaniq ishlashi natijasida yuzaga keladi. Mazkur xatoliklar ARO'ning turli sxema qurilmalarini ko'rib chiqish jarayonida aniqlanadi.

### 2.13.2. Raqamli-analog o'zgartirishlarning umumiy tavsifi

Raqamli-analog o'zgartirgichlar (RAO') raqamli axborotni analog shaklga kuchlanish (ba'zida tok) ko'rinishida o'zgartirishga mo'ljallangan. Ular texnologik jarayonlarni boshqarish tizimlarida, analog mikroprotessorlarda, displeylarda, graf quruvchilarda, robototexnikada qo'llaniladi.

Raqamli-analog o'zgartirish quyidagidan iborat: kiruvchi parallel  $n$ -darajali kod uchun

$$X = X_1 2^{-1} + X_2 2^{-2} + \dots + X_i 2^{-i} + \dots + X_n 2^{-n}, \quad (2.7)$$

bu yerda:  $X_i - 0$  dan 1 gacha bo'lgan sonlar,  $2^{-i}$  esa  $i$ -darajaning og'irligi, birinchi bo'lib  $X$  soni qiymatiga proporsional tok  $I_x$  hosil qilinadi, so'ng uning chiquvchi kuchlanishi o'zgartiriladi.  $I_x$  toki qiymati har bir son darajasi uchun yaratiladigan  $I_i$  etalon toklari yig'indisi orqali aniqlanadi:

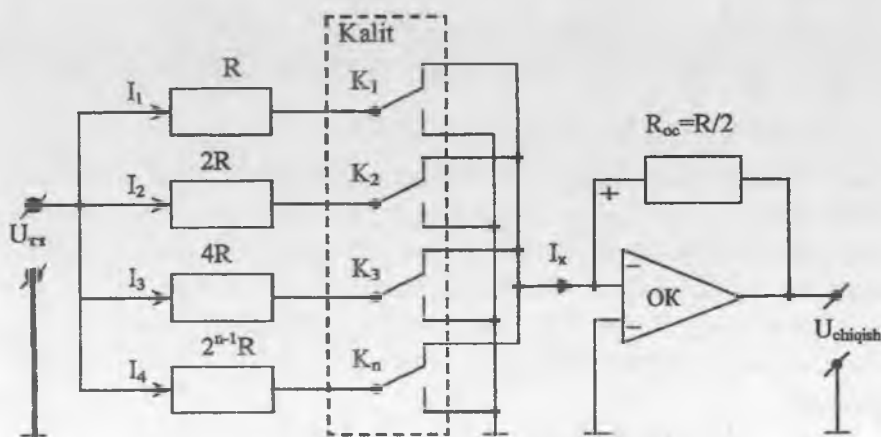
$$I_x = X_1 I_1 + X_2 I_2 + \dots + X_i I_i + \dots + X_n I_n.$$

Shu jumladan, faqat shunday razryadlar toklari yig'indisi olinadi, ki, ular uchun  $X_i=1$  bo'lsa,  $I_i$  etalon toklari qiymati ikkilik son pozitsiyasi og'irligiga proporsional va katta  $i$ -darajadan qo'shni kichik  $i+1$  nomerlarga o'tish natijasida ikki martaga kichiklashadi.

### 2.13.3. Raqamli-analog o'zgartirgichlarning sxemasi

RAO' strukturasi quyidagilarni o'z ichiga oladi: etalon toklarini shakllantirish uchun rezistiv va tranzistor matritsasi; umumiy yig'indi nuqtasiga kiruvchi kodga muvofiq etalon toklar kommutatsiyasi uchun kalitlar;  $I_x$  tokni chiquvchi kuchlanishga o'zgartirish uchun operatsion kuchlantirgich (OK); signallarni chiquvchi sathlari bilan moslash uchun yordamchi sxemalar;  $U_{TK}$  tayanch kuchlanishni stabillovchi manba.

Rezistiv matritsalar yoki nominal bo'yicha ikkilik-o'lchangan rezistorlar yig'indisi yoki zinali (ko'p bo'g'inli) rezistorlar zanjiri faqat  $R-2R$  ikki nominalli ko'rinishda quriladi. RAO' sxemasi  $R-2R \dots -2^{n-1}$  turdagi ikkilik-o'lchangan qarshilik asosida yaratilgan rezistiv matritsa 2.49-rasmda keltirilgan. Bu sxemada rezistiv matritsa qarshiligi katta darajadan kichik darajaga o'tish jarayonida ikki marta ko'payadi, etalon toklar esa ikki marta kamayadi. Masalan, agar birinchisi uchun eng katta daraja uchun tok qiymatini  $I_1 = 1 \text{ mA}$  deb qabul qilinsa, u holda ikkinchi daraja uchun  $I_2 = 0,5 \text{ mA}$ , uchinchisi uchun  $I_3 = 0,25 \text{ mA}$  va hokazo.



2.49-rasm. O'lchangan rezistorli RAO' sxemasi.

$K_1-K_n$  kalitlar kuchlanish darajalari bilan boshqariladi, mos kiruvchi kodni darajalarini «nol» va «bir» raqamlari aks ettiradi. Tayanch kuchlanishning manbai  $U_{TK}$  odatda tashqi bo'ladi, lekin ba'zi hollarda uni RAO' mikrosxemasiga ham joylashtirishadi. OK kirishida doimo deyarli nolga teng potensial bo'ladi, shuning uchun daraja toklarining yig'indisi ushbu munosabat bilan aniqlanadi:

$$I_x = \frac{U_{TK}}{R} X_1 + \frac{U_{TK}}{2R} X_2 + \frac{U_{TK}}{4R} X_3 + \dots + \frac{U_{TK}}{2^{n-1}R} X_n =$$

$$= \frac{U_{TK}}{R} (X_1 + 2^{-1}X_2 + 2^{-2}X_3 + \dots + 2^{-(n-1)}X_n) = \frac{U_{TK}}{R} \sum_{i=1}^n X_i * 2^{-(n-1)}.$$

RAO' chiqishidagi kuchlanish quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$U_{chiq} = -I_x R_{tq} = -UTK \sum_{i=1}^n X_i * 2^{-i}, \quad (2.8)$$

bu yerda:  $R_{tq} = R/2$  - kuchlantiruvchini teskari bog'lanishidagi qarshilik.

*Masala.* Agar olti darajali raqamli kod  $X = 101011$ , tayanch kuchlanish  $U_{TKh} = 10$  V bo'lsa, RAO'ni kirishidagi kuchlanishni hisoblang.

Yuqoridagi  $U_{chiq}$  ifodaga asosan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$U_{chiq} = -10(1 \cdot 2^{-1} - 1 + 1 \cdot 2^{-2} - 2 + 1 \cdot 2^{-3} - 3 + 1 \cdot 2^{-4} - 4 + 1 \cdot 2^{-5} - 5 + 1 \cdot 2^{-6} - 6) =$$

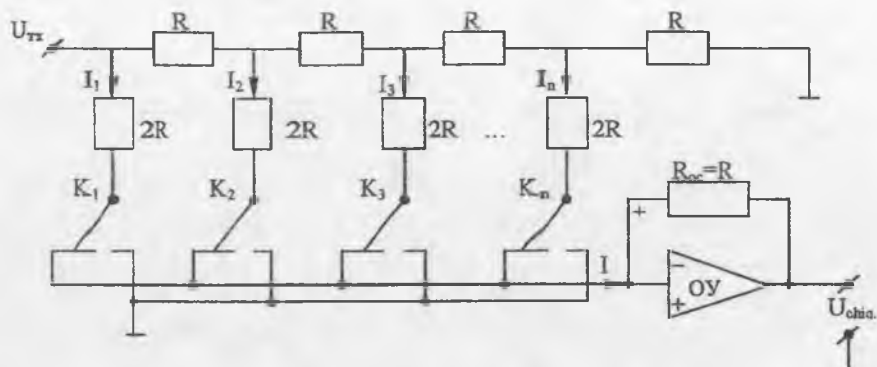
$$= -10(2^{-1} - 1 + 2^{-2} - 2 + 2^{-3} - 3 + 2^{-4} - 4 + 2^{-5} - 5 + 2^{-6} - 6) = -6,72 \text{ V}.$$

Ko'rib chiqilgan RAO'ning asosiy kamchiligi - bu matritsa qarshiligining katta diapazonidir, ayniqsa kirish kodi katta darajali bo'lganda. RAO'ning  $R-2R$  zina matritsasi asosidagi sxemasi 2.50-rasmda ko'rsatilgan. Bu yerda ikkita nominalli rezistorlar qo'llanilgan, ular yordamida (2.7) va (2.8) munosabatlar amalga oshiriladi, ya'ni katta darajadan kichik darajaga o'tishda etalon toklar ikki marta kamayadi.

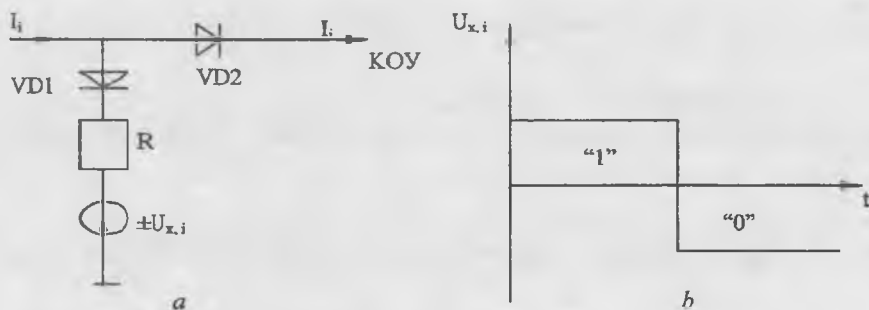
Tezkor ishlaydigan RAO' uchun tok kalitlari diod va bipolar tranzistorlarda quriladi; o'rta va quyi tezlikdagi o'zgartirgichlar uchun KMOP-strukturalar asosidagi kalitlar qo'llaniladi. Ko'rib



chiqilgan RAO' sxemalarda qo'llash mumkin bo'lgan diod kalitlar sxemasi 2.51- a rasmda keltirilgan.



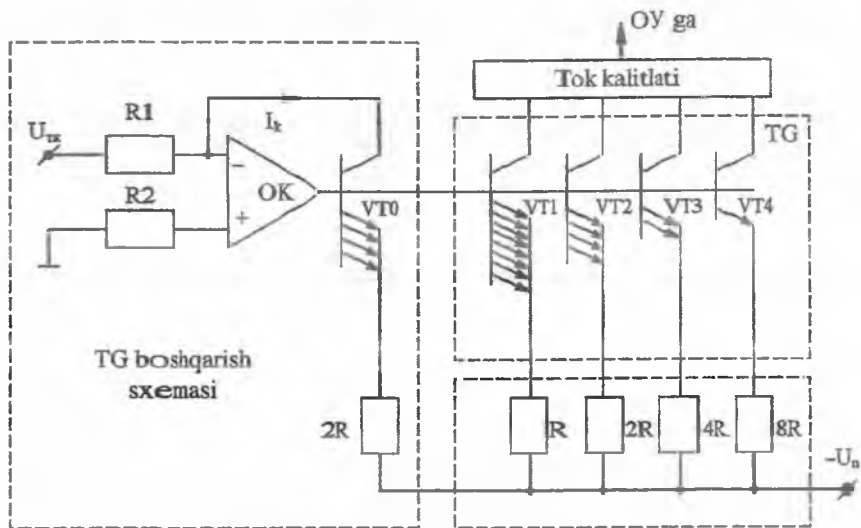
2.50-rasm. R-2R matritsali RAO' sxemasi.



2.51-rasm. Diod kalit: a - sxemasi; b - i-darajali kiruvchi signal.

Kiruvchi signal  $U_{x,i}$  kirish kodi darajasidagi raqamni aks ettiradi, ikki qutblidir: musbat sath (man. 1) VD1 diodni yopadi va  $I_i$  etalon tok VD2 diod orqali OK kirishiga kelib tushadi; manfiy sath (man. 0) VD2 diodni yoqadi va  $I_i$  tok kirish signali manbayini tutashtiradi.

RAO' sxemalariga ko'pincha tok generatorlari (TG) joylashtiriladi, ular tokni stabil lashtirish uchun mo'ljallangan. TGning teskari baholanishli variantidan biri 2.52-rasmda keltirilgan.



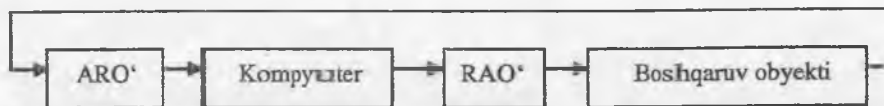
2.52-rasm. Boshqarish bo'g'inli TG sxemasi.

Bu sxemada VT1–VT4 tranzistorlar R-2R-4R-8R rezistiv matritsa toklarini stabilashtiradi. Yordamchi tranzistor VT0 kuchlantiruvchi bilan birgalikda boshqarish sxemasini tashkil etadi, u VT1–VT4 tranzistorlar tokini stabilashtiradi. Etalon toklarni hisob kattaliklaridan VT0 tok kollektori tranzistori bo'yicha nazorat qilinadi, VT1–VT4 bilan mosdir va ular bilan bir hil temperatura sharoitida bo'ladi. Agar VT0 tranzistor kollektori bo'yicha belgilangan  $I_k$  tok oqib o'tsa, u holda OK korreksiya signali VT1–VT4 tranzistorlar bazasiga kelib tushmaydi.  $I_k$  belgilangan qiymatdan siljisa, VT1–VT4 tranzistorlar bazasiga korreksiya signali uzatiladi.

#### 2.13.4. Analog-raqamli o'zgartirgichlarning umumiy tavsifi

Analog-raqamli o'zgartirgichlar (ARO) analog axborotni (odatda kuchlanish ko'rinishida) raqamli kodga o'zgartirish uchun mo'ljallangan. ARO'ni mikroprotessor tizimlarda, raqamli o'lchash asboblarda qo'llaniladi. Ko'p holda ularning qo'llanilishit RAO'ga

o'xshash, chunki ular ko'p holda birgalikda qo'llaniladi, masalan, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarda (ABT) (2.53-rasm).



2.53-rasm. Boshqaruv doirasidagi analog-raqamli va raqamli-analog o'zgartirgichlar.

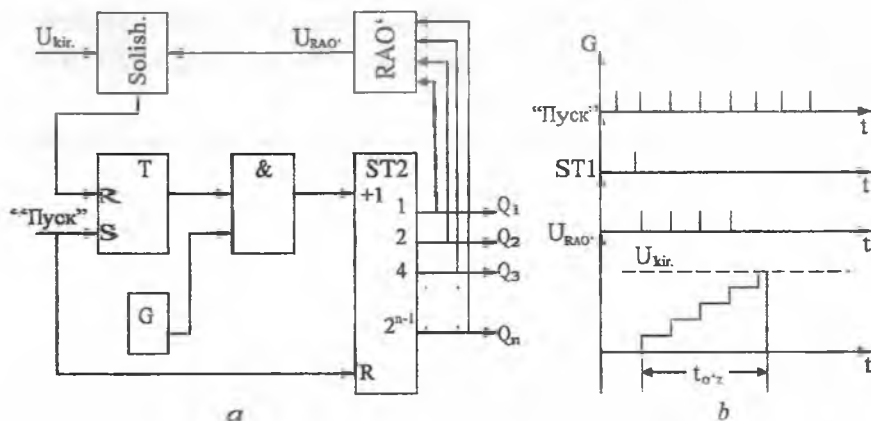
ARO'ning asosiy parametrlari va tavsiflari quyidagilar:

- chiqish kodining  $n$  darajalar soni;
  - ruxsat etish imkoniyati  $h$  – kirish kuchlanishining maksimal kvanti, u bo'yicha chiqish kodini kichik bir razryad kattaligiga o'zgaradi;
  - chiziqli bo'lmashlik  $\delta_f$  – barcha shkala diapazonlari bo'yicha chiqish kodining hisob qiymatidan maksimal siljishi;
  - absolut xatolik  $\delta_A$  – shkalani so'nggi nuqtasidagi chiqish kodini hisob qiymatidan keng katta siljishi;
  - o'zgartirish vaqti  $t_{o'z}$  – o'zgartirish boshlanishi lahzasidan chiqishda shakllangan kod paydo bo'lishigacha bo'lgan interval; ko'p hollarda  $t_{o'z}$  o'rniga ARO' tezkorligi o'zgartirish chastotasi bilan tavsiflanadi;
  - kiruvchi kuchlanishning diapazoni va qutbliligi, quvvat manbalari soni, iste'mol toki, mikroprotessor bilan umumiy ishlash imkoniyati.
- ARO' quyidagi o'zgartirishlarni qo'llaydi:
- ketma-ket hisob (RAO'ni qo'llash orqali yoki ikki taktli integral-lashtirish bilan);
  - daraja bo'yicha kodlash (ketma-ket ikkilik yaqinlashtirish);
  - parallel harakat (o'qish);
  - parallel ketma-ket (kombinatsiyalangan).

### 2.13.5. Ketma-ket hisobning analog-raqamli o'zgartirgichlari

ARO' ni ketma-ket hisob usulini qo'llash kiruvchi kuchlanishni etalonlar yig'indisi bilan tenglashtirishga asoslangan, hisoblagich yordamida hisoblanadi. Tenglashtirish lahzasi analog komparator (solishtirgich) yordamida aniqlanadi.

Ketma-ket hisobning ARO' sxemasi (2.54- a rasm)da keltirilgan. Unda «Пыск» signali bo'yicha RS-trigger «I» holatga o'tadi va G generatordan «VA» elementi orqali ST2 ikkilik hisoblagichi yig'indi kirishiga impulslar o'tishiga ruxsat beradi.



2.54-rasm. Ketma-ket hisobning RAO'li analog-raqamli o'zgartirgich: a – sxemasi; b – ishning vaqt diagrammalari.

ST2 hisoblagichidan o'suvchi raqamli kod RAO' yordamida kuchlanishga aylantiriladi, u SOLSh komparatori kirishiga uzatiladi. SOLShning ikkinchi kirishiga o'zgaruvchan kuchlanish  $U_{kir}$  uzatiladi.

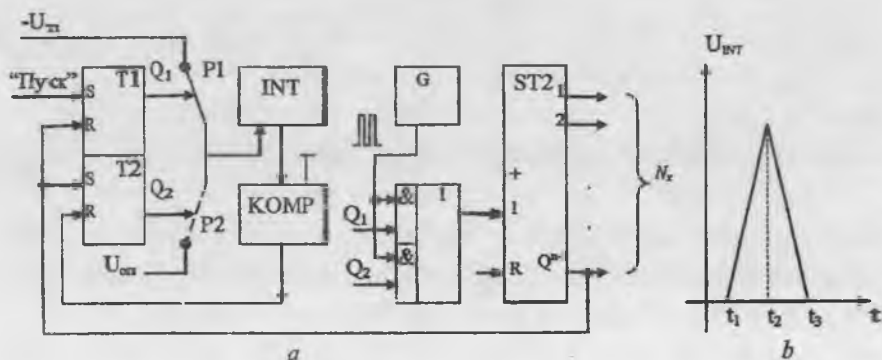
$U_{kir} = U_{RAO'}$  kuchlanishlar tengligi lahzasida komparator tiriggerni chiqarib tashlash signalini ishlab chiqadi. Bundan so'ng impulslar hisobi  $t_{0tz}$  va ST2 hisoblagichi chiqishida kirish kuchlanishini

raqamli ekvivalenti belgilanadi. O'zgartirish vaqti  $t_{o'z}$  kuchlanish  $U_{kir}$  qiymatiga bog'liq (2.54- b rasm).

Ikki taktli integrallari ARO'da (2.54- a rasm) o'zgartirish ikki takt- da amalga oshiriladi.

Birinchi taktida «Пуск» signali RS-trigger «1» holatga o'tadi. Kirish kuchlanishi minus  $U_{kir}$  P1 kaliti orqali  $Q_1$  chiqish bilan boshqariladigan INT integratorga tushadi. G generatordan impulslar va YOKI sxemasi orqali ST2 hisoblagichi yig'indisi kirishiga uzatiladi. 2<sup>n</sup> impulslarni hisoblashdan so'ng ( $n$ -hisoblagich darajaliligi)  $Q_n$  chiqishdan ST2 schyotchigini katta darajali signali T1 triggerni tashlab yuboradi va T2 RS-triggerni «1» holatga o'taqazadi. Shu bilan integrallashning birinchi bosqichi yakunlanadi.

Ikkinchi taktida integratorga tayanch kuchlanish plus  $U_{TK}$   $Q_2$  chiqish bilan boshqariladigan P2 kalit orqali kelib tushadi. Bir vaqtning o'zida  $Q_2$  chiqishdan yuqori darajali kuchlanish ST2 hisoblagichining yig'indilar kirishi G generatordan impulslar o'tishiga ruxsat beradi (yangi hisob boshlanadi).



2.55-rasm. Ikki taktli integrallashli analog-raqamli o'zgartirgich:  
a – sxemasi; b – ishning vaqt diagrammasi.

INT kirishida kuchlanish nolga teng bo'lgan lahzada, komparator T1 triggerni nollaydi, schyotchik kirishiga impulslar o'tishi blokirovka qilinadi va uning chiqishida  $N_x$  raqamli kod belgilanadi, u kuchla-

nishga proporsional. Intergrator uchun birinchi va ikkinchi taktlarda kuchlanish oshishi teng (2.55- b rasm):

$$\begin{aligned} U_{kir}(t_2 - t_1) &= U_{TK}(t_3 - t_2), \\ t_2 - t_1 &= T_0 2^n, \quad t_3 - t_2 = N_x T_0, \end{aligned} \quad (2.3)$$

bu yerda:  $T_0$  — G generatorning impulslar harakati davri, u holda quyidagiga ega bo'lamiz:

$$U_{kir} = (U_{TK} N_x) / 2^n. \quad (2.4)$$

*Masala.*  $U_{TK} = 10$  V tayanch kuchlanishli o'n darajali ARO'ni o'lchashda hisoblagichda  $N_x = 455$  impulslar sonini belgilandi. Kirish kuchlanishi  $U_{kir}$  ning qiymatini toping.

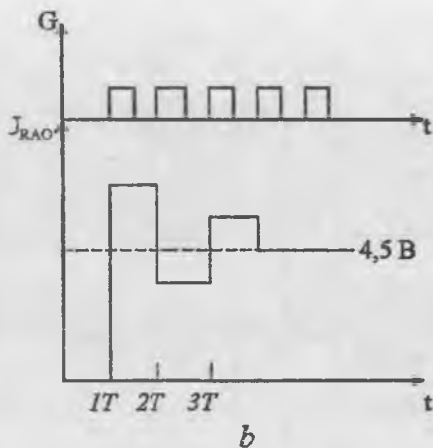
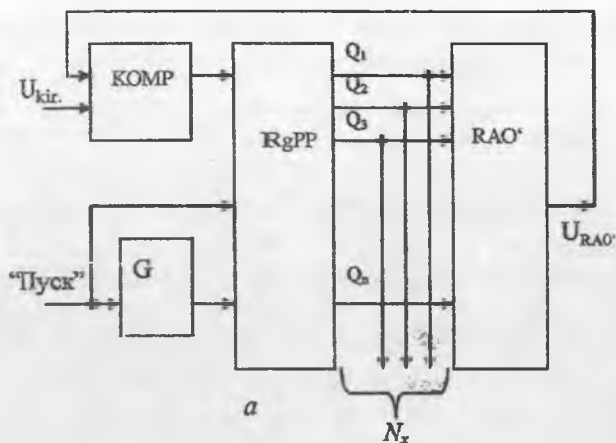
(2.4) amal asosida quyidagiga egamiz:

$$U_{kir} = (10 \cdot 455) / 2^{10} = 4550 / 1024 \approx 4,48 \text{ V}.$$

### 2.13.6. Daraja bo'yicha kodlashli analog-raqamli o'zgartirgich

Daraja bo'yicha kodlashli (tenglashli) ARO' sxemasida ma'lum dastur asosida  $U_{kir}$  kiruvchi kuchlanishi  $U_{RAO}$  chiqish kuchlanish bilan sakrashsimon solishtiriladi (2.56- a rasm).

«Пыск» signali G davriy impulslar generatorini yoqadi va bir vaqtning o'zida RgPP daraja bo'yicha yaqinlashish registrining katta siljish darajasiga bimi yozadi, boshqalarini esa nollaydi. Birinchi taktda KOMP komparatori yordamida kirish kuchlanishi  $U_{kir}$  va RAO' chiqishidagi kuchlanish solishtiriladi, (RgPPning katta darajasiga mos bo'lgani uchun). Solishtirish algoritmi quyidagicha: agar  $U_{RAO} > U_{kir}$  bo'lsa, u holda keyingi taktda bir inkor etiladi, uning o'rniga esa RgPPga qo'shni darajadan qo'shiladi. Agar  $U_{RAO} < U_{kir}$  bo'lsa, u holda katta darajada bir saqlanadi va unga qo'shni darajadan bir qo'shiladi va hokazo.

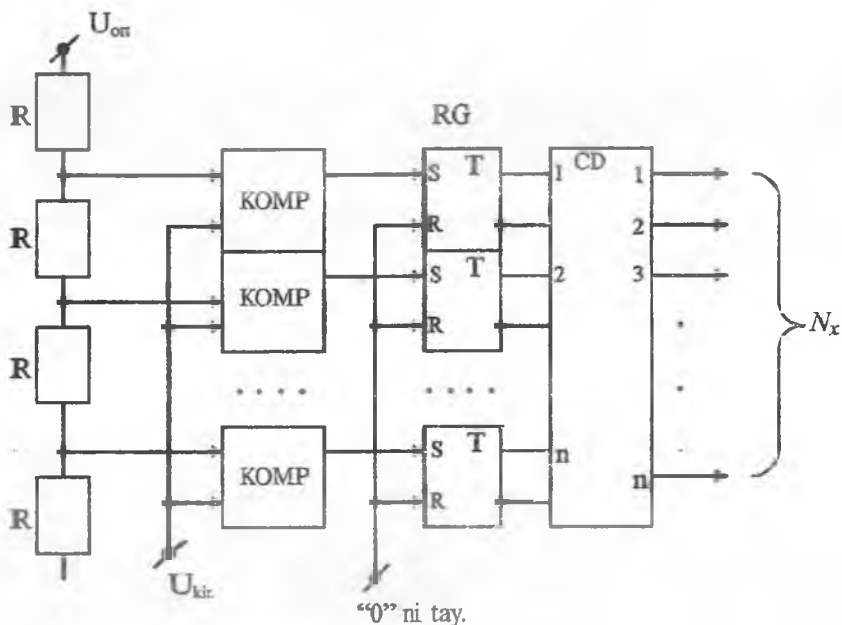


2.56-rasm. Daraja bo'yicha kodlashli analog-raqamli o'zgartirgich:  
*a* – sxemasi; *b* – ishning vaqt diagrammasi.

O'gartirishlar  $t_{o'z} = n_0 T_0 + 1$  vaqt bo'yicha tugaydi, bu yerda:  $n_0$  – RgPPning darajaliligi;  $T_0$  – taktlaydigan impulslar harakati  $U_{kir} = 4,5 V$  va  $n_0 = 4$  uchun daraja bo'yicha tenglash vaqt diagrammalari 2.56- b rasmda keltirilgan.

### 2.13.7. Parallel va parallel–ketma-ket harakatli analog-raqamli o‘zgartirgich

Parallel harakatli ARO‘ning ishlash prinsipi bir vaqtning o‘zida chiqish signalini  $2^n-1$  etalon kuchlanish bilan taqqoslashga asoslangan, bu yerda  $n$ -chiquvchi kodning darajaliligi. Taqqoslash komparatorlar yordamida amalga oshiriladi, taqqoslash natijasi registrda saqlanadi va keyinchalik  $n$ -darajali ikkilik chiquvchi kod bilan shifrlanadi (2.57-rasm).



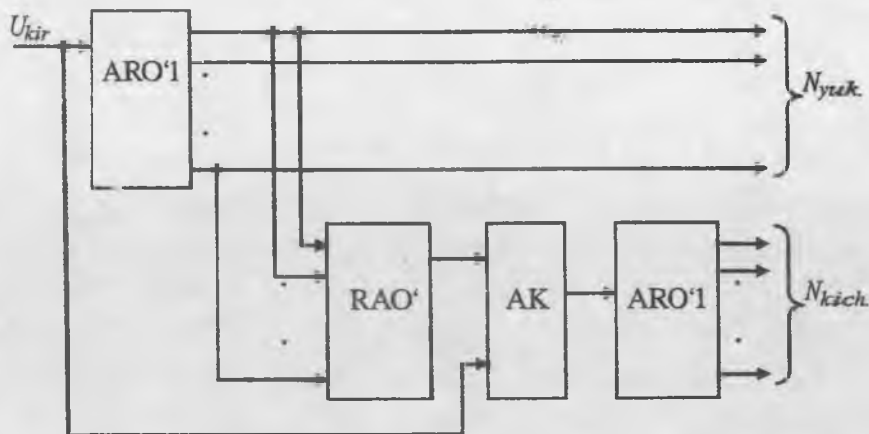
2.57-rasm. Parallel harakatli ARO‘ sxemasi.

ARO‘da tayanch kuchlanishlar resistiv bo‘luvchi yordamida shakllantiriladi. Har bir tayanch kuchlanish  $U_{TKi}$  chiqish kuchlanishi  $U_{kir}$  bilan mos KOMP komparatorlar chiqishlariga uzatiladi. Faqat bo‘lgan komparatorlar ishlaydi:  $U_{kir} \geq U_{TKi}$ . Taqqoslash natijasi eslab qoluvchi T triggerlar orqali CD qatorga uzatiladi, u uni darajali ikkilik



kodga chiqishga o'zgartiradi. Parallel harakatli ARO'lar eng tezkor deb hisoblanadi, chunki o'zgartirish bir taqqoslash amalida amalga oshiriladi. Bu ARO'ning kamchiliklari sifatida tayanch kuchlanishlarning manbalari va ularga mos komparatorlar soni ko'pligini keltirish mumkin.

Parallel va parallel-ketma-ket harakatli analog-raqamli o'zgartirgichlar yuqori darajali tezkorlikka va yetarli musthkamlikka ega (2.58-rasm).



2.58-rasm. Parallel va parallel-ketma-ket harakatli analog-raqamli o'zgartirgich sxemasi.

Bunday kombinatsiya qilingan o'zgartirishlarda past darajali parallel harakatli ARO' bir-biri bilan ketma-ket ulanadi.

Kiruvchi analog signali birinchi ARO' (ARO'1)ga uzatiladi, uning chiqishda  $N_{yuk}$  chiquvchi kodni yuqori darajalar shakllantiriladi. Mazkur darajalar RAO'ning chiqishiga ulanadi. Chiqish signali RAO'dan ayirmani kuchaytirgichda (AK) chiqish signali bilan taqqoslanadi. Bu signallarning kuchaytirilgan ayirmasi boshqa ARO' (ARO'2)ni kirishiga uzatiladi, u uni kichik darajali  $N_{kichik}$  chiqish kodiga aylantiradi.

### 2.13.8. Analog-raqamli o'zgartirgichning asosi parametrlari va tavsifi

ARO'da darajali kodlash, ikkilik integrallashli ketma-ket hisoblash va parallel o'zgartirish usullari qo'llaniladi. ARO'lar mikrosxemalari gibridd va yarimo'tkazgichli texnologiya bo'yicha yaratiladi. Oxirgi-yillarda, asosan, yarimo'tkazgichli ARO' ishlab chiqilmoqda. Ba'zi ARO'larning asosiy parametrlari va tavsiflari 2.10-jadvalda keltirilgan.

2.10-jadval

Mikrosxema turi	Darajaliligi, $n$	Maksimal og'ishi, $\delta_{id}$ , %	O'zgarish vaqti, $T_p$ , mks	Texnologiyasi	Qo'llanilishi
KR572PV3	8	0,75	7,5	KMOP	MK, SM
K1107PV1	6	0,5	0,1	Bipolyar	—
M1107PV6	10	1,5	0,06	Bipolyar	FZ, SM
K1108PV2	12	1	0,9	Bipolyar	FZ

*Izoh.* 2.10-jadvalda: SM – mikrosxemani mosliligi, FZ – funksional tugallanganligi, MK – ko'p kanallilik.

Ba'zi ARO'lar funksionai yakunlangandir, lekin ko'pchiligi qo'shimcha tashqi elementlarni talab etadi: operatsion kuchaytirgichlar, tayanch kuchlanish manbalari, tok impulslari generatorlari, rezistorlar va kondensatorlar.

ARO' mikrosxemalari, odatda, chiqish kuchlanishni 0–10 V diapazoniga ega bo'ladi, ba'zilari esa ikki qutbli chiqish signalini qo'llashga ruxsat etadi. Darajalilik ARO' 6–12 ni tashkil etadi, shu jumladan, ARO' darajani oshirish ruxsat etadi.

ARO'ning tezkorligi, asosan, o'zgartirish usuli va element bazasi (TTJIII, ESL, KMOP) orqali belgilanadi. Eng yuqori tezkorlikka ESL elementi asosidagi ( $t_{oz} \leq 20$  ns) parallel harakat ARO' ega. Chiqish signallari sathi bo'yicha o'zgartirgichlar TTJIII, ESL va KMOP mikrosxemalari moslashtiriladi. Ko'pchilik zamonaviy ARO' mik-

roprotssessor qurilmalari bilan mos. Bunday ARO' chiqish zanjirlari uchta turg'un holatga ega (man. 0, man. 1 va Z).

ARO'ning chiqish kodi odatda ikkilik bo'ladi. ARO'larda ikkilik integrallash bilan birga ikkilik-o'nlik kod indikator va o'lchash asboblari bilan birikish uchun qo'llaniladi. Bu yerda har bir o'nlik belgi to'rtta ikkilik daraja hamda teskari va qo'shimcha kodlar ishlatiladi.

Asosiy ARO'ni takomillash tirish yo'nalishlari quyidagilar:

- asosiy bo'g'inlarni oshirish, asosan komparatorlarni;
- kombinatsiyalangan harakatli ARO'ni qo'llash;
- o'zgartirish aniqliligini oshirish, shu jumladan, darajalilikni 16 va yuqoriroqqa oshirish;
- ishlatilayotgan quvvatni kamaytirish;
- qo'llashning qulaylik va egiluvchanligiga erishish, asosan mikroprotssessor qurilmalari bilan mosligini.

## 2.14. Protssessor qurilmasining strukturasi

### 2.14.1. Boshqarish qurilmasini qurishda ikki yo'nalishi

Har bir hisoblash jarayonini amalga oshirish qurilmasining asosida arifmetik-mantiqiy qurilma yotadi. Ushbu qurilmalarda har bir elementar operatsiyalar ketma-ket bajarilib, bu jarayon mashina taktlari deb ataladi. Elementar funksional operatsiyalarni bir mashina taktida bajarilish jarayoni mikrooperatsiyalar deyiladi. Har bir mikrooperatsiya bajarilishi bajaruv signallari kelganda amalga oshiriladi. Ushbu boshqaruv signallarni qandaydir qurilma ishlab chiqarishi va u quyidagi jarayonlarni bajarishi mumkin:

- Xotiradan navbatdagi buyruqni o'qishi, uni deshifratsiya qilishi va boshqarishini sikl davomida saqlashi;
- Olingan buyruq kodi axborotidani tegishli adreslarni tashkil etishi;
- Xotira qurilmasidan yoki umumiy ishlaniladgan registrlardan talab etilgan operandlarni tanlab va ularni arifmetik-mantiqiy blokga uzatish;

– Bajarish lozim bo‘lgan buyruq ketma-ketlik boshqaruvi signal-arini ishlab chiqish;

– Olingan natijalarni umumiy ishlatiladigan registrlar yoki opera-tiv xotiraga uzatish;

– Navbatdagi buyruq adresini tashkil etish;

– Shartsiz va shartli alomatlar asosida qayta adreslash;

– Boshqarish operatsiyalarini ishga tushirish (masininani ishga tushirish, to‘xtatish, dasturlarni avtomalashtirilgan yoki komanda ketma-ketligida), tekshirish, kiritish va chiqarish qurilmalari bilan bog‘liq turli ish rejimlarini ta‘minlash va boshqa yuqoridagi jarayon-larni amalga oshirish uchun boshqaruv avtomatlarini (BA) qurish va ishlatish zarurdir.

BA qurish ikki xil mantiqiy sxema va dastur usullar orqali amalga oshiriladi. Mikroprogramma asosida qurilgan boshqarish qurilmalari **mikroprogramma avtomatlashtirish** deb ataladi.

Ma‘lumki, har bir avtomat abstrakt va struktura avtomatlashtirish-larga bo‘linadi. Abstrakt avtomatlash nazariyasi avtomatlashtirish-ning tashqi kommutatsiyali holatlarni o‘rganib, uning qanday quri-lishini ko‘rib chiqadi. Struktura avtomat esa, abstrakt sathida berilgan mantiqiy sxemalar bilan qurilishni o‘rganadi.

Avtomatlarining chiqish signalarini ishlab chiqarishga qarab Mil, Mur va S avtomatlarga bo‘linadi. Hamma avtomatlarining o‘tish funk-siyalari bir xil bo‘lib, ular quyidagi ko‘rinishlarda yoziladi:

$$Z(t) = \delta[X(t), Z(t-1)].$$

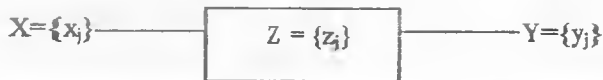
Chiqish funksiyalar esa, quyidagi ifodalar ko‘rinishida beriladi:

$$Y(t) = F[F(t), Z(t-1)] \text{ – Mil avtomati uchun,}$$

$$Y(t) = F[Z(t)] \text{ – Mur avtomat guruhi uchun.}$$

S avtomatlarda Mil va Mur avtomati xususiyatlar birlashtirilgan.

Mil va Mur abstrakt avtomatlashtirish bir kanalli kirishi va chi-qish jarayoni xarakterlaydi (2.59 rasm).



2.59-rasm. Mil va Mur abstrakt avtomatlashtirish.

Mil avtomatlarida chiqish signallari, kirish signallari va xotira holati funksiyalaridir. Mur avtomatlarida esa, chiqish signallari faqat xotiraga bog'liqdir. Abstrakt avtomatlashtirish ishlash nazariyasida qanday qilib kirish harakatlari (so'zlarni) chiqish harakatlari (so'zlariga) o'zgarishlari jarayoni ko'riladi.

Har bir abstrakt avtomatlarni o'tish va chiqarish jarayonlari, grafalar, analitik usullari bilan ko'rsatish mumkindir.

Shuni ta'kidlash lozim ki, turli avtomatlar asosida boshqaruv qurilmalarini loyihalash va qurish jarayonlari mavjud davrda ikki yo'ldan biri orqali amalga oshiriladi va ular quyidagilardir:

- Mantiqiy sxemalar asosida boshqaruv avtomatlarning struktur sintezi;
- Mantiqiy dasturlash asosida boshqaruv mikroasturlash avtomatlarning sintezi.

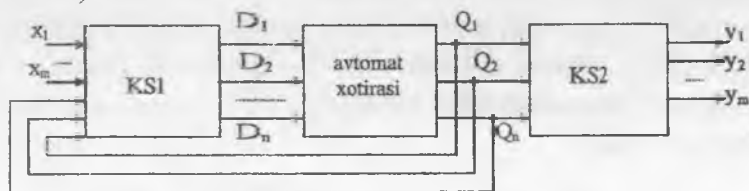
### 2.14.2. Mantiqiy sxemalar asosida boshqaruv avtomatlarning struktur sintezi

Akademik V.M.Glushkov raqamli qurilmalar struktur sintezini amalga oshirishning kanonik usulini ishlab chiqqan. Bu usulda abstrakt avtomat ishlash qonunlari kombinations sxema va triggerlar to'plamining ish jarayonlari orqali amalga oshiriladi.

Sxemalarni bunday qurilish jarayoni *struktur sintez* deb ataladi.

Mil va Mur avtomatlari mantiqiy sxemalar asosida boshqaruv avtomatlarni qurish uchun asosiy o'zaki.

Struktur avtomatni qurish uchun xotira va ikkita kombinations sxemalar zarurdir: KS1 — qo'zg'alish funksiyalarini ishlab chiqarish uchun va KS2 — chiqish boshqaruv signallarini shakillantirish uchun (2.60-rasm).



2.60-rasm. Struktur avtomatni qurish.

Mikrodastur avtomatlari mantiqiy sxemalari bilan struktur sintez jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

– Operatsiyalarning mikrodasturini ishlab chiqish va ularni mikrooperatsiya tilida yozish;

– Mazmundor mikrodasturlar grafasini qurish;

– Kodlangan mikrodasturlar grafasini qurish;

–  $N$  xotira holatlar sonini olish uchun avtomatning kodlangan grafasi belgilab chiqiladi;

– Mili avtomati grafasi quriladi;

– Mur avtomati uchun mikrodastur grafasi belgilab chiqiladi,  $Z_i$  simvollar bilan «boshlanish» va «tugash» uchlari belgilanadi;

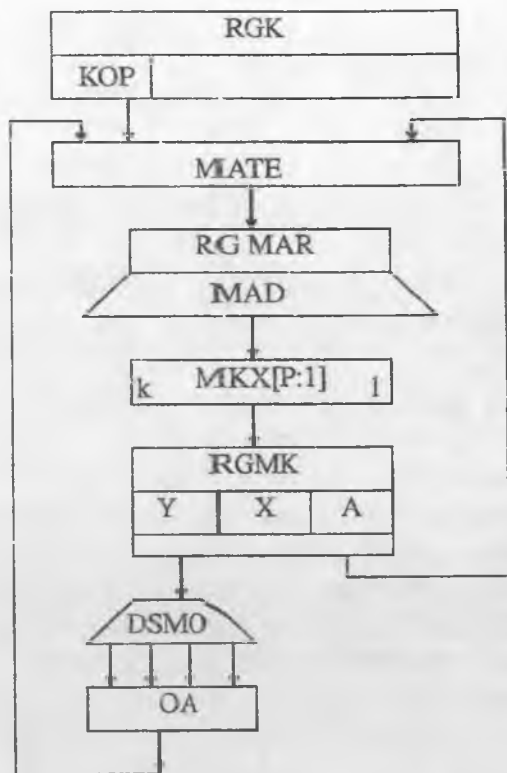
–  $Q_0, Q_{n-1}, \dots, Q_1$  triggerlar chiqish signallarining ikkilik to'plamlari asosida kodlaniladi;

– Avtomatning kombinatsion qismini qurishda chiqish signalarini va xotira trigger kirishlarining qo'zg'alish funksiyalarini ishlab chiqishi uchun mikrodastur avtomat haqiqiy struktur jadvalidan foydalaniladi.

### 2.14.3. Mantiqiy dasturlash asosida boshqaruv mikrodasturlash avtomatlarining sintezi

Mantiqiy dasturlash asosida mikrodasturlash avtomati dasturli boshqarishligi jarayonlari operatsion-adresli strukturasi asoslanganidir. Bunda boshqarishi algoritimli mikrokomanda boshqaruv so'zlarining tartiblangan to'plamini tashkil etadi. Ular butun mashina sikli davomida diskret qurilmalarining ishlash jarayoni tartibini aniqlaydi.

Barcha PK – razryadli mikrokomandalar massivlarni tashkil etib, ular MKX [P:1] avtomat mikrokomandalar xotirasida (MKX) saqlanadi. Mantiqiy dasturlash MPA strukturasi (2.61-rasmda) o'z ichiga quyidagilarni oladi:



2.61-rasm. Mantiqiy dasturlash asosida mikro dasturlash avtomati.

- Mikrokomanda adreslarini tashkil etuvchi (MATE).
- Mikrokomanda adres registri (RG MAR).
- Mikrokomanda adres deshifrotori (MAD).
- K – razryadlik mikrokomanda xotirasi PMK [P : 1] (k).
- Y mikrooperatsiya maydoni (operatsion qism), X mantiqiy shart va A adreslariga bo‘linadigan RG MK mikrokomanda registri.

OA uchun chiqishida signallarni tashkil etuvchi DSMO mikrooperatsiya deshifrotori, ba’zi bir MPA ushbu qurilma bo‘lmaydi.

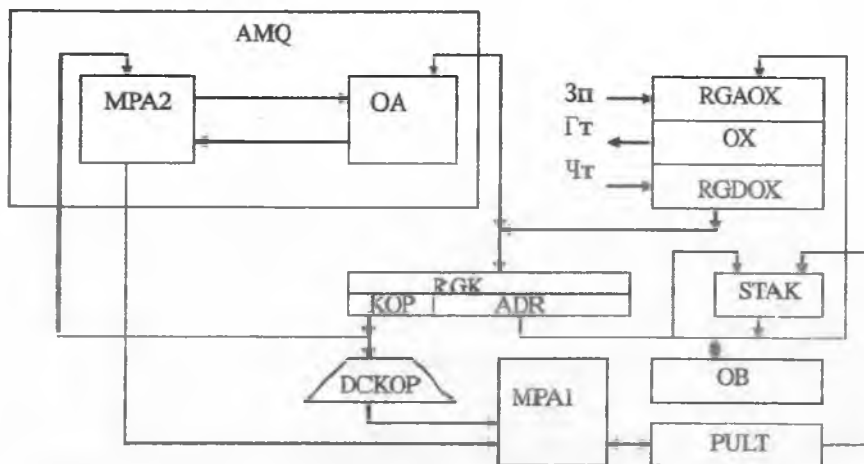
Umuman olganda, har bir mikrokomanda bajarilishi lozim bo‘lgan mashina takti davrdagi ma’lumotlar mikrokomandaning navbatdagi adresi va tahlil etilayotgan mantiqiy shartlarni o‘zida saqlaydi.

Mikroasturlash komandalar tizimi turli turdagi doimiy xotira qurilmalaridan, shuningdek, hisoblash mashinalarini ishga tushirganda egiluvchi magnit disk xotiralardan yuklanadigan operativ xotiralar sifatida bo'lishi mumkin.

Mantiqiy dasturlanuvchi mikroasturlash avtomatlar kichik va o'rta unumdorlik protsessorlarida juda keng qo'llanilgandir. Yuqorida ko'rilgan boshqaruv avtomatlarni qurishning ikki usuli dasturlanuvchi BIS, bir toifa muhitli qurilmalar va boshqalarda o'zining keyingi rivojlanishini olmoqda.

#### 2.14.4. Markaziy boshqaruv qurilmalar

Hisoblash mashinalarining asosiy boshqaruv funksiyalarini bajaruvchi qurilmalar markaziy boshqaruv qurilma (MBQ) deb ataladi. Markaziy boshqaruv qurilma sifatida hisobot mashinaning hamma qurilmalarini funksional korreksiyalash jarayonini amalga oshiruvchi va barcha qabul qilingan ish rejalarini bajaruvchi uzal va bloklar tanlashni nazarda tutiladi. MBQ o'z funksiyalarini bajarish uchun quyidagilardan iboratdir (2.62-rasm):



2.62-rasm. Boshqarish, arifmetik-mantiqiy va xotira qurilmalarning o'zaro munosibatlari strukturasi.



– Operatsiya kodi KOP va adres ADR maydonlarini birlashtiruvchi komanda registri RGK.

– Komanda adresi hisoblagichi STAK.

– MPA mikroprogramma avtomati.

– Operatsiya kodi deshifrotori DC KOP.

– Adres summatori, xotira va tashqi qurilmalarini ma'lumot almashtiruvchi, tayyorgarligi uzulishiga so'rovlar, to'g'ridan to'g'ri murojaat etish interfeys sxemalari va boshqa qurilmalarni birlashtirgan operatsion blok OB.

– Boshqaruv pulti – «Pult».

– Operativ xotira – OX.

Ushbu qurilmada MPA1 – mikro dastur ataluvchi komandalarni topib o'qiydi va dastur qismini bajarish uchun boshqaruv signallarini ishlab chiqarishni ta'minlaydi, MPA2 esa aslida arifmetik-mantiqiy qurilmada AMQ mikro dastur operatsiyalarini bajaradi. Ko'rilayotgan har bir avtomatlar sxema yoki mantiqiy dasturlash asosida qurilish mumkindir. Markaziy boshqarish jarayonida yuqoridagi ikki avtomat yagona mikro dastur avtomatiga birlashtirilishi mumkin. Shuning ta'kidlash lozimki, mavjud davrdagi hisoblash qurilmalarini qurishda, mikro dastur operatsiyalarini xotiraga yozish va ishlatilishga asoslanmoqdadir.

### Nazorat savollari

1. Qanday sanoq sistemalarini bilasiz?
2. Deshifrotorlar nima uchun kerak?
3. Shifrotorlar vazifasini tushuntiring.
4. Demultipleksor deb qanday qurilmaga aytiladi?
5. Multipleksorlar deb qanday qurilmaga aytiladi?
6. Jamlagichlar (Summatori)ning ishlatilish joylarini aytib bering.
7. Komparatorlar vazifasini tushuntiring.
8. Triggerlar qayerda ishlatiladi?
9. Parallel va ketma-ket registrlar bir-biridan qanday farqlanadi?
10. Hisoblagichlarning hisoblash texnikasida qo'llanilishi jarayonini tushuntiring.

11. Integral mikroshemali xotira qurilmalarining qanday turlari mavjud?
12. RAO'ning qo'llanilish so'zlarini sanab o'ting.
13. OK ni RAO' sxemasidagi funksiyasi qanday?
14. RAO' asosiy parametrlarini tavsiflang.
15. ARO'ning asosiy prinsiplari va tavsiflari nima?
16. Ketma-ket hisob ARO' ning strukturasi tushuntiring.
17. Parallel harakatli ARO' ning ishlashini tavsiflang.
18. Parallel-ketma-ket harakatli ARO' ishlashini tavsiflang.
19. Mikrooperatsiya tilini izohlab bering.
20. MPA funksiyasini tushuntiring.
21. Boshqarish qurilmasining dastur va mikro dastur qismlari nima?
22. Boshqarish avtomatlarini qurishdagi sxemali va mantiqiy dasturlash usullarining bir-biridan farqini tushuntiring.
23. MBQ strukturasi tushuntiring.
24. Avtomatlarning struktur sintezi nima?

### III bob. MIKROPROTSESSORLAR VA MIKROPROTSESSOR SISTEMALARI

#### 3.1. Asosiy tushunchalar

Turli ma'lumotlarni yig'ish, ularga ishlov berish, axborotlarni uzatish, hisoblab chiqarish va belgilar bilan manipulyatsiya qilishga oid va shu kabi boshqa qobiliyatlarga ega bo'lib, bajaradigan ishi dasturlanadigan ko'p funksional elektron uskuna *kompyuter* deb ataladi (ingl. computer – hisoblovchi uskuna).

Kompyuterlar negizini, asosan, elektron va elektromexanik qurilma va elementlar qo'llanilgan tarzda yaratilgan apparatlar (ingl. Hardware) tashkil etadi. Oldindan kiritilgan bo'lib, arifmetik, mantiqiy va shu kabi boshqa operatsiyalarni aniq belgilangan izchilligidan iborat muayyan dasturlar (ingl. Software – dasturiy ta'minot) bajarilishi – kompyuter bajaradigan asosiy ish tamoyili sanaladi.

Kompyuterga oid har qanday dastur alohida komandalar ketma-ketligidan iboratdir. Komanda esa, o'z navbatida, kompyuter bajariishi kerak bo'lgan operatsiya tavsifi bo'lib, odatda, o'z kodi (shartli belgisi), dastlabki ma'lumotlari (ya'ni operandlari) va pirovard natijaga ega.

Komanda natijasi, ushbu komanda uchun kompyuter konstruktsiyasining zamiriga olingan aniq belgilangan qoidalar bo'yicha shakllanadi.

Muayyan kompyuter tomonidan bajariladigan komandalar majmui ushbu kompyuter komandalari ning tizimi deb ataladi.

Kompyuter arxitekturasi tushunchasi ostida kompyuterning mantiqan tashkil topgan qismi, tuzilishi va resurslari, ya'ni ma'lumotlarga ishlov berish jarayoni uchun muayyan vaqtga ajratib beriladigan hisoblash tizimiga mansub vositalar majmui tushuniladi.

Aksariyat EHMlar tuzilishining asosiga 1945-yil Jon fon Neyman tomonidan ta'riflangan tamoyillar olingan, jumladan:

1. Dasturiy boshqaruv tamoyili (dastur komandalar to'plamidan tashkil topgan bo'lib, ular protsessor tomonidan avtomatik ravishda muayyan izchillikda ketma-ket bajariladi).

2. Xotiraning bir jinsli (o'xshash) bo'lish tamoyili (ya'ni: dastur va ma'lumotlar ayni bitta xotirada saqlanadi; ma'lumotlar bilan qanday harakatlar bajarilsa, komandalarga nisbatan ham xuddi shunday harakatlar bajarish mumkin).

3. Adreslilik tamoyili (asosiy xotira qurilmasi tuzilish jihatidan raqamlangan xotira yacheykalaridan tashkil topadi).

Bunday tamoyillar asosida yaratilgan EHMlar fon Neyman arxitekturasi deb nomlanadigan mukammal (klassik) arxitekturaga ega.

ShK arxitekturasi kompyuterning asosiy mantiqiy uzellari, jumladan, MzP, asosiy xotira qurilmasi, tashqi xotira qurilmasi va tashqi qurilmalarning ishlash tamoyili, o'zaro informatsion aloqalari va ulanishini belgilaydi.

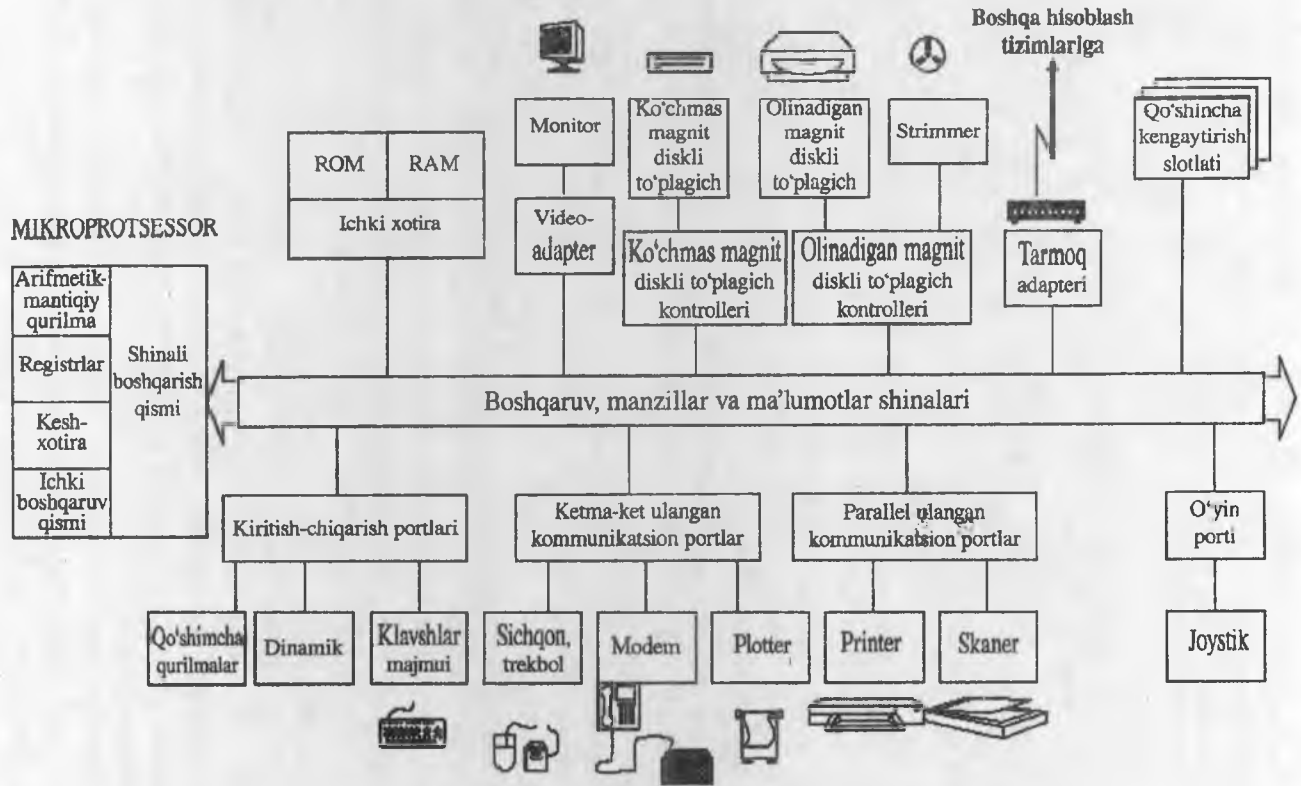
Protessor arxitekturasi belgilab beruvchi asosiy elektron komponentlar (tarkibiy qismlar) kompyuterning asosiy platasida joylashadi. Ushbu plata, odatda, *tizim platasi* deb ataladi (ingl. Mother board – birlashtiruvchi plata). Qo'shimcha qurilmalarga mansub kontroller va adapterlar (moslashtiruvchi qurilmalar) yoki xususan qo'shimcha qurilmalarning o'zi esa kengaytirish platalari (ingl. Daughter board – tarmoqlangan plata) ko'rinishida bajariladi va shinaga kengaytirish ajratkichlari vositasida ulanadi. Ushbu ajratkichlarning boshqacha nomi *kengaytirish slotlari* (ingl. slot – tirqish, oraliq) deb ataladi.

Kompyuter arxitekturasi, odatda, arxitektura xususiyatlarining foydalanuvchi uchun katta ahamiyatga ega bo'ladigan majmui bilan belgilanadi. Bunda asosiy e'tibor mashinaning tuzilishi va funksional imkoniyatlariga qaratiladi. Ushbu imkoniyatlar asosiy va qo'shimcha funksional imkoniyatlarga farq qiladi.

Asosiy funksiyalar EHM vazifasini belgilab beradi. Uning vazifalari jumlasiga axborotga ishlov berish, saqlash va tashqi obyektlar bilan axborot almashinish kiradi.

Qo'shimcha funksiyalar esa asosiy funksiyalar samarasini oshiradi, ya'ni mashina ishining unumli rejimi, yuqori ishonchliligi, foydalanuvchi bilan mashina o'rtasida dialog qaror topishi va shu kabilarni ta'minlaydi. EHMning sanab o'tilgan funksiyalari mashina komponentlari, jumladan, apparat vositalari va dasturiy vositalar yordamida amalga oshadi.

Kompyuterning tuzilishi – kompyuter komponentlarining tarkibi, ular orasida bajariladigan harakatlar tartibi va tamoyillarini belgilab beruvchi muayyan modeldir (3.1-rasm).



3.1-rasm. Kompyuter komponentlarining tarkibi.

ShKning asosiy bloklari va ularning vazifalarini ko'rib chiqamiz.

**Mikroprotessor (MP).** Bu ShKdagi markaziy blok bo'lib, mashinaning barcha bloklari bajaradigan ishlarni boshqarish hamda axborot bilan arifmetik va mantiqiy operatsiyalar bajarish uchun mo'ljallangan.

Mikroprotessor tarkibiga quyidagilar kiradi:

**boshqaruv qurilmasi (BQ)** – oldin bajarilgan operatsiyalarning natijalari va ayni fursatda bajarilayotgan operatsiyadan kelib chiqadigan muayyan boshqaruv signallarini (boshqaruv impulslarini) shakllantirib, mashinaning barcha bloklariga zaruriy fursatlarda uzatib boradi; bajarilayotgan operatsiyada foydalaniladigan xotira yacheykalarining adreslarini shakllantirib, ularni EHMning tegishli bloklariga uzatadi; mazkur boshqaruv qurilmasi impulslarning asosiy izchilligini taktli impulslar generatoridan oladi;

**arifmetik-mantiqiy qurilma (AMQ)** – sonli va belgili axborot bilan bajariladigan barcha arifmetik va mantiqiy operatsiyalarni amalga oshirish uchun mo'ljallangan (ShKning ayrim modellarida operatsiyalar ijrosini jadallashtirish uchun AMQga qo'shimcha matematik soprotessor ulanadi);

**mikroprotessor xotirasi (MPX)** – mashina ishining bevosita taktlarida bajarilayotgan hisob ishlarida qo'llaniladigan axborotni qisqa muddatga yozib olish va aks ettirish (uzatish) uchun xizmat qiladi. Negaki, asosiy xotira qurilmasi (AXQ) doim ham tez ishlovchi mikroprotessor samarali ishlashi uchun zarur bo'ladigan axborot yozish, qidirish va hisoblab chiqarish tezligini ta'minlay olmaydi;

**registrlar** – uzunligi turlicha bo'la oladigan tez ishlovchi xotira yacheykalari (standart uzunligi 1 baytga teng va ish tezligi ancha past bo'lgan AXQ yacheykalaridan farq qiladi);

**mikroprotessorning interfeys tizimi** – ShKning boshqa qurilmalari bilan ulanib, aloqa bog'lashini ta'minlaydi; o'z ichiga MPning ichki interfeysi va xotirada saqlovchi bufer registrlarni hamda kiritish-chiqarish portlari (KChP) va tizim shinasini boshqarish sxemasini mujassam etadi.

**Interfeys** (ingl. interface) – kompyuterda mavjud qurilmalarni o'zaro ulab, ular o'rtasida aloqa bog'lash va unumli hamkorligini ta'minlash uchun mo'ljallangan vositalar majmui.

**kiritish-chiqarish porti** (ingl. I/O – Input/Output port) — mikroprotsessorga ShKning boshqa qurilmasini bog‘lash imkonini beruvchi ulash apparati.

Mikroprotsessor, boshqacha nomi – markaziy protsessor (MzP).

Markaziy protsessor (CPU, ingl. Central Processing Unit) – kompyuterning dastur tomonidan berilgan arifmetik va mantiqiy operatsiyalarni bajaradigan asosiy ish komponenti bo‘lib, hisoblash jarayonini boshqaradi va kompyuterda mavjud barcha qurilmalar ishini muvofiqlashtiradi.

Aksariyat hollarda MzP o‘z ichiga:

- arifmetik-mantiqiy qurilmani;
- ma’lumotlar shinalari va adreslar shinalarini;
- registrlarni;
- komandalar hisoblagichini;
- kesh – kichik hajmli (virtual) xotiraga juda tez (8 dan 512 Kbaytga qadar) saqlash qurilmasini;
- nuqtasi o‘zgaruvchan sonlarning matematik soprotsessorini mujassam etadi.

Zamonaviy protsessorlar mikroprotsessorlar ko‘rinishida tayyorlanadi. Jismonan mikroprotsessor integral sxema ko‘rinishidan iborat, ya’ni u umumiy maydoni atigi bir necha kvadrat millimetr keladigan to‘g‘riburchak shaklga ega kristall holatdagi kremniyning yupqa plastinkasi ko‘rinishida tayyorlangan bo‘lib, ustiga protsessorning barcha ishlarini bajaradigan sxemalar (qoliplar) joylashtirilgan. Ushbu kristall-plastinka, odatda, plastmassa yoki sopoldan tayyorlangan yassi korpusga joylanib, kompyuterning tizim platasiga ulash imkoni bo‘lishi uchun metall tilchalariga ega tilla simlar bilan ulanadi.

Hisoblash tizimida parallel ishlaydigan bir nechta protsessorlar bo‘lishi mumkin. Bunday tizimlar – *ko‘p protsessorli tizimlar* deb ataladi.

Boshqaruv qurilmasi funksional jihatdan ShKning eng murakkab qurilmasi sanaladi. Ushbu qurilma **yo‘riqlarning kodli shinalari** (YKSh) vositasida mashinaning barcha bloklariga etib boradigan boshqaruv signallarini shakllantiradi.

**Komandalar registri** – xotirada saqlaydigan registr bo‘lib, unda

komanda kodi, ya'ni bajarilayotgan operatsiya kodi hamda operatsiyada ishtirok etayotgan operandlarning adreslari saqlanadi. Komandalar registri MPning interfeys qismida, komandalar registrlari uchun mo'ljallangan blok ichida joylashgan.

**Operatsiyalar deshifratrlari** – mantiqiy blok bo'lib, komandalar registridan kelayotgan operatsiya kodiga (OK) muvofiq o'zida mavjud ko'plab chiqish yo'llaridan birini tanlaydi.

**Mikrodasturlarni xotirada doimo saqlovchi qurilma (XDSQ)** – ShK bloklarida axborotga ishlov berish operatsiyalari bajarilishi uchun zarur bo'ladigan boshqaruvchi signallarni (impulslarni) o'z yacheykalarida saqlaydigan qurilma sanaladi. Deshifrator tomonidan operatsiya kodiga muvofiq tanlangan operatsiya impulsi boshqaruvchi signallarning zaruriy izchilligini mikrodasturlarni XDSQ ichidan solishtirib chiqaradi.

**Adresni shakllantiruvchi uzul** (MPning interfeys qismi ichida joylashgan) – komandalar registri va MPX registrlaridan kelayotgan rekvizitlar bo'yicha xotira (registr) yacheykasining to'liq adresini hisoblab chiqaradigan qurilma.

Ma'lumotlarning kodli shinasi, adreslar va yo'riqlar – mikroprotsessordagi ichki shinning bir qismi sanaladi. Aksariyat hollarda BQ quyidagi asosiy amallarning bajarilishi uchun mo'ljallangan boshqaruv signallarini shakllantiradi:

– MPX komandasining adres hisoblagich-registr ichidan dasturning navbatdagi komandasi saqlanayotgan xotiraga **tezkor saqlash qurilmasi (XTSQ)** yacheykasining adresini tanlab olish;

– XTSQ yacheykasi ichidan navbatdagi komandaning kodini tanlab olish hamda solishtirib chiqarilgan komandani komandalar registriga qabul qilib olish;

– operatsiya kodlari va tanlangan komanda alomatlarining shifrini ochish;

– XTSQning shifri ochilgan operatsiya kodiga muvofiq keluvchi yacheykalar ichidan boshqaruvchi signallarning (impulslarning) mashinada mavjud barcha bloklarda ma'lum operatsiya ijrosining tartibini hamda boshqaruvchi signallarning ushbu bloklarga qayta yuborilish tartibini belgilab beruvchi mikrodasturlarni solishtirib chiqarish;



– komandalar registri va MPX registrlari ichidan hisoblarda ishtirok etayotgan operandlar (sonlar) adreslarining alohida tarkibiy qismlarini solishtirib chiqarish hamda operandlarning to‘liq adreslarini shakllantirish;

– operandlarni (shakllangan adreslar bo‘yicha) tanlash va ushbu operandlarga ishlov berishga oid ma‘lum operatsiyani bajarish;

– amalga oshirilgan operatsiya natijalarini xotirada saqlash;

– dasturning navbatdagi komandasiga taalluqli adresini shakllantirish.

**Arifmetik-mantiqiy qurilma** – axborotni o‘zgartirishga oid arifmetik va mantiqiy operatsiyalarni bajarish uchun mo‘ljallangan qurilma sanaladi.

Funksional jihatdan AMQ, odatda, ikkita registr, summator va boshqaruv sxemasidan (mahalliy boshqaruv qurilmasidan) tashkil topgan.

**Summator** – kirish qismiga kelayotgan ikkilik sonli kodlarni qo‘shish amalini bajaruvchi hisoblash sxemasi bo‘lib, mashinaning ikkilangan so‘ziga oid razryadlilik darajasiga ega. Uzunligi turlicha bo‘lgan tez ishlovchi xotira registrlari: 1-registr (Pr1) ikkilangan so‘z, 2-registr (Pr2) esa bitta so‘zga oid razryadlilik darajasiga ega.

Operatsiya bajarilayotgan paytda Pr1 ichida operatsiyada ishtirok etayotgan birinchi son, operatsiya yakuniga yetgach, natija joylashadi; Pr2 ichida esa operatsiyada ishtirok etayotgan ikkinchi son joylashib, operatsiya yakuniga yetgach, uning ichidagi axborot o‘zgarib qoladi. 1-registr axborotni ma‘lumotlarning kodli shinasidan olishi va xuddi shu shinasi orqali uzatishi mumkin.

Boshqaruv sxemasi yo‘riqlarning kodli shinasi orqali boshqaruv qurilmasidan boshqaruv signallarini qabul qilib, registrlar va AMQ summatori ishini boshqarish uchun mo‘ljallangan signallarga aylantiradi.

AMQ arifmetik (+, -, ·, :) operatsiyalarni faqat so‘nggi razryad-dan so‘ng qayd etilgan vergulli ikkilik axborotga, ya‘ni faqat butun ikkilik sonlarga nisbatan bajaradi.

O'zgaruvchan vergulli ikkilik sonlar hamda ikkilik-kodlashgan o'ni sonlarga nisbatan operatsiyalar ijrosi matematik soprotsektor yoki maxsus tuzilgan dasturlar jalb etilgan tarzda bajariladi.

**Mikroprotsektor xotirasi (MPX)** – kichik hajmga ega xotira bo'lsa hamki, u haddan tashqari tez ishlaydi (bunda, MPXga murojaat qilish vaqti, ya'ni ushbu xotiradan axborotni qidirib topish, yozish yoki solishtirib chiqarish uchun sarflanadigan vaqt nanosoniyalarda o'lchanadi).

Mazkur xotira qurilmasi axborotni qisqa muddat davomida saqlash, yozib olish va mashinaning hisoblarda ishtirok etayotgan taktlariga bevosita uzatish uchun mo'ljallangan. MPX mashinaning yuqori tezlikda ishlashini ta'minlash uchun qo'llaniladi, negaki asosiy xotira qurilmasi tez ishlaydigan mikroprotsektorning umumli ishlashi uchun zarur bo'ladigan axborot yozish, qidirib topish va solishtirib chiqarish tezligini doim ham ta'minlay olmaydi.

Mikroprotsektor xotirasi razryadlilik darajasi bitta mashina so'zidan kam bo'lmagan tez ishlovchi registrlardan tashkil topgan. Registrlarning soni va razryadlilik darajasi turli mikroprotsektorlarda har xil bo'ladi.

Mikroprotsektor registrlari unummaqsadli registrlar va maxsus registrlarga farq qiladi.

Maxsus registrlar turli manzillarni (misol uchun, komandalar adreslarini), bajarilgan operatsiyalarning alomatlarini, ShKning ish rejimlarini (misol uchun, bayroqchalar registrlarini) va shu kabilarni saqlash uchun qo'llaniladi.

Umummaqsadli registrlar universal registrlar bo'lib, har qanday axborotni saqlash uchun qo'llanilishi mumkin. Biroq, ularning ayrimlari bir qator amallar ijrosiga majburiy ravishda jalb etilgan bo'lishi shart.

MPning interfeys qismi MPni ShKning tizim shinasida vositasida bog'lash va muvofiqlashtirish, shuningdek, amalga oshayotgan dastur komandalarini qabul qilib, dastlabki tahlildan o'tkazish hamda operandlar va komandalarning to'liq manzillarini shakllantirish uchun mo'ljallangan.

Interfeys qism o'z tarkibiga MPXning adresli registrlarini, adres

shakllantiruvchi uzelni, MPdagi komandalarning buferi sanaladigan komandalar registrlarining blokini, MPning ichki interfeys shinasini hamda kiritish-chiqarish portlari va tizim shinasini boshqarish sxemasini mujassam etadi.

**Kiritish-chiqarish portlari** – ShKning tizim interfeysiga qarashli punktlar bo‘lib, MP ayni shu punktlar orqali boshqa qurilmalar bilan axborot almashinadi. MPda hammasi bo‘lib 65536 ta portlar bo‘lishi mumkin. Har bir port xotira yacheykasining adresiga mos keluvchi adresga, ya‘ni port raqamiga ega. Ushbu adres (port raqami) asosiy kompyuter xotirasining bir bo‘lagi emas, balki kiritish-chiqarish qurilmasining ushbu portdan foydalanuvchi qismi sanaladi.

Qurilma porti o‘z ichiga ma‘lumotlar almashinuvi va boshqaruvchi axborot bilan almashinish uchun mo‘ljallangan ulash apparatlari va ikkita xotira registrini mujassam etadi. Ayrim tashqi qurilmalar almashinishi darkor bo‘lgan axborotning katta hajmini saqlash uchun asosiy xotiradan ham foydalanadi. Aksariyat standart qurilmalar (klavishlar majmui, printer, soprotsessor va shu kabi qurilmalar) o‘ziga muntazam biriktirilgan kiritish-chiqarish portlariga ega.

Kiritish-chiqarish portlari va tizim shinasini boshqarish sxemasi quyidagi vazifalarni bajaradi:

- port manzilini va ushbu adres uchun boshqaruvchi (portni qabul yoki uzatish rejimiga ulash va shu kabi) axborotni shakllantirish;
- portdan boshqaruvchi axborotni, portning ishga shayligi va holati to‘g‘risidagi axborotni qabul qilish;
- kiritish-chiqarish qurilmasining porti bilan MP o‘rtasidagi ma‘lumotlar uchun tizim interfeysining boshidan oxirigacha ketgan kanalni tashkillashtirish.

Kiritish-chiqarish portlari va tizim shinasini boshqarish sxemasi portlar bilan aloqa bog‘lash uchun yo‘riqlarning kodli shimasi (YKSh), adreslar va tizim shinasidagi ma‘lumotlardan foydalanadi, ya‘ni: MP portiga kirish mobaynida YKSh orqali signal uzatadi. Ushbu signal barcha kiritish-chiqarish qurilmalariga adreslarning kodli shinasidagi (AKSh) adres port adresi ekanligi haqida xabar beradi, so‘ngra xususan port adresini uzatadi. Bunday signalni qabul qilib, port adresi mos tushgan qurilma ishga shay ekanligi haqida javob

qaytaradi va shundan so'nggina MKSh orqali ma'lumotlar almashinuvi ro'y beradi.

Muayyan protsessor, adres belgilashning qaysi usullari unda joriy etilganligiga bog'liq holda, u yoki bu adres registrlariga ega bo'ladi. Adres belgilashning usullari qanchalik murakkab bo'lsa, operand adresining hisoblab chiqarilishi uchun shuncha ko'p vaqt talab qilinadi. Mikroprotsessorlar arxitekturasi rivojining bugungi yo'nalishlaridan biri – joiz komandalar sonining qisqartirilishi orqali har qanday komandaning bitta mashina sikli davomida bajarilishiga erishishga asoslanadi. Bunday protsessorlar RISC protsessorlar (Reduced Instruction Set Computer) deb ataladi. Bunday qurilmaga misol tariqasida Motorola firmasining PowerPC mikroprotsessorini keltirish mumkin.

Kiritish-chiqarish tizimi tarkibida bir qator funksional jihatdan nihoyasiga yetkazilgan qurilmalarni ham ko'rsatib o'tish mumkin. Bunday qurilmalar tizimning yagona magistraliga bevosita ulanadigan modullar sifatida tashkillashtiriladi. Oddiy holatda ushbu modullar MzPga ulanadigan bufer registrlar – **kiritish-chiqarish portlari** sanaladi. Portlar blokida mavjud dasturiy boshqariladigan yanada murakkab kichik kiritish-chiqarish tizimlari **tashqi adapterlar** nomini olgan. Kiritish-chiqarish vositalari maxsus tashqi jihozlarni boshqarish va kiritish-chiqarishga oid o'ziga xos vazifalarni amalga oshirish uchun mo'ljallangan bo'lsa, **tashqi kontrollerlar** deb ataladi. Bugungi kunda o'zining xotirasida saqlanadigan o'z dasturi bo'yicha ishlaydigan, umuman olganda alohida mikroprotsessor tizimi sifatida ko'riladigan **kiritish-chiqarish soprotsessorlari** – tashqi kiritish-chiqarish qurilmalari bilan axborot almashinuvchi zamonaviy vositalarning eng murakkab turlaridan biri sifatida e'tirof etilmoqda. Bunday tizimga misol tariqasida Analog Devices firmasining mahsuloti, mikroprotsessor tizimini o'zgaruvchan tok bilan ishlovchi yuritmani boshqaradigan ventilli o'zgartirgich bilan ulash uchun mo'ljallangan ADMC-200 vektorli soprotsessorni keltirish mumkin. Ushbu soprotsessor o'z ichiga qator kanallar, o'zgaruvchan tok bilan ishlaydigan sinxron va asinxron dvigatelni vektorli boshqarish algoritmini amalga

o'shiring uchun zarur bo'ladigan Park-Klark vektorli o'zgarishlarni vujudga keltiruvchi murakkab qurilma va bloklarni mujassam etadi. Biroq, kiritish-chiqarishga oid muayyan kichik tizimning qanchalik murakkab bo'lishidan qat'i nazar, ularning barchasi MzP uchun, odatda, DSEG ma'lumotlar xotirasining bir qismi sanaladigan u yoki bu registrlar to'plami sifatida shakllanadi.

Bitta komanda yordamida MzP ishlov bera oladigan axborot bitlarining miqdori mikroprotessor tizimining razryadlilik darajasi deb e'tirof etilgan. Mikroprotessorning razryadlilik darajasi undagi arifmetik mantiqiy qurilma, ichki ma'lumotlar registrlari va tashqi ma'lumotlar shinasining razryadlilik darajasi bilan belgilanadi. Bugungi kunda 8, 16, 32 va 64 razryadli mikroprotessorlar mavjud. Mikroprotessorning razryadlilik darajasidan yuqori razryadlilik darajasiga ega axborotga ishlov berish uchun razryadlilik darajasi yuqori bo'lgan hisoblab chiqarish amallarining maxsus algoritmini joriy etish zarur. Bunday algoritmlar amalga oshishi uchun ko'p vaqt talab qilinadi. Shu bois ham muayyan razryadlilik darajasiga ega hisoblab chiqarish ishlari mobaynida mikroprotessor tizimining razryadlilik darajasini oshirish amallari tizimning tez ishlash qobiliyatini oshirish bilan bevosita bog'liqdir.

Protessor ma'lumotlarni qaysi formatda o'ziga qabul qilib, ishlov berish qobiliyatiga egaligiga bog'liq holda mikroprotessorlar: belgilangan nuqtali mikroprotessorlarga va nuqtasi o'zgaruvchan mikroprotessorlarga farq qiladi. Hisoblab chiqarish amallari va razryadlilik darajasi muayyan aniqlikka ega bo'lganida, nuqtasi o'zgaruvchan formatda ifodalangan sonlar diapazoni belgilangan nuqtali formatda ifodalangan sonlar diapazonidan sezilarli darajada keng bo'ladi. Shu bois ham nuqtasi o'zgaruvchan hisoblab chiqarish amallari natijaning aniqligini oshirish uchun qo'llaniladi. O'xshash algoritmlarning belgilangan nuqtali mikroprotessorlarda joriy etilishi hisoblab chiqarish amallariga ko'p vaqt sarf etilishiga, demakki, tizimning tez ishlash qobiliyati sustlashishiga olib keladi. Nuqtasi o'zgaruvchan mikroprotessorlar bitta komanda yordamida nuqtasi o'zgaruvchan sonlar ustidan arifmetik operatsiyalar bajarish qobiliyatiga ega. Shuning uchun bunday protessorlar o'xshash hisoblab chiqarish amallarini

belgilangan nuqtali mikroprotsektorlarga nisbatan sezilarli darajada tez bajaradi.

Shunday mikroprotsektorlar ham borki, ularning arxitekturasini muayyan toifaga mansub hisoblab chiqarish amallarini bajarish uchun moslashtirilgan. Bunday protsektorlar jumlasiga DSP (Digital Signal Processor) «signallarga raqamli ishlov berish protsektorlari» kiradi. Ularning arxitekturasi audio va video kodlashtirish, roslash, raqamli filtrlash, raqamli aloqa kabi «real vaqt» miqyosida bajarilishi talab qilinadigan ko'plab masalalarda qo'llaniladigan ma'lumotlarga rekurrent ishlov berish algoritmlarini yuqori unumdorlik bilan amalga oshirish imkonini beruvchi o'ziga xos jihatlarga ega. Bunday arxitekturalarning barchasi, odatda, Garvard arxitekturasi asosida yaratilgan. Zamonaviy DSP «signallarga raqamli ishlov berish protsektorlari» CSEG va DSEG uchun alohida manzilma'lumot shinalariga ega. Bu esa, o'z navbatida, ularga bitta komanda yordamida har xil xotira qurilmalariga kirib borish va ma'lumotlar bilan bir nechta operatsiyalar bajarish imkonini beradi. DSPlarning o'ziga xos asosiy xususiyati shundan iboratki, barcha protsektorlarda mavjud oddiy AMQdan tashqari ular yana bir nechta hisoblash qurilmalariga ega. Bunday qurilmalar jumlasiga birinchi navbatda MAU (Multiple Accumulator Unit) «ko'paytiruvchi akkumulyator» kiradi. Ushbu qurilma bitta komanda yordamida ikkita ko'p razryadli sonni ko'paytirish hamda razryadi ikki hissa oshgan natijani oldin bajarilgan komanda natijasiga qo'shish qobiliyatiga ega. Shunga o'xshash «ko'paytirish-qo'shish» operatsiyasi barcha rekurrent algoritmlarda qo'llaniladi. MAUning protsektor shinalari tuzilishiga oid yuqorida zikr etilgan xususiyatlar bilan uyg'un ravishda mavjudligi DSPga bitta komanda davomida rekurrent algoritmining bitta qadamini to'liq bajarish va navbatdagi qadam ijrosi uchun dastlabki ma'lumotlarni tayyorlash imkonini beradi. Hisoblab chiqaruvchi qo'shimcha qurilmalardan yana biri S (Shifter) «ko'p razryadli siljish registri»dir. Ushbu qurilma razryadlilik darajasi AMQning razryadlilik darajasidan oshadigan sonlar bilan siljish operatsiyalarini amalga oshirish qobiliyatiga ega. Hisoblab chiqaruvchi ushbu qurilmalarning birgalikda bajaradigan ishi hisoblab chiqarish unumdorligi bo'yicha har

qanday boshqa protsessorlar bilan qiyoslab bo'lmaydigan rekurrent algoritmlar ijrosiga erishish imkonini beradi. Zamonaviy DSPga misol tariqasida quyidagi larni sanab o'tish mumkin:

– Analog Devices firmasining ADSP-21XX oilasiga mansub – belgilangan nuqtali 16 razryadli DSP, unumdorligi 30 MIPSga qadar;

– Texas Instruments firmasining TMS320C3X oilasiga mansub – nuqtasi o'zgaruvchan 32 razryadli DSP, unumdorligi 30 MIPS, 60 MFLOPSga qadar;

– Texas Instruments firmasining TMS320C240 – belgilangan nuqtali 16 razryadli DSP, uzatmani boshqarish vazifasi uchun moslashtirilgan.

1971-yili Intel kompaniyasi o'zining eng birinchi mikroprotsessorini havola etganida, ushbu texnologiya kelajakda qanday murakkab apparatlar yaratilishiga olib kelishini o'shanda hech kim xayoliga ham keltirmagan edi.

Intel – INTEgrated ELEctronics korporatsiyasi 1968-yili Robert Noys (Robert Noyce) va Gordon Mur (Gordon Moore) tomonidan yaratilgan bo'lib, ularga, keyinchalik Intel korporatsiyasining Direktorlar kengashi raisi lavozimigacha ko'tarilgan Endryu Grouv (Andrew Grove) ham o'sha yili qo'shildi. 1974-yili korporatsiyaga uning bo'lajak prezidenti va bosh boshqaruvchisi Kreyg Barrett (Craig Barrett) keldi. Biroq, bungacha mikroprotsessorni yaratish borasidagi tajribalar dastlab, Shockley Semiconductor Laboratory firmasi, so'ngra Fairchild Semiconductor firmasida (yarimo'tkazgichlar laboratoriyalari) o'tkazilgan edi. Noys va Gordon ikkala firma xodimlari bo'lishib, ular yaratishgan Intel ushbu firmalarda to'plangan tajribalarni tabiiy ravishda o'ziga mujassam etgan qandaydir alkimyo tarkibga o'xshash korxonaga bo'ldi.

Noys miyasiga sxema yig'ish mobaynida simlardan foydalanmasdan elementlarni bitta kremniyli plastina ustida yig'ib, o'zaro ulab ko'rish g'oyasi kelgan.

1959-yili Noys diffuzion integral yoki metall changi purkalgan rezistorlar haqida, teskari yo'nalishga qo'zg'atilgan p–n–o'tishlar yordamida asboblarni bir-biridan izolyatsiya qilish xususida hamda yuzaga metall changini purkash yo'li bilan hosil qilingan oksidlarda

ochilgan teshiklar orqali elementlarni bir-biri bilan ulash to'g'risida o'zining birinchi batafsil ma'lumotnomasini havola etdi. Yana bir oy o'tgach, Noys bir nechta elementlarni bitta kristall ustiga joylashtirish g'oyasi bilan o'rtoqlashdi. Ayni shu fursatdan integral sxema haqidagi g'oya real voqelikka aylandi. Fairchild Semiconductor muvaffaqiyat cho'qqisiga chiqqan paytda Robert Noys va Gordon Mur Intel firmasini yaratish maqsadida o'z firmalarini tark etishdi.

1971-yilning noyabr oyida Intel korporatsiyasi o'zining uch nafar muhandisi tomonidan ishlab chiqilgan va tijorat maqsadlarida tarqatish uchun mo'ljallangan, dunyoda eng birinchi 4004 rusumli mikroprotsessor yaratganini e'lon qildi. Bugungi standartlarga ko'ra juda sodda sanaladigan ushbu mikroprotsessor tarkibida atigi 2300 ta tranzistor bo'lib, soniyada bor-yo'g'i 60000 ta hisoblash operatsiyalarini bajargan xolos.

Bugungi mikroprotsessorlar ommaviy ishlab chiqarilayotgan juda murakkab mahsulot bo'lib, o'z ichiga 5, 5 milliondan ortiq tranzistorni mujassam etadi, soniyada yuzlab million operatsiyalar bajaradi. Bu borada olib borilayotgan tadqiqotlar esa tobora jadal kechmoqda.

1971-yili Intel korporatsiyasining birinchi mikroprotsessori yaratildi. 4004 rusumli ushbu mikroprotsessor to'rt bitli bo'lgan, ya'ni u to'rt bitli sonlarni saqlay olgan, ularga ishlov bergan, xotira qurilmasida saqlagan yoki undan hisoblab chiqargan bo'lib, kalkulyatorlarda qo'llash uchun mo'ljallangan. 4004 rusumli chip (yoki kristall) o'sha davrda dunyoda eng zo'r kompyuter sanalgan Amerika hukumatining ENIAC rusumli kompyuteridan ham kuchli vosita sifatida e'tirof etildi. Jumladan, ushbu kompyuter soniyada 5000 yo'riq bajargan bo'lsa, 4004 esa 60 000 yo'riqqa ishlov bergan. Ayni paytda chip barmoq uchida joylashgan bo'lsa (uning o'lchami 1/6 ga 1/8 duym bo'lgan), ENIAC 3000 kvadrat fut maydonni egallab, vazni 30 tonnadan ortiq bo'lgan. Xoffning ushbu ixtirosi o'z vaqtida Noysning integral sxemasi kabi katta ahamiyatga ega bo'lgan. Protsessor o'shanda «chip ustidagi kompyuter» nomini oldi. Negaki endi, zikr etilgan kompyuter tomonidan amalga oshirilgan jamiki arifmetik va mantiqiy vazifalar mixning qalpog'idek keladigan chip ichidan joy olgan edi. Darhaqiqat, 4004 umuman sun'iy intellekt tiz-



imlarini, xususan, shaxsiy kompyuter yaratilishi uchun yo'l ochib bergan inqilobiy ixtiro bo'lgan edi.

1972-yili Intel kompaniyasi o'zining navbatdagi mikroprotsessori ishlab chiqardi. Ushbu mikroprotsessorning quvvati o'tmishdoshining quvvatidan ikki hissa ortiq edi. Hisoblash texnologiyalarining jonbozi Don Lankaster (Don Lancaster) shaxsiy kompyuter prototipini ishlab chiqishda kiritish-chiqarish terminali sifatida 8008 rusumli protsessorni qo'lladi.

1974-yili chiqarilgan 8080 rusumli mikroprotsessori korporatsiyaga chinakam muvaffaqiyat keltirdi. Tashqi xotira «stek»ining (rus. «stek») paydo bo'lishi ayni shu mikroprotsessori bilan bog'liq bo'lib, kiritilgan har qanday dasturdan foydalanish imkonini yaratdi.

1978-yili Intel firmasi birinchi bo'lib 16 bitli 8086 rusumli mikroprotsessorni ishlab chiqardi. Ushbu mikroprotsessori 80x86 deb nom olgan butun boshli mikroprotsessori oilasining ajdodi bo'ldi. Sal o'tgach, uning o'rniga 8088 rusumli mikroprotsessori kelib, u 16 bitli ichki registrlarga ega va 8086 mikroprotsessori arxitekturasini takrorlagan bo'lsa ham, tashqi ma'lumotlar shinasini 8 bitni tashkil etgan. IBM korporatsiyasining endigina tashkil topgan bo'linmasi shaxsiy kompyuter yaratish va ishlab chiqarishga ixtisoslashgan bo'lib, ushbu bo'linma tomonidan xarid qilingan mazkur qurilmalarning yirik partiyasi 8088 rusumli protsessorni IBM PCning miyasiga aylantirdi.

Barcha mikroprotsessori 3 ta guruhga bo'lish mumkin:

– CISC tipidagi (Complex Instruction Set Command) to'liq, to'plamli buyruqlar tizimi bilan MP;

– RISC tipidagi (Reduced Instruction Set Command) qisqartirilgan to'plamli buyruqlar tizimi bilan MP;

– MISC tipidagi (Minimum Instruction Set Command) minimal to'plamli buyruqlar tizimi bilan va yetarlicha yuqori tezkor MP (hozirgi vaqtda bu modellar ishlab chiqish bosqichida turibdi).

IBM PC tipidagi ko'pchilik zamonaviy shklar CISC tipidagi MP larni ishlatadi, ular dan ba'zilarining tavsiflari 3.1-jadvalda keltirilgan.

Intel MPning modeli	Razryadlilik, bit		Taktli chastota, MHz	Adres kengligi, bayt	Buyruqlar soni	Elementlar soni va texnologiya	Chiqarilgan yili
	ma'lumotlar	adreslar					
1	2	3	4	5	6	7	8
4004	4	4	0,108	$4 \cdot 10^3$	45	2300 10 microns	1971
8080	8	8	2,0	$64 \cdot 10^3$		10000 6 microns	1974
8086	16	16	4,77 va 8	$10^6$	170	70000 3 microns	1979
8088	8, 16	16	4,77 va 8	$10^6$	170	70000 3 microns	1978
80186	16	20	8 va 10	$10^6$	170	140000	1981
80286	16	24	8–20	$10^6$ (virt. $10^6$ )	170	180000 1,5 microns	1982
80386	32	32	16–50	$16 \cdot 10^9$ (virt. $4 \cdot 10^9$ )	220	275000 1 microns	1985
80486	32	32	25–100	$16 \cdot 10^9$ (virt. $1 \cdot 10^9$ )	220	$1,2 \cdot 10^6$ microns	1989
Pentium	64	32	66–200	$4 \cdot 10^9$	220	$3,1 \cdot 10^6$ 0,8 microns	1993
Pentium	64	32	100–300	$4 \cdot 10^9$	220	$5,5 \cdot 10^6$ 0,35 microns	1995

### 3.2. Mikroprotssessor arxitekturasi

#### 3.2.1. Asosiy qurilmalar, ularning o'zaro bog'lanishi

**Mikroprotssessor arxitekturasi** – foydalanuvchi nuqtayi nazardan qaraladigan mantiqiy tuzilish bo'lib, MP tizimini tuzish uchun zarur bo'ladigan funksiyalarning apparatlar va dasturlar vositasida amalga oshirilishiga ko'ra mikroprotssessorda joriy etiladigan imkoniyatlarni belgilab beradi. Mikroprotssessor arxitekturasi tushunchasi quyidagilarni aks ettiradi:

– mikroprotssessor tuzilishini, ya'ni mikroprotssessorni tashkil etadigan tarkibiy qismlar komponentlarining majmui va ular orasidagi

aloqalarni (foydalanuvchi uchun mikroprotsessorning registrli modeli bilan cheklanish kifoyadir);

– ma'lumotlarning taqdim etilish usullari va ularning formatlarini;

– tuzilishning dasturiy jihatdan foydalanuvchi uchun tushunarli bo'lgan barcha elementlariga murojaat qilish usullarini (registrarlariga, doimiy va tezkor xotiralar yacheykalariga, tashqi qurilmalarga ma'lum adres bo'yicha murojaat qilish);

– mikroprotsessori tomonidan bajariladigan operatsiyalar to'plamini;

– mikroprotsessori tomonidan shakllantiriladigan va uning ichiga tashqaridan kirib keladigan boshqaruvchi so'zlar va signallar tavsifini;

– tashqi signallarga bildiriladigan munosabatlarni (uzilishlarga ishlov berish tizimi va shu kabilar).

Mikroprotsessori tizimining xotira bo'shlig'ini shakllantirish usuliga ko'ra MP arxitekturalari ikkita asosiy turga bo'linadi.

Dasturlar va ma'lumotlarni saqlash uchun bitta xotira bo'shlig'i qo'llanilgan tuzilish fon Neyman arxitekturasi deb ataladi (dasturlarni ma'lumotlar formatiga muvofiq keladigan formatda kodlash taklifini kiritgan matematik nomi berilgan).

Bunda, dasturlar ham, ma'lumotlar ham yagona bo'shliqda saqlanib, xotira uyasidagi axborot turiga ishora qiluvchi biror-bir aloqat bo'lmaydi. Bunday arxitekturaning afzalliklari jumlasiga mikroprotsessorning ichki tuzilishi nisbatan soddaligi va boshqaruvchi signallar sonining kamligi kiradi.

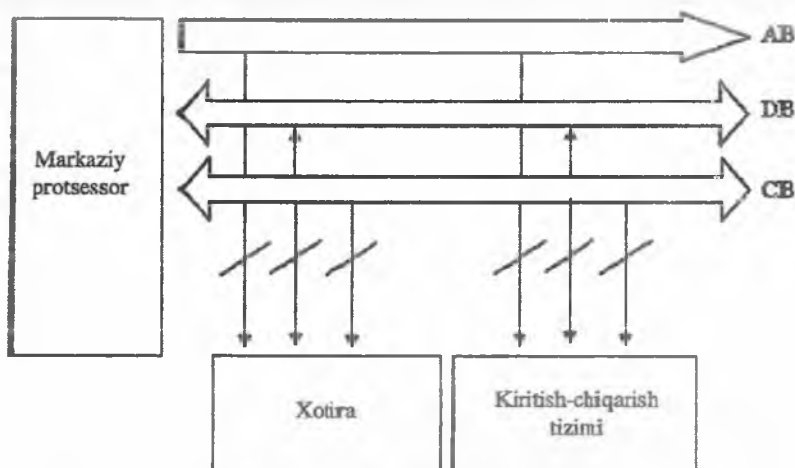
Dasturlar xotirasi CSEG (ingl. Code Segment) va ma'lumotlar xotirasi DSEG (ingl. Data Segment) o'zaro ajratilgan hamda har biri o'zining manzilli bo'shlig'i va kirish usullariga ega bo'lgan tarzda yaratilgan tuzilish Garvard arxitekturasi deb ataladi (shunday arxitekturaning yaratish taklifini kiritgan Garvard universiteti laboratoriyasining nomi berilgan).

Ushbu arxitektura nisbatan murakkab bo'lib, qo'shimcha boshqaruv signallarini talab qiladi. Biroq, u axborot bilan ancha uddaburon harakatlar bajarish, ixcham kodlashtiriladigan mashina komandalari

to'plamini joriy etish va qator hollarda mikroprotsessor ishini jadal-  
lashtirish imkonini beradi. Intel firmasining MCS-51 oilasiga man-  
sub mikrokontrollerlar mulohaza yuritilayotgan arxitekturalarning  
bir vakili sanaladi.

Bugungi kunda aralash arxitekturali mikroprotsessorlar ishlab  
chiqarilib, ularda CSEG va DSEG yagona adresli bo'shliqqa joylan-  
gan, ammo ular turli murojaat mexanizmlariga ega. Bunga aniq misol  
tarixida Intel firmasining 80x86 oilasiga mansub mikroprotsessor-  
larni keltirish mumkin.

Jismonan mikroprotsessor xotira qurilmasi hamda kiritish-chiqa-  
rish tizimi bilan tizim shinalarining yagona to'plami — tizim ichidagi  
magistral orqali hamkorlik qiladi. Ushbu magistral aksariyat hollar-  
da quyidagilardan tashkil topadi (3.2-rasm):



3.2-rasm. Uch shinali magistral.

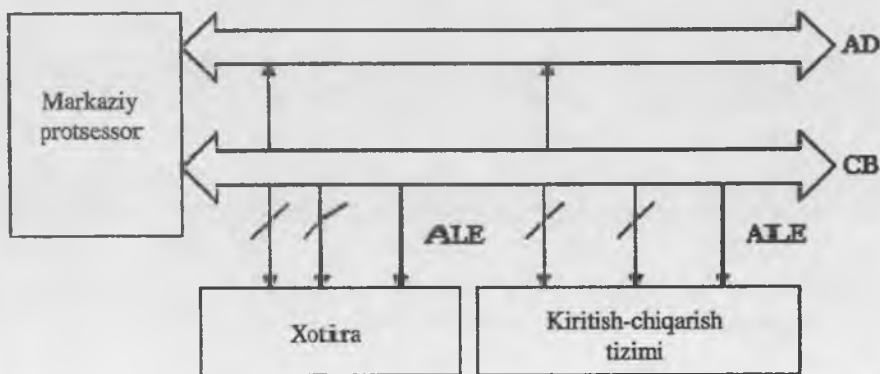
DB (ingl. Data Bus) rusumli ma'lumotlar shinalaridan (ush-  
bu shinalar orqali MzP, xotira va kiritish-chiqarish tizimi o'rtasida  
ma'lumotlar almashinuvi amalga oshadi);

AB (ingl. Address Bus) rusumli adreslar shinalaridan (murojaat  
qilinayotgan xotira va kiritish-chiqarish portlari yacheykalarining  
adreslarini uzatish uchun qo'llaniladi);

CB (ingl. Control Bus) rusumli boshqaruv shinalaridan (axborot almashinuvi sikllarini amalga oshirib, tizim ishini boshqaradigan signallar ayni shu shinalar orqali uzatiladi).

Shinalarning ayni shunday to'plami XTTK kanalini tashkil toptirish uchun ham qo'llaniladi. Bunday turdagi magistral demultipleks magistrali yoki ayiruvchi manzil va ma'lumotlar shinalariga ega uch shinali magistral deb ataladi.

Ayrim mikroprotssessorlarda magistralning jismoniy enini toraytirish maqsadida manzil-ma'lumotlarning qo'shma shinasi AD (ingl. Address/Data Bus) joriy etilib, ushbu shina orqali adreslar ham, ma'lumotlar ham uzatiladi. Adresga oid axborot uzatish bosqichi ma'lumotlar uzatish bosqichidan vaqt bo'yicha ajratilgan bo'lib, SV tarkibiga kiritilgan maxsus ALE (ingl. Address Latch Enable) signali vositasida stroblanadi. Ushbu magistral, odatda, multipleks magistral yoki adreslar va ma'lumotlarning qo'shma shinasi bilan birgalikdagi ikki shinali magistral deb ataladi (3.3-rasm):



3.3-rasm. Ikki shinali magistral.

Ma'lumotlarning magistral orqali tabiiy almashinishi kanalga so'zlar yoki baytlar vositasida bir-biridan keyin amalga oshiriladigan murojaatlar ko'rinishida kechadi. Magistralga murojaatlarning bitta sikli davomida MP, xotira qurilmasi va kiritish-chiqarish tizimi o'rtasida bitta so'z yoki bayt uzatiladi. Almashinishning bir nechta

sikllari mavjud. Ular jumlasiga **xotirani o'qish va xotiraga yozish sikllari** kiradi.

**Kiritish-chiqarish makoni izolyatsiya bo'lganida kiritish-chiqarish portini o'qish va kiritish-chiqarish portiga yozish sikllari qo'shiladi.**

Magistralda, ishlash tezligi MzPning ishlash tezligidan past bo'lgan qurilmalar ishlab turgan ayrim holatlarda RD, WR va shu kabi boshqa stroblar davomiyligi chetdagi modul tomonidan almashinish operatsiyasi to'g'ri bajarilishi uchun yetarli bo'lmay qolishi mumkin. Magistral operatsiya muvaffaqiyatli yakun topishini tashkillashtirish uchunгина CB tarkibiga maxsus READY signali kiritiladi. Kanalga murojaatlarning har bir siklida RD yoki WR strobasi yakuniga etishdan oldin MzP READY signalining holatini tekshiradi. Agar READY ushbu fursatda hali uloqtirib yuborilmagan bo'lsa, MzP tegishli stroba muddatini unga WS (ingl. Wait State) deb nomlanadigan kutish taktlarini o'rnatib, uzaytiradi. Mikroprotssorning ma'lum modeli va ish rejimiga bog'liq holda WSning maksimal miqdori cheklangan yoki cheklanmagan bo'lishi mumkin.

Magistralda amalga oshadigan ishning oddiy rejimida faqat bitta faol qurilma ishlaydi, u ham bo'lsa, MzP bo'lib, magistralda kechadigan ma'lumotlar almashinuvining barcha sikllarini qo'zg'atadi. Biroq, shunday holatlar ham joizki, bunda ayni bitta magistralda bir nechta faol qurilma bo'lib, ular ayni bir xotira va kiritish-chiqarish bloklari bilan ishlashi darkor bo'ladi. Boshqa faol qurilma ma'lumotlarni magistral bo'ylab uzata olishi uchun MzPni vaqtincha dezaktivatsiya qilish zarur bo'ladi. Bu maqsadda aksariyat zamonaviy mikroprotssessorlar «bevosita xotiraga kirish» (BXX) deb nom berilgan rejimda ishlay oladi. Ushbu rejim amalga oshishi uchun CBga qo'shimcha HOLD va HLDA signallari kiritiladi. CB boshqaruv shinasining kirish qismiga HOLDning faol sathi etib kelganida mikroprotssessor o'z dasturi ishining ijrosini to'xtatadi, shinalarining chiqish qismlarini yuqori impedan holatga o'tkazib, chiqish qismidagi faol sathni HLDAGA havola etadi. Bu esa, o'z navbatida, magistral bo'ylab almashinish siklini boshlash mumkinligi haqida boshqa faol qurilma uchun signal xizmatini o'taydi.

Ushbu qurilma o'z almashinish sikllarini nihoyasiga yetkazgach, HOLD signalini uloqtirib yuboradi. Shundan so'ng MzP o'zining odatiy holatiga o'tib, dastur ishini davom ettiradi.

MzPdan dastur ishining me'yoriy kechishini o'zgartirish talab etiladigan boshqa ish rejimi ham mavjud bo'lib, unga «uzilish» deb nom berilgan. Zamonaviy mikroprotsektorlarning deyarli hammasi bitta yoki bir nechta INT0, INT1 va hokazo nomlanadigan tashqaridan uzib qo'yadigan kirish qismlariga ega. Ushbu kirish qismlariga tizimda muayyan hodisalar ro'y berayotganligi haqida dalolat beruvchi signallar etib keladi. MzP esa, o'z navbatida, kelgan signallarga muayyan tarzda munosabat bildirishi lozim. Bunday kirish qismlaridan biriga faol sathli signal etib kelganida, mikroprotsektor, me'yoriy tarzda kechayotgan dastur ishi uzilib, ishni to'xtatishga sabab bo'lgan komanda manzilini xotiraga saqlaydi va muayyan manzil bo'ylab CSEGga yozilib qolgan «uzilishga ishlov berish kichik dasturi»ni (TQIKD) bajarishga kirishadi. Bunday kichik dastur manzili «uzilish vektori» deb nomlanadigan maxsus xotira uyasiga yozilgan. Dastur ishini uzgan har bir alohida manba o'z uzilish vektoriga ega. TQIKDni bajarib bo'lgach, protsektor xotirada saqlangan manzil bo'yicha TQIKD ijrosi yakunlanadigan maxsus komandaga binoan ishi uzilgan dastur ijrosiga qaytadi. Dastur ishi uzilishiga sababchi bo'lgan manbalar jumlasiga ichki manbalar ham (ya'ni, mikrosxemaning «uzilish so'raladigan kirish qismlari» deb nomlanadigan kirish qismlaridan biriga kelishi), tashqi manbalar ham (ya'ni, muayyan sharoitlarga ko'ra protsektor ichida generatsiyalanishi) kirishi mumkin. Bir vaqtning o'zida bir nechta turlicha uzilish so'rovlari kelishi mumkinligi bois, bunday so'rovlarning har biriga alohida xizmat ko'rsatish izchilligini belgilaydigan muayyan tartib mavjud. Uning ishini MzP ichida yoki maxsus kontoller vositasida joriy etilgan «uzilishlarning ustuvor arbitraj» tizimi ta'minlaydi. Mulohaza yuritilayotgan tizimga muvofiq dastur ishi uzilishiga sababchi bo'lgan har bir manba, unga xizmat ko'rsatilish navbatini belgilab beradigan o'z ustunligiga (doimiy yoki o'zgaruvchan ustunlikka) ega. Bir vaqtning o'zida bir nechta uzilish so'rovlari kelgan paytda dastavval ustunlik darajasi yuqori, shundan so'ng past darajali uzilish so'rovlariga xiz-

mat ko'rsatiladi. Ustunlik darajasi yuqori so'rov asosiy dastur ishini qanday to'xtatib qo'ysa, ishi boshlangan past darajali uzilishga ishlov berish kichik dasturining ishini ham xuddi shu tariqa to'xtatib qo'yishi mumkin. Ayni paytda, «kiritilgan uzilish» deb ataladigan uzilish vujudga keladi.

CSEG va DSEGdan tashqari deyarli barcha amonaviy mikroprotessorlar RSEG (ingl. Register Segment) dasturiy-ochiq registrlar to'plami deb ataladigan atayin ajratib qo'yilgan kichik hajmli ma'lumotlar makoniga ega. CSEG va DSEGdan farqliroq RSEG registrlari MzP ichida, uning arifmetik-mantiqiy qurilmasining bevosita yaqinida joylashgan. Bu esa, o'z navbatida, ushbu registrlar ichidagi axborotga jismonan tez kirib borilishini ta'minlaydi. RSEG registrlari ichida, odatda, MzP tomonidan tez-tez ishlatib turiladigan hisoblarning oraliq natijalari saqlanadi. RSEG sohasi DSEGning ma'lumotlar makonidan to'liq ajratilgan bo'lishi yoki u bilan qisman kesishib o'tishi yoxud uning tarkibiy qismi sifatida kiritilgan bo'lishi mumkin. RSEGning ichki mantiqiy tuzilishi turlicha bo'lib, mikroprotessorlarning arxitekturasini tasniflashda muhim o'rin egallaydi.

Mikroprotessor registrlari funksional jihatdan bir xil bo'lmaydi, xususan: ularning bir turi ma'lumotlarni yoki adresga oid axborotni saqlash uchun xizmat qilsa, boshqa turi – MzP ishini boshqarish uchun xizmat qiladi. Shunga muvofiq barcha registrlarni ma'lumotlar registrlari, ko'rsatkichlar va maxsus vazifalar bajaruvchi registrlarga farq qilish mumkin. Ma'lumotlar registrlari operandlar manbalari va natija qabul qilgichlar sifatida arifmetik va mantiqiy operatsiyalarda ishtirok etadi, adres registrlari yoki ko'rsatkichlar esa asosiy xotira qurilmasidagi ma'lumotlar va komandalarning adreslarini hisoblab chiqarishda qo'llaniladi. Maxsus registrlar MzPning joriy holatiga indeks berish va tarkibiy qismlarining ishini boshqarish uchun xizmat qiladi. Shunday arxitektura ham bo'lishi joizki, ayni bir registrlar ma'lumotlarni ham, manzillarga oid axborotni ham saqlash uchun qo'llaniladi. Bunday registrlar **umummaqsadli registrlar (UMR)** deb ataladi. Registrlarning u yoki bu turidan foydalanish usullari MP arxitekturasining muayyan xususiyatlarini belgilab beradi.

Ma'lumotlar registrlari orasida A (ingl. Accumulator) **akkumulyator** deb ataladigan registr ajralib turadi. Ayni shu registr



ma'lumotlarga arifmetik va mantiqiy ishlov berish jarayoniga qo'shiladi. Bu esa, o'z navbatida, akkumulyatorning ichidagi narsalar arifmetik va mantiqiy komandalardan tomonidan operandlardan biri sifatida qo'llanilishi va amalga oshirilgan operatsiya natijasi ushbu registr ichida saqlanishini anglatadi. Unga ishora operatsiya kodi yordamida amalga oshadi. Bunda, komanda kodi ichida operand manzillari va natija uchun maxsus soha ajratilishiga zarurat bo'lmaydi. MP arxitekturasining bunday turi akkumulyatorli arxitektura deb ataladi. Ushbu arxitektura kuzatiladigan kamchiliklar jumlasiga amalga oshadigan ishning nisbatan sust kechishini kiritish mumkin. Bunday sustlik akkumulyatorning «tor joy» deb e'tirof etilishi va har safar, operatsiyani bajarishdan oldin, akkumulyator ichiga operandlar kiritilishi zarurligi bilan izohlanadi. Ushbu arxitekturaga misol tariqasida Intel firmasi tomonidan tayyorlangan MCS-51 oilasiga mansub mikrokontrollerlarni keltirish mumkin.

Ma'lumotlar registrlarining boshqacha tuzilishi R0, R1 va hokazo rusumli «ishchi registrlar» deb nomlanadigan registrlar sanaladi. Registrlarning bunday tuzilishida operandlar hamda arifmetik va mantiqiy operatsiyalar natijalari bir emas, bir nechta registrda saqlanishi mumkin. Bu esa, o'z navbatida, ma'lumotlar bilan manipulyatsiya qilish imkonini yanada kengaytiradi. Yuqorida mulohaza yuritilgan akkumulyatordan farqliroq, ishchi registrlar komanda kodida manzil topadi. MP arxitekturasining bunday turi registrli arxitektura deb ataladi. Arxitekturaning bunday tuzilishiga misol tariqasida Intel firmasi tomonidan tayyorlangan 80x86 oilasiga mansub mikroprotsessorlarni keltirish mumkin. Real vaqt miqyosida ishlash uchun mo'ljallangan bir qator MPlarda ishchi registrlarning bir emas bir nechta to'plami bo'lishi ko'zda tutilgan. Vaqtning har bir alohida fursatida registrlar to'plamlarining faqat bittasi ishlaydi. To'plamlardan birining tanlanishi tegishli axborotning muayyan xizmat registriga yozilishi bilan amalga oshadi. Ushbu qurilmalarga misol tariqasida Intel firmasining MCS-48 oilasiga mansub mikrokontrollerlarni keltirish mumkin.

Operandlar va operatsiya natijalarining adreslari sifatida asosiy

xotira qurilmasining uyalaridan foydalanishga qodir bo'lgan protsessor arxitekturasi «xotira-xotira» turiga mansub arxitektura deb ataladi. Bunda, bir amaldan boshqasiga o'tish mobaynida ishchi registrlar ichidagilarni ro'yxatga olish uchun sarf etiladigan vaqt istisno qilinadi. Biroq, oraliq ma'lumotlar ichki registrlar ichida emas, balki DSEG ichida saqlanishi bois, ushbu ma'lumotlarga kirib borish tezligi sustlashadi. Bunday muammo DSEGning bir qismi MzP bilan birga bitta kristallda joylashtirilishi hamda XTSQning ushbu ichki segmentini ish sohalari sifatida qo'llanilishi bilan hal etiladi. Intel firmasining MCS-96 oilasiga mansub mikrokontrollerlarni ushbu tuzilishga misol tariqasida keltirish mumkin.

Deyarli barcha zamonaviy MPlarda «stek» (xipchin) nomi berilgan mustaqil xotira sohasi ajratiladi. Umuman bu soha bajarilayotgan amallarga parametrlar uzatish va ushbu amallardan qaytish adreslarini saqlash uchun ishlatiladi. Stek MP ichida yoki uning tashqarisida joylashgan, DSEG yoxud RSEG adresiga oid makonning bir qismini egallagan holda yoki ulardan alohida joylashgan bo'lishi mumkin. Stek DSEG yoki RSEGdan alohida joylashgan bo'lsa, «apparatli stek» to'g'risida mulohaza yuritiladi. Akkumulyator bajaradigan vazifalarning stek cho'qqisiga uzatilishi «stekli arxitektura» yaratilishiga olib keladi. MP arxitekturasi stekli rusumda tuzilishi kodlari eng qisqa uzunlikka ega adressiz komandalardan foydalanish imkonini beradi. Ushbu adressiz komandalar stek cho'qqisida va bevosita cho'qqi ostida mavjud ma'lumotlar bilan muomala qiladi. Operatsiya bajarilayotganida dastlabki operandlar stek ichidan chiqarib olinadi, natija esa stek cho'qqisiga uzatiladi. Stekli arxitektura hisoblash amallarining yuksak samarasiga ega. Adressiz komandalar asosida tuzilgan maxsus FORTH yuqori daraja uslubi (tili) mavjud. Bunday arxitektura yuqori unumdorlikka ega ixtisoslashtirilgan protsessorlarda, xususan, RISC protsessorlarda qo'llaniladi.

MP ichida joylashgan xizmat registrlari MP ishining boshqarilishiga oid turli vazifalar bajarilishi hamda tarkibiy qismlarining holatiga indeks berib borilishi uchun mo'ljallangan.

Ushbu registrlarning tarkibi va tuzilishi protsessorning ma'lum

arxitekturasiga bog'liq bo'lib, har bir muayyan holatda farqlanib turadi. Maxsus vazifalar bajaradigan registrlar orasida tez-tez duch kelib turadigan registrlar jumlasiga: PC «dasturiy hisoblagich» (ingl. Program Counter), SP «stek ko'rsatkichi» (ingl. Stack Pointer) va PSW «dastur holatiga oid so'z» (ingl. Program Status Word) registrlari kiradi. Vaqtning har bir ma'lum fursatida PC dasturiy hisoblagich registri joriy fursatda CSEG ichida bajarilayotgan komanda ortida boradigan komanda manziliga ega bo'ladi. SP stek ko'rsatkichi registri stek cho'qqi isining joriy adresini saqlaydi. PSW dastur holatiga oid so'z registri operatsiya ijrosi natijasining joriy alomatlari to'plamidan tashkil topadi. Natijaning har bir alomati bilan PSWning muayyan bitiga muvofiq keladigan bir zaryadli o'zgaruvchi-bayroqcha bog'lanadi.

Har bir ma'lum bayroqcha amalga oshirilgan oldingi komanda natijasini tahlil qilish va dastur ijrosining davomi yuzasidan qaror qabul qilish uchun dastur tomonidan qo'llaniladi. Maxsus registrlar DSEG yoki RSEG adresiga oid makonning bir qismini egallashi yoxud ulardan alohida joylashishi mumkin.

Adres registrlari yoki ko'rsatkichlardan MPdagi muayyan komandalarda qo'llaniladigan operandlarga adres belgilashning u yoxud bu usullarini amalga oshirish uchun foydalaniladi. Ushbu registrlarning aniq to'plami va bajaradigan vazifalari MPning muayyan modelida adres belgilashning qaysi usullari joriy etilganiga bog'liq.

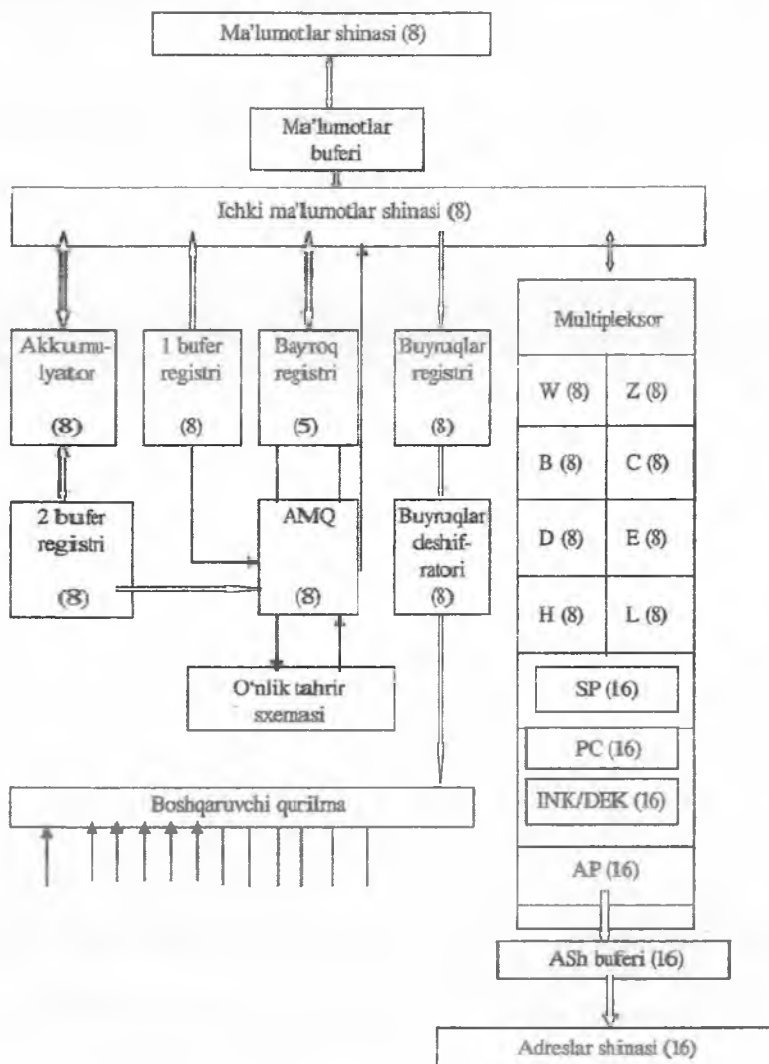
**Adres belgilash usuli** tushunchasi ostida operand alresini yoki buyruq kodidagi operatsiya natijasining adresini kodlashtirish tushuniladi.

### 3.3. KR 580 VM 80 A mikroprotssessori

KR 580 VM 80 A mikroprotssessori 8 razryadli protssessorda joylashgan operatsion va boshqaruv qurilmalaridan tashkil topgan katta integral sxemadir (KIS) (3.4-rasm).

Boshqaruvchi xotira iste'molchiga yopiq bo'lib, unda KIS ishlab chiqarish chog'idayoq amal mikrodesturlari (buyruqlar bajariladigan mikrodesturlar) yoziladi. Shu tariqa iste'molchi o'zgarish kirita olmaydigan buyruqlar tizimi yaratish ko'zda tutilgan. Shu boisdan

ushbu mikroprotsessor dasturlanmaydigan, ya'ni mikrobuyruq sathida emas, buyruq sathida dasturlanadigan MPdir. 3.4-rasmda KR 580 VM 80 A KIS struktura sxemasi keltirilgan. Qisqacha uning tarkibini ko'rib chiqamiz.



3.4-rasm. KR 580 VM 80 A mikroprotsessor tarkibi.

**Ma'lumotlar registri.** Amalda ishtirok etuvchi ma'lumotlarni saqlash uchun etita 8 razryadli registr ko'zda tutilgan. A registri akkumulyator deyiladi va u tashqi qurilmalar bilan informatsiya almashi-shi uchun mo'ljallangan (ya'ni, uning tarkibidagi ikkilik raqamli son chiqishga uzatilishi yoki uning kirishiga qabul qilinishi mumkin).

Arifmetik va mantiqiy amallar bajarilgan paytda amallarning biri (amalda ishtirok etuvchi son) akkumulyatorda joylashadi va shu akkumulyatorga amalni bajarishdan chiqqan natija yoziladi. Qolgan oltita B, C, D, E, H, L registrlar umummaqsadli registrlar (UMR) hosil qiladi (bu registrlar ham adres, ham ma'lumotlarni saqlash uchun ishlatilgani bois shunday nomlanadi). Bu registrlar yakka 8 razryadli registr tariqasida ham ishlatilishi mumkin. 16 razryadli ikkilik sonlarni saqlash zarurati tug'ilgan xollarda ular BC, DE, HL juft registrlarni hosil qiladi.

1BR, 2BR, W, Z, bufer registrlari dasturiy yopiq (ya'ni mutaxassis dastur tuzish vaqtida ularga murojaat qila olmaydi).

**SP-stek** deb nomlangan stek ko'rsatgichi (16 razryadli) barcha ko'rinishdagi xotirani adreslashga xizmat qiladi. **RC hisoblash registri** (16 darajali) buyruq adresini saqlashga xizmat qiladi: operativ xotiradan joriy buyruq tanlanganidan so'ng, hisoblagich tarkibi bittaga oshiriladi va shu tariqa navbatdagi buyruq adresi (shartli va shartsiz o'tishlar bo'lmagan holda) shakllantiriladi.

Xotiraga murojaat qilingan paytda adres sifatida istalgan UMR ning juft registrlari tarkibi ishlatilishi mumkin. Adres chiqarilgan hollarda mazkur registrlar tarkibi 16 razryadli adres registri (AR)ga uzatiladi, undan esa keyingi adres shina buferi (ASH buferi)dan o'tib, 16 razryadli adres shinasiga tushadi. Ushbu shinadan adres operativ xotiraga qabul kilinishi mumkin.

16 razryad adresli kodlar kombinatsiyasi soni  $2^{16}$  ga teng, ushbu kodlar kombinatsiyasining har biri operativ xotira adresi (nomeri) dan birini bildirishi mumkin. Shu tariqa tarkibida  $2^{16} = 2^6 \cdot 2^{10} = 64$  K tadan 8 razryadli so'z (bayt)ga ega bo'lgan xotiraga murojaat qilish imkoniyati ta'minlanadi.

Arifmetik mantiqiy qurilma (AMQ) 8 raryadli AMQ da to'rt arifmetik (kichik darajaga o'tkazishni ko'zda tutgan yoki tutmagan hollarda qo'shish, kichik razryaddan qarz olishni ko'zda tutgan yoki tut-

magan hollarda ayirish) to'rt mantiqiy (konyunksiya, dizyunksiya, notenglik, taqqoslash) holda to'rt xil (chapga, o'ngga, siklik chapga va o'ngga) siljish amallarini bajarish imkoniyatiga ega.

Siljish amallari faqatgina akkumulyator tarkibida bajariladi. O'nlik sonlar ustidan ham arifmetik amallar bajarilishi ko'zda tutilgan. O'nlik sonlarni saqlashda registrarlar razryadi ikki guruhga bo'linadi, har bir guruhda bitta o'nlik son, ya'ni 8421 kodi holda berilgan 4 razryadli ko'rinishida beriladi. Shunday qilib, registrar 2 razryadli o'nlik sonni saqlash mumkin. O'nlik raqamlarni qo'shish amalini bajarishda natijani 0110 ni qo'shish yo'li bilan tahrir qilish talab qilinishi mumkin. Natijaning har bir 4 razryadli guruh natijasi ustida tahriri MPda o'nlik tahrir sxemasi (O'TS) yordamida bajariladi.

**Bayroq registri (BR).** Bu 5 razryadli registrar ayrim amallar bajarish natijasida paydo bo'lgan sonning alomatini saqlash uchun xizmat qiladi. Ushbu registrar 5 ta triggeri quyidagilar uchun xizmat qiladi:

– Ts trigger (o'tish triggeri) – agar summatorning yuqori darajasi chiqishida qo'shish amalining bajarilishi natijasida o'tish signali yoki oshirish amalining bajarilishi natijasida qarz olish yuzaga kelsa, u holda o'tish alomati  $S=1$ .

– Tg trigger (nol triggeri) – agar amalni bajarish natijasi 0 ga teng bo'lsa, u holda nollik alomati  $Z=1$ .

– Ts (belgi triggeri) – agar buyruqni bajarish natijasi manfiy bo'lsa, u holda  $S=1$ .

– Tr (juftlik triggeri) – agar amal bajarish natijasida barcha darajalar qiymatining modul 2 bo'yicha yig'indisi 0 bo'lsa, u holda  $R=1$ .

Tu (yordamchi o'tish triggeri) – agar o'tish 3-razryaddan 4-razryadga yuz bersa, u holda yordamchi o'tish alomati  $SU=1$ , ushbu alomat o'nlik tahrir ishtirokida o'nlik sonlarni qo'shish amalini bajarish paytida ishlatiladi, undan tashqari, SU alomati 4 razryadli so'zlar ustida arifmetik va mantiqiy amallar bajarish paytida ishlatiladi.

**Boshqaruvchi qurilma.** U buyruqning birinchi bayti qabul qilinadigan buyruq registraridan va alohida tarmoqda shakllantirilgan mikro dastur ta'siri asosida bajariladigan signallarni boshqaru-

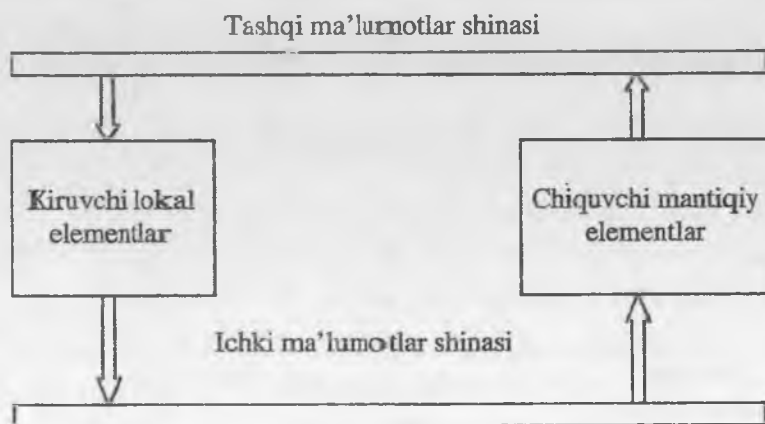
vchi qurilmasidagi buyruq registridan tashkil topgan. Boshqaruvchi qurilmasi dasturlangan mantiqiy matritsada bajarilgan va alohida amallar mikrodasturi saqlanadigan boshqaruv xotirasidan tashkil topgan.

Biroq oldin aytib o'tganimizdek, iste'molchi boshqaruv xotirasini, demakki, buyruq tarkibini o'zgartira olmaydi.

**Bufer.** Ma'lumot va adres buferlari markaziy protsessorning tashqi ma'lumot va adres shinalari bilan aloqasini ta'minlaydi.

Buferlarning xususiyati shundan iboratki, ular har bir razryad-da uch holatli mantiqiy elementni ishlatadi. Ularda mantiqiy 0 va mantiqiy 1 holatlaridan tashqari yana uchinchi holat, ya'ni ularning chiqish qarshiligi deyarli cheksizlikka teng bo'lib, mazkur shinadan uzilgan bo'ladi. Bunday buferlarning ishlatilishi protsessorga tashqi shinalardan uzilib, ularni tashqi qurilmalar ixtiyoriga topshirishni, shuningdek, yagona shinani ham ma'lumotlarni qabul qilishga (kirish shinasini sifatida qam) ham ma'lumotlarni chiqarishga (chiqish shinasini sifatida ham) ishlatish imkonini beradi. Shinalarning bunday ishlatilishi mikrosxemalarning chiqishlar sonini qisqartirishga imkon beradi.

3.5-rasmda ichki va tashqi ma'lumot shinalari o'rtasidagi ikki tomonlama ma'lumot almashuv jarayoni ko'rsatilgan.



3.5-rasm. Ichki va tashqi ma'lumot shinasining ikki tomonlama ma'lumot almashuv jarayoni.

Agar ma'lumotni qabul qilish bajarilsa (ya'ni ma'lumot tashqi ma'lumot shinasidan ichki ma'lumot shinasiga uzatilsa) va uchinchi holatga o'tib, chiqish mantiqiy elementlari uziladi; ma'lumotni chiqarishda esa (ma'lumotni ichki shinadan tashqi shinaga uzatilsa), kirish mantiqiy elementlari uziladi.

**Ma'lumotlar va buyruqlar formati.** Ma'lumotlar operativ xotirada va protsessorda 8 razryadli ikkilik sonlar ko'rinishida saqlanadi. Shunday qilib, ma'lumotlar quyidagi formatga ega: Komandalar uchun bir, ikki, uch baytlik formatlar ishlatiladi.

Ikki baytli buyruqlarning birinchi baytida bajarilayotgan amal kodi ko'rsatiladi. Ikkinchi baytida amal bajarish operandi bo'lgan yoki ma'lumot almashish paytida kirish yoki chiqish qurilmasining tartib raqami bo'lgan son keltiriladi.

Uch baytli buyruqlarning bayti quyidagi vazifalarni bajaradi: birinchi baytda bajariladigan amal kodi beriladi, keyingi ikki bayt ikki baytli buyruq adresini belgilash uchun ishlatiladi (shartli va shartsiz o'tishlar va qism dasturga murojaat etish bajarilsa). Shuningdek, operativ xotira yacheykasi adresi ham ikki baytli operanddir. Barcha hollarda V2 – kichik bayt, V3 – yuqori bayt deb yuritiladi.

### 3.4. KR 580 VM 80 A mikroprotsessori buyruq tizimi

Mazkur MP (27 sinflar) barcha buyruqlari (244) 5ta gruppaga bo'linadi:

1. Kodlarni qayta jo'natish buyruqlari registralar yoki registr va xotira orasida ma'lumotlarni qayta jo'natishni ta'minlaydi. Mazkur gruppada komandalari operatsiya natijalarini shakllantirmaydi.

Buyruq mnemonikasi	Buyruq ta'rifi	Bayt soni
MOV DS	(D)←(S)	1
MVI D, data	D←data	2
LXI rp, data1, data2	D←data	3



LDA addr	$A \leftarrow \text{addr}$	3
STA addr	$\text{addr} \leftarrow A$	3
LHLD addr	$L \leftarrow (\text{addr}), H \leftarrow (\text{addr}+1)$	3
SHLD addr	$\text{addr} \leftarrow L, (\text{addr}+1) \leftarrow H$	3
LDAX rp	$A \leftarrow \text{rp}$	1
STAX rp	$\text{rp} \leftarrow A$	1
XCHG	$H \leftrightarrow D, L \leftrightarrow E$	1

MOV M, r1

MOV r1, M

Bu holda (M) 16 razryadli adres xotira yacheykasida joylashgan bo'ladi, u operatsiya kodida ko'rsatilmaydi, registrlar juftligida HL bo'ladi.

2. Arifmetik buyruqlar, qo'shish va ayirish, kodlarni 1 ga o'zgartirish operatsiyalari ni bajarilishini ta'minlaydi. Bittasi binar operatsiyalar uchun aniqlangan va Ak da saqlanadi, boshqasi – registrda yoki xotira yacheykasida, natijasi esa qayta Ak ga joylashtiriladi. Manfiy sonlar arifmetik operatsiyalarni bajarilish jarayonida qayta o'zgartirish zarur.

ADDS	$A \leftarrow A+S 1$	1
ADI data	$A \leftarrow A+data 2$	2
ADC S	$A \leftarrow A+S+C$	1
ACI data	$A \leftarrow A+data+C$	2
DAD rp	$(H, L) \leftarrow HL+ (rp)$	1
SUB S	$A \leftarrow A-S$	1
SUI data	$A \leftarrow A-data$	2
SBB, S	$A \leftarrow A-S-C$	1
SBI data	$A \leftarrow A-data-C$	2
INR D	$D \leftarrow D+1$	1
INX rp	$\text{rp} \leftarrow \text{rp}+1$	1
DCR D	$D \leftarrow D-1$	1
DCX rp	$\text{rp} \leftarrow \text{rp}-1$	1
DAA		1

### S-o'tkazishni nazorat qilish

B	0	0	0
C	0	0	1
D	0	1	0
E	0	1	1
H	1	0	0
L	1	0	1
M	1	1	0
A	1	1	1

### O'nlik korreksiya

rp.	kodi
BC	00
DE	01
HL	10
Sp	11

3. Mantiqiy operatsiyalar mantiqiy ko'paytirish va mantiqiy bo'lish, inkor etuvchi YOKI, inversiya, chap va o'ng siljishlar va hokazo boshlang'ich operatsiyalar registrda yoki xotira yacheykalarida saqlanadi, Ak da rezervlanadi.

ANAS	$A \leftarrow A^S$	1
ANI data	$A \leftarrow A^{data}$	2
XRAS	$A \leftarrow A+S$	1
XRI data	$A \leftarrow A +data$	2
DRAS	$A \leftarrow A \vee S$	1
ORI data	$A \leftarrow A \vee data$	2

CMP S	A-S	1
CPI data	A-data	2
RLS	$A_{n+1} \leftarrow A_n \quad A_0 \leftarrow A_7 \quad C \leftarrow A_7$	1
RRC	$A_n \leftarrow A_{n+1} \quad A_0 \leftarrow A_7 \quad C \leftarrow A_0$	1
RAL	$A_{n+1} \leftarrow A_n \quad C_0 \leftarrow A_7 \quad A_0 \leftarrow C$	1
RAR	$A_n \leftarrow A_{n+1} \quad C \leftarrow A_0 \quad A_7 \leftarrow C$	1
STC	$C \leftarrow 1$	1
CMC	$C \leftarrow \bar{C}$	1
CMA	$A \leftarrow \bar{A}$	1

JMP L00 – shartsiz o'tish ( $Z=0$ ),

JNZ L01 – nol natijada o'tish,

JZ L02 – nol natijada o'tish ( $Z=1$ ),

JNC L03 – nol siljishda o'tish ( $C=0$ ),

JC L04 – ko'chirish borligida o'tish ( $C=1$ ),

JPO L05 – natija toqligida o'tish ( $P=0$ ),

JP L06 – natija musbatligida o'tish ( $C=0$ ),

JM L07 – natija manfiylikida o'tish ( $C=1$ ).

4. Boshqaruvni berish buyruqlari, bular ichiga boshqaruv berish murojaatini shartsiz va shartli buyruqlari va dasturostidan chiqish kiradi. Buyruq ma'lumotlari operatsiya natijalari xususiyatlarini shakllantirmaydi.

JMP addr	$PC \leftarrow (\text{addr}) '3$	3
CALL addr	$PC \leftarrow (\text{addr}) 3$	3
RET	Dasturostidan qaytish	1
PCHL	$(PC) \leftarrow HL$	1

5. Kiritish va chiqarish buyrug‘i, stek xotiraga murojaat qilish.

IN port	$A \leftarrow (\text{port})$	2
OUT port	$(\text{port}) \leftarrow A$	2
PUSH rp	$((\text{SP})) \leftarrow \text{rp}$	1
PUSH PSW	$((\text{SP})) \leftarrow (A)$	1
	(Z, S, P, C, AC)	
POP pr	$(\text{rp}) \leftarrow ((\text{SP}))$	1
POP PSW	(Z, S, P, C, AC)	1
	$n(A) \leftarrow ((\text{SP}))$	
XTHL	$(\text{HL}) \leftarrow ((\text{SP}))$	1
SPHL	$(\text{SP}) \leftarrow (\text{HL})$	1
EI	Uzilishga ruxsat berish	1
DI	Uzilishga ruxsat berish	1
HLT	To‘xtatish	1

### 3.5. Adreslash usullari

Bu yruqda amal ko‘rinishidan tashqari ma’lum bir amal bajarilish uchun amalda ishtirok etuvchi sonlar va amal bajarish natijasi joylashtiriladigan o‘rni (boshqacha qilib aytganda, operandning qabul qiluvchisi va manbasi) haqida ko‘rsatma saqlanishi kerak. Adreslash usullari deganda, operandning qabul qiluvchisi va manbasini ko‘rsatadigan usullar tushuniladi.

Registrlar adresi 3.2-jadvalda keltirilgan.

Registr	Buyruqda ishlatiladigan registrlar adresi	Registr	Buyruqda ishlatiladigan registrlar adresi
B	000	H	100
C	001	L	101
D	010	M	110
E	011	A	111

Mikroprotsessordlarda quyidagi adreslash usullari qo'llaniladi.

**To'g'ridan to'g'ri adreslash.** Bu usulda operand adresi bo'lib buyruqda (adreslash kodi baytida) ko'rsatilgan mikroprotsessord registrining adresi xizmat qiladi.

M deganda HL juft registrlar tarkibi adresi bo'lib xizmat qiladigan operativ xotira yacheykasi tushuniladi.

Endi mikroprotsessord buyruqlari ro'yxatidan olingan to'g'ridan to'g'ri adreslashning ayrim misollarni ko'rsatamiz.

Bu yerda mnemonika deganda buyruqni oson eslab qolishga yordam beruvchi qisqartirilgan belgini tushunamiz.

Buyruq mnemonikasi	Buyruqning kodlar kombinatsiyasi	Bajariladigan amal
MOV C, D	01 001 010	C (D)
ADD D	10 000 010	A (A) - (D)

Buyruqning 01 001 0 10 kodlar kombinatsiyasining yuqori 01 ikki razryadi amal kodini (bir registr tarkibini ikkinchi registrga jo'natish amalini), keyingi ikkita 3 razryadli (001 va 010) guruhlar C va D registrlar adresini bildiradi 100 000 10 buyruqda yuqori besh daraja

(10 000) bajarilayotgan amal (qo‘shish amali) kodi, kichik uch daraja (010) esa operand manbasi bo‘lib xizmat qilgan D registr adresini bildiradi.

Qo‘shish amali bajarish paytida boshqa operand manbasi va qabul qiluvchisi bo‘lib A akkumulyator xizmat qiladi.

**Bevosita adreslash.** Adreslashning bu usulida operandlar (bir yoki ikkita) amal kodi operandidan keyingi ikkinchi yoki uchinchi baytda buyruq ichida bevosita beriladi.

Quyida bevosita adreslashning ayrim buyruqlariga misollar keltirilgan:

1) ADI	B1	11000	110	A.(A) -<B2>
	B2	01001	100	
2) MVID	B1	00010	110	D.<B2>
	B2	01001	110	
3) LXID	B1	00010	001	D.<B3>: E. <B2>
	B2	01100	101	
	B3	10100	101	

ADI mnemonikali buyruq uning ikkinchi baytida keltirilgan son bilan akkumulyator tarkibini qo‘shishni bajaradi (misolda bu son 4S N ga teng).

MVI komandasi uning ikkinchi baytida keltirilgan sonni (misolda bu son 4E N ga teng) adresli D5, D4, D3 razryadlarida ko‘rsatilgan D registriga jo‘natadi.

LXI komandasi uning ikkinchi va uchinchi baytlarda keltirilgan sonlarni (misolda bu sonlar 6S N va A5 N ga teng) DE juft registrlarining muvofiq tarzda kichik va yuqori razryadlariga jo‘natadi. Bu juft registrlar birinchi baytining D5, D4, D3 razryadlarida shu juft registrlar birining adresi 010 ko‘rsatiladi.

**Mavhum adreslash.** Adreslashning bu usulida operativ xotirada joylashgan operand adresini bildiruvchi UMR (RON) juft registrlar tarkibi beriladi (bu narsa ushbu juft registrlar birining adresini buyruqda berilish yo‘li bilan amalga oshiriladi).

Mavhum adreslashli buyruqlarga misol keltiramiz.

- 1) LDAX B 00001 010 A[(BC)]
- 2) STAX B 00000 010 [(BC)](A)

Bu yerda [(BC)] yozuvi adresi BC juft registrlar tarkibi bo'lgan xotira yacheykasini bildiradi. LDAX buyrug'i bo'yicha BC juft registrlar tarkibi operativ xotira adresi bo'lgan yacheykani akkumulyatorga joylashtiradi. (aynan shu juft registrlarni tanlash uchun buyruqning D5, D4, D3 razryadlari S registrining 001 adresini bildiradi).

STAXB buyrug'i bo'yicha akkumulyator tarkibi VS juft registrlar tarkibidan kelib chikadigan yacheyka adresida eslab qolinadi (aynan shu juft registrlarni tanlash uchun B registrdagi 000 adres buyruqning D5, D4, D3 razryadlarini bildiradi).

### 3.6. Mikroprotsessor tizimlarida dasturlash jarayonlari

Mikroprotsessorning alohida «yaqinligini» ko'prok hisobga oluvchi va mashina buyruqlarining mnemonik belgilashishga ega dasturlash tili Assembler deb nomlanadi. Oldingi bo'limlarda ko'rilgan buyruqlar tizimi aynan Assembler tilining buyruqlarini tashkil etadi. Ushbu buyruq tizimlarini etiborga olgan holda turli adresatsiya usullarini qo'llash bilan dasturlarni tuzish misollarini ko'rib chiqamiz.

#### 1. Oddiy dasturlarni yozish va bajarish

KR580IK80A mikroprotsessori oldindan qayd qilingan buyruqlarga ega. Bunda buyruqlar bajarilish vaqti buyruqning olinish jarayoni, dekodlash va uning bajarilishi bilan aniqlanadi. Bu vaqtni bir qator vaqtlar oralig'i orqali ifodalash mumkin. MP KISning sinxrosignallar davriga teng vaqt oralig'i, shu mashina ishlash takti deb ataladi. Bir bayt ma'lumotni xotiradan yoki tashqi qurilmadan, yoki buyruqning bajarilishiga ketgan vaqt bir mashinali so'z bilan ifodalansa, bu mashina sikli deb ataladi. Mashina sikli MP KIS uchun 3-5 mashinali taktlarni o'z ichiga olishi mumkin. Bajarilish vaqti buyruq turiga qarab 1-5 mashinali sikllardan tashkil topishi mumkin. MP KIS uchun 10 ta har xil mashina sikllari bor:

- buyruq kodini chaqirib olish (M1 sikl),
- xotiradan ma'lumotni o'qish,
- xotiraga ma'lumot yozish,
- stekdan ma'lumotni chaqirib olish,
- stekka ma'lumot yozish,
- tashqi qurilmadan ma'lumotlarni kiritish,
- tashqi qurilmaga ma'lumot yozish,
- uzilish sikliga xizmat qilish,
- to'xtash,
- to'xtash rejimida uzilishga xizmat qilish.

M1 sikli har qanday buyruqni chaqirib olishda birinchi mashina sikli bo'ladi. MP KISning har bir mashina siklida «Tayyor» holat signalini o'zining kirishi orqali tekshiradi. Kirishidagi nol signal KISning normal ish jarayonini to'xtatib turib, aynan qurilayotgan mashina sikli shu vaqtda MP o'z magistrallarida uzatilishi lozim bo'lgan hamma ma'lumot qatnashib turadi. Bu esa MPda buyruqlarning mashina taktlari orqali bajarilishini tekshirish uchun qo'llaniladi. Dastur MPning xotira yacheykalarida ketma-ket yoziladi. Misol tariqasida xotira qurilmasining 0B00H yacheykasidan sonni chaqirib olib, uning miqdorini bir-birlikka kamaytirib, natijani 0V01N adresiga yozilishi lozim bo'lgan oddiy dasturni ko'rib chiqamiz.

### 1-dastur (mnemokodlarda)

Mnemokod	Izoh
LDA 0B00	0V00 adresdan sonni olish
DCRA	sonni bir birlikka kamaytirish
STA 0B01	natijani 0V01 adresga yozish
HLT	to'xtash.

Dasturni yozishda hamma sonlar o'n oltilik sanoq tizimida beriladi. Dasturni MP xotirasiga yozishda mnemokod mashina kodiga aylantirilishi lozim. Dastur buyruqlari bir, ikki yoki uch baytli bo'lishi va xotiradagi bir, ikki, uch adresni egallashi lozim.



### 1-dastur (xotira adreslariga joylashtirish)

Adres	Kod	Izoh
0800	3A	LDA buyruq kodi
0801	00	kichik bayt adresi
0802	0B	katta bayt adresi
0803	3D	DCR A buyruq kodi
0804	32	STA buyruq kodi
0805	01	kichik bayt adresi
0806	0V	katta bayt adresi
0807	76	HLT buyruq kodi

Dasturni avval juda ixcham ko'inishga keltirish maqsadga muvofiqdir. Dasturda har bir buyruqning boshlang'ich adresi ko'rsatilgan bo'lib, bunda bir, ikki, uch baytli buyruq uzunligiga bog'liq holatga ketma-ket birdan uchtagacha bo'lgan xotira yacheykalar egallaydi. Bunday yozilish tartibi da chap tomon ustunida faqatgina buyruq adreslari ko'rsatiladi. Bu esa dasturning ta'sir qilish hajmini kamaytiradi va uni tahlil qilishni juda ham soddalashtiradi.

### 1-dastur (yozuvning umumiy ko'inishi)

Adres	Mashina kodi	Belgi	Mnemokod	Izoh
0800	3A 00 0B	LDA	0B00	0V00 adresdan sonni olish.
0803	3D	DCR	A	Sonni birga kamaytirish.
0804	32 01 0B	STA	0B01	0B01 adresga yozish.
0807	76	HLT		to'xtash.

Bu yerda adresga to'g'ridan to'g'ri murojaat etish usuli qo'llaniladi. Mavxumiy adresatsiya asosida 1-dasturga o'xshash misol ko'rib o'tamiz (2-dastur).

## 2-dastur

Adres	Mashina kodi	Belgi	Mnemokod	Izoh
0800	21 00	0B	LXI 0B00	HL registrlariga 0B00 sonini yozish.
0803	7E		MOV A, M	HL registrlarida ko'rsatilgan sonni adresdan olish.
0804	3D		DCR A	Akkumulyatordagi lga soni kamaytirish.
0805	23		INX H	HL registrlardagi sonni l ga oshirish.
0806	77		MOV M, A	HLlardagi ko'rsatilgan adresga akkumulyatordagi sonni yozish
0807	76		HLT	to'xtash.

### 2. Ma'lumotlarni niqoblash va shartli o'tishlarni tashkil etish

Kichik EXMda shartli o'tishlar MP qismlaridagi holatlar registrlari orqali amalga oshiriladi. holatlar registri besh razryaddan iborat bo'lib, ular MP KISida (Mikroprotssessor katta integral sxemasida) oxirgi komanda bajarilib bo'lgandan so'ng har bir tegishli qoida bilan o'rnatiladi.

Ko'pincha dastur ishining bajarilishi jarayonida akkumulyatordagi son razryadlarini tekshirish yoki o'zgartirish (niqoblash) zaruriyati paydo bo'ladi. Buni quyidagi operatsiyalar orqali amalga oshirish mumkin:

Akkumulyatordagi son va niqob mantiqiy ko'paytiriladi. Agar niqobning mos razryadlariga 0 yozilgan bo'lsa, bunda razryaddagi son tozalanadi, agarda niqob razryadiga 1 yozilgan bo'lsa, u hech narsani o'zgartirmaydi.

### 1-misol.

ANI, 22N komandasi (22 N soni niqob funksiya vazifasini bajaradi)

01110011 akkumulyatordagi son

00100010 niqob

---

00100010 akkumulyatordagi natija.

### 2-misol.

ANI, FO komandasi

01011111 akkumulyatordagi son

11110000 niqob

---

01010000 akkumulyatordagi natija

Akkumulyatordagi son va niqob mantiqiy qo'shiladi. Agar shu niqob razryadida 1 soni bo'lsa, bunda 1 soni razryadda o'rnatiladi, agar shu razryadga 0 soni yozilgan bo'lsa, u berilgan sonni o'zgartirmaydi.

### 3-misol.

ORI, 22N buyrug'i

01110011 akkumulyatordagi son

00100010 niqob

01110011 akkumulyatordagi natija

### 4-misol.

ORI, FO buyrug'i

01011111 akkumulyatordagi son

11110000 niqob

11111111 akkumulyatordagi natija

Akkumulyatordagi son va niqob mantiqiy rad etuvchi «yoki» operatsiyasini bajaradi. Agar berilgan niqob razryadiga 1 soni yozilgan bo'lsa, bunda razryad teskarilanadi (inversiyalanadi), agarda bu razryadda 0 soni yozilgan bo'lsa, u o'zgartirmaydi.

**5-misol.**

XRI, 22N komandasi  
 0 1110011 akkumulyatordagi  
 son  
 00100010 niqob  
 1 010001 akkumulyatordagi  
 natija

**6-misol.**

XRI, FO komandasi  
 01011111 akkumulyatordagi  
 son  
 11110000 niqob  
 10101111 akkumulyatordagi  
 natija

Keltirilgan mantiyiy operatsiyalar faqat akkumulyator ichidagi sonlardan tashqari MP KISining qolgan ichki registrlari bilan ham bajarilishi mumkin. Bu holda komandalar bir baytli bo'ladilar. Barcha mantiyiy operatsiyalar bajarilayotganda holatlar registri Z, S, P, AC razryadlari ish holatida bo'ladi (C razryadga 0 soni yoziladi). Bu esa ixtiyoriy razryadlarni tekshirish imkonini beradi va dasturlarda shartli o'tishlarni bajarish mumkin bo'ladi. Alohida razryadlarni niqoblash dasturlari (3-dastur) pastda keltirilgan.

**3-dastur**

Adres	Mashina kodi	Belgi	Mnemokod	Izoh
0800	3A	00 0A	LDA 0A00	Xotiradan sonni chaqirib olish
0803	E6	F0	ANI F0	Mantiyiy operatsiya bajarish
0805	32	01 0A	STA 0A01	Natijani xotiraga yozib qo'yish
0808	76		HLT	To'xtash.

**7-misol.** Quyida xotira yacheykasidan olingan sonning nolinch razryadida 1 borligini aniqlovchi va topilgan bunday sonni xotira yacheykasiga yozib qo'yuvchi dastur (4-dastur) keltirilgan. Dastur sonni niqoblash va shartli o'tish komandalarini ishlatishga asoslanadi.

#### 4-dastur

Adres	Mashina kodi	Belgi	Mnemokod	Izoh
0800	3A 00 0A		LDA 0A00	Xotiradan son olinsin
0803	47		MOV B,	registrda saqlansin
0804	E6 01		ANI 01	razryadning holati tekshirilsin
0806	S2 0A 08		JZ M1	Agarda 0 nolinch razryadda bo'lsa, M1ga o'tilsin
0809	76	M2	HLT	To'xtash
080A	78	M1:	MOV A, B	Son akkumulyatorga qaytarilsin
080V	32 01 CA		STA 0A01	Xotiraga yozilsin
080E	C3 09 08		JZ M2	Dastur tugashiga o'tilsin.

**5-dastur.** OXK (O3Y)dagi 1-massivdan ikkinchi va beshinchi razryadlarida 1 bor bo'lgan sonlarni aniqlaydi, so'ngra shu sonlardan 2-massivni hosil qiladi.

#### 5-dastur

Adres	Mashina kodi	Belgi	Mnemokod	Izoh
0800	21 00 0A		LXI N, 0A00	1-massiv boshlang'ich adresi o'rnatilsin
0803	11 20 0A		LXI D, 0A20	2-massiv boshlang'ich adresi o'rnatilsin
0806	06 06		MVI V, 06	Tekshiriladigan sonlar miqdori o'rnatilsin
0808	7E	M2:	MOV A, M	Xotiradan son o'qilsin
0809	4F		MOV C, A	Sondan nusxa ko'chirilsin
080A	E6 24		ANI 24H	Niqoblash bajarilsin.

080S	SA 11 08		JZ M1	Agarda kerakli razryadlarda 1 bo'lsa, unda M1 ga o'tilsin
080F	79		MOV A, C	Topilgan son akkumulyatorga qaytarilsin
0810	12		STAX D	U xotiraga yozilsin
0811	13		INX D	2-massiv adresi bittaga oshirilsin
0812	23	MI:	INXH	1-massiv adresi 1 taga oshirilsin
0813	05		DCR B	Tekshirilayotgan sonlarning miqdori 1 ga kamaytirilsin
0814	C2 08 08		JNZ M2	Agarda hamma tekshirilayotgan sonlar qaralmagan bo'lsa, unda M2ga o'tilsin.

### 3. Qism dastur va stek

KR580IK80A seriyasida qurilgan MPK xotira elementlari (qurilmasi) 66536ta bir baytli yacheykalardan tashkil topgan bo'lishi mumkin. Xotira yacheykalar soni chekli bo'lgani uchun tuzilayotgan dasturlar ham iloji boricha qisqa bo'lishi zarur. Buning uchun tuzilayotgan dasturning ko'p marta takrorlanadigan qismi yoki shu dasturning o'zi qism dastur tarzida ifodalanishi mumkin. U komandalar ketma-ketligidan tashkil topgan bo'lib, uning bajarilishi asosiy dasturning istalgan joyidan chaqirilib istalgancha takrorlanishi mumkin. Qism dasturga boshqaruvning berilishi jarayoni chaqiruv deb ataladi. Qism dastur bajarilishidan va o'z ish jarayonini to'xtashidan hosil bo'lgan ma'lumot uning chiqish parametri deb ataladi.

Qism dasturni chaqirish va undan qaytish uchun CALL<A2><A1> va RET komandalaridan foydalaniladi. CALL<A2><A1> komandadagi <A2><A1> baytlar MP KISining dastur hisoblagichiga xotira yacheykalarining CALL (SD) kodidan keyin joylashgan ketma-ket

yacheykalardan olib yuklanadi. <A2> bayt qaramog'idagi ma'lumot dastur hisoblagichining kichik PCL baytiga yoziladi. Komandadagi <A1>ning uchinchi bayti dastur hisoblagichining katta PCH baytiga yozilib, bundan MP KISining stekida qism dasturning ish jarayoni tugagandan so'ng asosiy dasturga avtomatik ravishda qaytish adres saqlanib turiladi.

Stek - EHMdagi berilgan ma'lumot va adreslarni vaqtincha saqlash uchun qo'llaniladigan OXKdagi maxsus tashkil qilingan qismdir. Stekka oxirgi yozilgan son birinchi bo'lib chaqiriladi.

RET qaytarish komandasi esa kaytish adresini stekdan chiqarib olib, dastur hisoblagichiga yuklaydi. Keyin esa asosiy dastur ishi shu yuklangan oxirgi adresdan davom ettiriladi. Barcha mavjud qism dasturlar RET komandasi bilan tugashi zarurdir.

Asosiy dastur adresi qism dastur bajarilishi jarayonida avtomatik tarzda saqlanishi va uning qayta tiklanishi qism dasturlarning ichida qo'shimcha qism dastur kiritish imkoniyatini yaratib, bunda bir qism dasturdan ikkinchisini chaqirish mumkin bo'ladi. Bunda joylashtirish sathi kichik - EHMning steki hajmi bilan cheklanadi.

Qism dasturlarni chaqirish va undan qaytish uchun yana shartli komandalar ham mavjud. Ular qism dasturlarni chaqirish va undan qaytish uchun holatlar registriining ba'zi bir holatlaridan foydalaniladi.

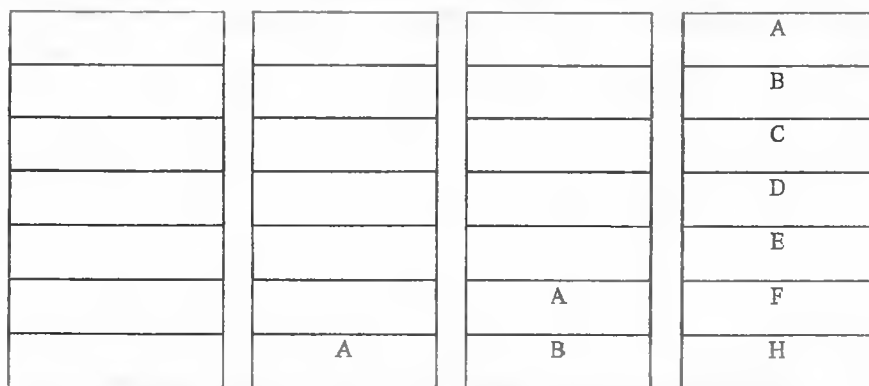
Qism dasturni chaqirish va undan qaytish komandalaridan tashqari stek bilan ma'lumotlar ayirboshlashni PUSH<P> (belgilangan MP KIS registridagi ma'lumotni stekka yozish) va POP<P> (ma'lumotni stekdan MPKISining belgilangan registriga ko'chirib yozish) komandalari bilan ham amalga oshirish mumkin. Bu komandalar bir baytli bo'lib, ularda MP KISining juft registrlari ko'rsatiladi.

Dasturlar ishlab chiqilayotganda avval stek chegarasi ko'rsatilib, LXISP<A2><A> yoki SPHL komandalar orqali SP (stek ko'rsatgichi) adresiga yozib qo'yiladi.

Stek bilan bajariladigan operatsiyalar teng bo'lmog'i zarur. Boshqacha aytganda, har bir qism dastur ichida PUSH<P> va POP<P> komandalari teng bo'lib, RET komandasi bilan tugashi kerak. Aks holda RET komandasining qism dastur oxirida bajarili-

shu dastur hisoblagichiga stekdan tasodifiy son yozilishiga olib keladi. Bu esa asosiy dasturga qaytish adresining yo'qolishiga va uning bajarilishining buzilishiga olib keladi.

3.6-rasmda stek xotirasining ishlash jarayoni tushuntirilgan. Stekka A so'zi joylashtirilganda u birinchi bo'sh bo'lgan xotira yacheykasini egallaydi. Keyingi yozilayotgan so'z oldingi yozilib turgan so'zni bitta yuqori yacheykaga surib, o'zi esa shu boshlagan joyni egallaydi va qolgan hollarda ham shu tartibda davom etadi. Sakkiz yacheykali stekka 8 so'z H dan keyin yozilishi, stekning to'lib ketishiga va A so'zning yo'qolishiga olib keladi. Stekdan ma'lumot yozilgan so'zlarni o'qish teskari tartibdan yuz beradi, boshqacha qilib aytganda, oxirgi yozilgan H so'zini o'qishdan boshlanadi. Shuni aytish kerakki, E so'zini tanlashni F so'zini olmaguncha bajarish mumkin emas.



Stek chiqqisi

### 3.6-rasm. Stek xotirasining ishlash jarayoni.

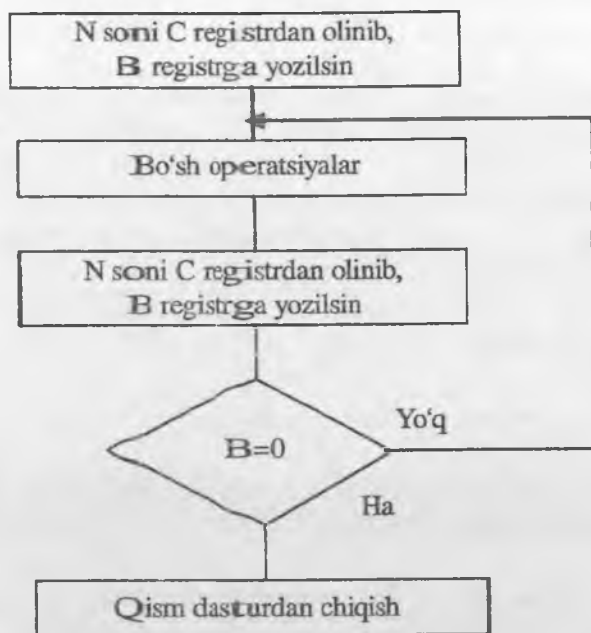
3.7-rasmda oddiy kutish vaqtini hosil qiluvchi qism dasturning algoritmi keltirilgan. Umumiy kutish vaqti quyidagi munosabat bilan aniqlanadi:

$$TD = t_1 + (t_2 + t_3 + t_4)N + t_5,$$

bu yerda: N – hisoblagichga yozilgan birlamchi son.



Hisoblagich sifatida B registri tanlab olingan bo'lib, unga N1 soni C registrdan olib yoziлади.



3.7-rasm. Kutish vaqti hosil qiluvchi oddiy qism dasturning algoritmi.

Quyida DLY kutish vaqti 6-qism dasturida keltirilgan.

### 6-qism dastur

Adres	Mashina kod i	Belgi	Mnemokod	Izoh
0900	41		MOV B, C	C registrdan B registrga son yozilsin
0901	00		DLY : NOP	Bo'sh operatsiya
0902	05		DCR B	B registrdagi son qiymati lga kamaytirilsin

0903	C2 01 09	JNZ DLY	Agar B registrdagi son Oga teng bo'lmasa, DLYga o'tilsin
0906	C9	RET	qaytish.

NOP komandasi sikldagi bajarilish vaqtini uzaytirish uchun zarur bo'lishi bilan birga, u umumiy kutish vaqtini ham ko'paytiradi. NOP komandasi o'rniga boshqa komandalar ketma-ketligidan ham foydalanish mumkin bo'lib, faqat olingan komandalar mikroprotessor registrlari ishini o'zgartirmasligi lozim. N1 sonining B registrga ish va  $t_1 + t_5$  qism dasturdan chiqish vaqtlari aniq bo'lib, ular sikl vaqti ichiga kirmaydi. Keltirilgan qism dasturdagi minimal kutish vaqti  $N1=0.1$  aniqlanadi va u

$$T_{dmin} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \text{ ga teng.}$$

$N1=00$  bo'lganda maksimal kutish vaqtiga ega bo'ladi va u quyidagi munosabat orqali aniqlanadi:

$$T_{dmax} = t_1 + (t_2 + t_3 + t_4) 256 + t_5.$$

7-dastur va 8-qism dastur yordamida sakkiz razryadli sonlarni qo'shishni amalga oshirish mumkin.

### 7-dastur

Adres	Mashina kodi	Belgi	Mnemokod	Izoh
0900		LXI H,	0940	Qo'shiluvchi sonlarning bosh adreslarini
0903		LXI D,	0A10	yuklash
0906		MVI C, 08		Hisoblagichni o'rnatish
0908		PUSH PSW		A registr va holatlar qiymatini stekda saqlash

0909	POP: CALL SLOG	SLOG qism dasturni chaqirish
090S	SUB	A Akkumulyatorni tozalash
090D	DCR S	Hisoblagichni 1ga kamaytirish
090E	JZ LOP	Agar registr C=0 bo'lsa, unda LOPga o'tilsin.
0911	INX H	Keyingi qo'shiluvchilar juftligi adreslarini tashkil etish
0912	INX D	
0913	JMP POP	POP Oga shartsiz o'tish
0916	LOP:POP PSW	A registr va holatlar qiymatini stekdan chiqarish
0917	HLT	Dastur oxiri.

### 8-qism dastur

Adres	Mashina kodi	Belgi	Mnemo kod	Izoh
096S			SLOG: MOV B, M	Qo'shiluvchilarni xotiradan B registrga yuklash
096D			LDAX D	D registridagi sonni chaqirish.
096E			ADC B	Ko'chirishni hisobga olib qo'shish.
096F			STAX D	Yig'indini ikkinchi qo'shiluvchi adresida saqlash
0970			RET	Asosiy dasturga qaytish.

### 3.7. Mikroprotsessori tizim interfeyslari

#### 3.7.1. Interfeyslarning umumiy xarakteristikalari

Zamonaviy mikroprotsessori tizimlari (MPT) agregat va bir xil-lashtirilgan jarayongan asoslangan magistral – modullik tashkiliy strukturaga ega. Modullik (agregatlardan tarkib topgan) – bu modullar deb atalmish mikroprotsessori tizimini oddiy funksional va konstruktiv tugallangan bloklarga bo‘linishidir, masalan, mikroprotsessori moduli, xotira moduli va boshqalar.

Unifikatsiya o‘z ichiga modullar tarkibini va ular orasidagi bog‘lanishlarni, konstruktiv bezashlarni, optimallashtirish jarayonlarni qamrab oladi.

MPT qurilmalari biri-birlari bilan ulanishi interfeys nomli qurilma orqali amalga oshiriladi.

Interfeys – bu MPTning barcha modullarini o‘zaro optimal axborot-mantiqiy va konstruktiv vosita va talab (qoida)lar to‘plamidir.

Axborot – mantiqiy talablar turli rejim va ish fazalar uchun zarur struktura liniya va signallar to‘plami, ma‘lumotlarni almashishdagi kodlash va formatlash, adreslash va buyruq protokollarini aniqlaydi.

Interfeys liniyalaridagi elektr talablar statik va dinamik signal-larning: kuchlanish sathi, front davomiyligi, nagruzka quvvati, xalaqit berish bardoshligi va boshqalar bilan aniqlanadi.

Konstruktiv talablar bog‘lovchi elementlar turi va liniyalarning kontaktlar bo‘yicha taqsimlanishi, plata, karkaslarning geometrik o‘lchami va boshqa parametrlarini ko‘rsatadi.

Signal liniyalari – bu axborot manbasini uzatuvchi va qabul qiluvchi fizik birlashtiruvchi o‘tkazgichdir (elektrik zanjir).

Bir turdagi aloqa liniyalaridan bir xil funksional signallarni uzatish liniyalari *shinalar* deb ataladi.

Shinalar ma‘lumotlar, adreslar va boshqarishlarga ajraladi.

Interfeys ta‘minlanishi lozim bo‘lgan jarayonlarga ushbu kiradi:

- mashinalarning o‘zgaruvchan to‘plamlik uskunalarni qurish (o‘zgaruvchan konfiguratsiya, arxitekturasi aniqlash);

• dasturlarning bajarilishi va kiritish-chiqarish jarayonlarini vaqt davomida parallel bajarish;

• ma'lumot almashuv tezligini oshirish;

• kiritish-chiqarish va ularning tashqi qurilmalarining o'ziga xos xususiyatiga bog'liq emasligi, operatsiyalarni dasturlashni soddalashtirish va standartlashtirish;

• tashqi qurilmalarning turli vaziyatlarni (qurilmaning tayyorligi, ma'lumotlar uzatuvchining yo'qligi, normal ish sharoitning buzilish) avtomatik aniqlash va MP uni sezish talablari.

Juda katta unumdorlik ega bo'lgan hisoblash mashinalariga yuqorida keltirilgan jarayonlar yuzga yaqin turli tashqi qurilmalarga ega bo'lgan mashinalar uchun eng dolzab masalalardan biridir.

MPT tashqi qurilma kontrollerlari (TQK) bo'lgan interfeyslar orqali ulanib, ular bilan har bir tashqi qurilmaning o'ziga xos tafsilotiga mos bo'lgan funksiyalarni bajarishni ta'minlaydi.

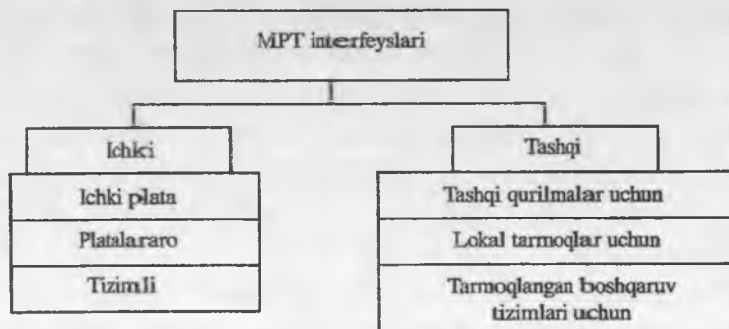
«Interfeys» termini MPTlarni ham apparat va dastur ta'minoti uchun qo'llaniladi.

### 3.7.2. Interfeyslarning klassifikatsiyasi

Interfeyslar quyidagi asosiy tafsilotlar bilan klassifikatsiyalanadi:

• ichki – ichki plata, platalararo va tizimli;

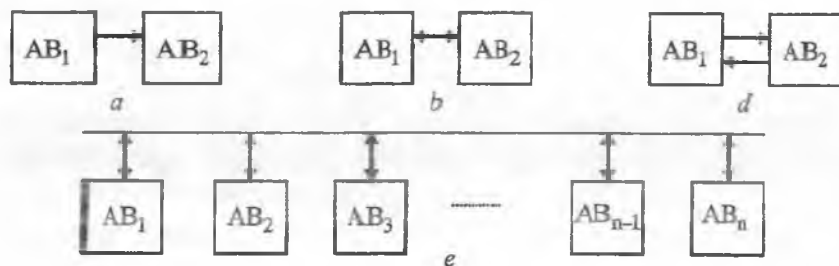
• tashqi – tashqi qurilmalar lokal tarmoqlari, tarmoqlangan boshqaruv tizimlari uchun (3.8-rasm).



3.8-rasm. MPT interfeyslarning klassifikatsiyasi.

Ma'lumotlar almashuv yo'nalishi bo'yicha interfeyslar quyidagilarga ajratiladi:

- **simplekslik** – bir yo'nalishli ma'lumot almashuvi (3.9- a rasm);
- **yarim duplekslik** – navbatma-navbat ikki yo'nalish bo'yicha ma'lumot almashuvi (3.9- b rasm);
- **multiplekslik** – ma'lumot almashish umumiy magistral (shinalar) orqali amalga oshiriladi, bunda har vaqt daqiqada axborot manbasi va qabul qiluvchisi muloqatda bo'ladi (3.9- d rasm).



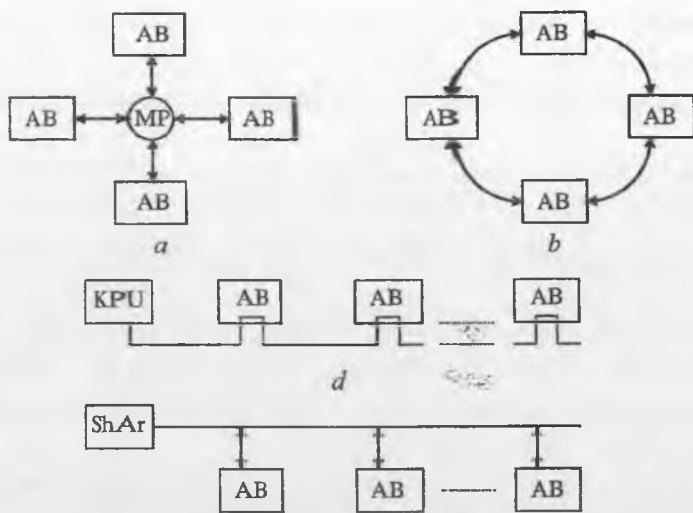
3.9-rasm. Interfeyslar ma'lumotlar almashuvi.

Axborot uzatuvchi kanallarga ulangan hamma qurilmalar (modullar) abonentlar (AB) deb ataladi.

MP Tdagi abonentlarning bir-biri bilan struktur ulanish jihatdan interfeyslar radial, halqa, kaskad va magistral farqlanadi. (3.10-rasm).

Radial interfeyslarda (3.10- a rasm) markaziy protsessorga (MP) ikki yo'nalishlik va o'ratilgan ustunlik asosidagi abonentlar (ishchi stansiyalar, uzoqlikdagi tashqi qurilmalar, sanoat avtomatikasi sxemalari) ulanadi. Abonentlararo ma'lumotlar almashuvi jarayoni markaziy protsessor orqali tashkil etilib, bunda MP kontsentrator va abonentlar ishlarini mustaqil va parallel ravishda bajarilishini ta'minlaydi.

Radial interfeys mantiqiy oddiy bo'lgani bilan, biroq katta apparat ta'minotini sarflashni talab etadi. Undan tashqari uning yashovchangligi markaziy protsessorning ishonchligiga bog'liqdir.



3.10-rasm. Interfeyslarning struktur ulanishlari.

Halqali interfeyslarda (3.10- b rasm) har bir abonent qo'shni ikki abonentlar bilan bog'liqdir. Halqada bir vaqtda bir nechta axborot manbalardan qabul qiluvchilar tomon ay lanib yurishi, berilgan adreslash va boshqarish usullari asosida amalga oshiriladi. MPT kengaytirilganda halqa tizimiga qo'shimcha modullar ulanadi. Halqalik interfeyslardagi abonentlarning o'zaro muloqati murakkabligi uning eng katta kamchiligidir.

Kaskadlik interfeyslarda (3.10- d rasm) abonentlar halqa ko'rinishda ulangan bo'ladi va ular interfeys liniyalariga xizmat ko'rsatish tartibi asosida ulanadilar. Kaskad interfeyslari kichik sonli liniyalar va ish tezligining chegaralanganligi bilan xarakterlanadi.

Magistral interfeyslarda umumiy shina qo'llanilgan bo'lib, shuningdek, uni magistral deb ham ataladi. Magistraldan uzatilayotgan axborotdan hamma ulangan abonentlar foydalanishi mumkindir. Ko'pincha har bir vaqt davrida faqat bitta abonent axborot manbasi bo'lishi mumkin bo'lib, bunda abonentlar mavqeyi shina arbitri (ShAr) yordamida aniqlanadi.

MPTlarda tizim interfeyslari sifatida tez moslashuvchanligi, tejamliligini bilan ajraladigan magistral interfeyslar ishlatiladi.

Ma'lumotlarni vaqt davomida uzatilishi usuli bo'yicha quyidagi interfeyslar farqlanadi:

- sinxronlik – ma'lumot almashuv o'rnatilgan davomiylik asosida;
- asinxronlik – ma'lumot almashuv o'zgaruvchan davomiylik asosida;
- sinxron-asinxronlik – ikki usulni kombinatsiyalab, ulanganlik asosida.

Uzatilayotgan ma'lumot razryadlarning qiymati bo'yicha interfeyslar: parallel (so'zlar), ketma-ket (bitlar) va parallel-ketma-ket ko'rinishlari bilan farqlanadi. MPT interfeyslarning klassifikatsion aloqatlariga yana quyidagilar tegishlidir:

- uzilishlarni tashkil etish (vektorlik yoki ketma-ket so'rov asosida) va xotiraga to'g'ridan to'g'ri murojaat etish;
- modullarni shinaga siklik, parallel va ketma-ket murojaat etishning arbitraj usuli;
- ma'lumotlarni adreslash, boshqarish, sinxronizatsiyalash liniyalar soni;
- aloqa (o'tkazgichlar, radiokanal, optik-tolali turlari) liniyalar uzunligi va turlari;
- shinaga bir vaqtda ulanish mumkin bo'lgan abonentlarning maksimal soni;
- tashqi qurilmalarning adreslash usuli – o'ziga tegishlik bo'lgan adres maydoni (Intel firmasi mahsulotlari uchun xarakterlidir) yoki xotira adres maydonida aks ettirilish bilan (DES firmasi mahsulotlari da foydaniladi).

### 3.7.3. Tizim interfeyslari

MPTlarda standart parallel tizim interfeyslari keng ishlatilib, ularda komanda formatlari, ma'lumotlar va ularning almashuvi, algoritmining ishlashi, aloqa liniya to'plami va turlari, ma'lumot uzatish tezligi, konstruktiv talablar, modul tizimi ruxsat etilgan masofalari, avvalgi mavjud interfeyslar bilan kengaytirish va moslashtiruv



imkoniyatlari unifikatsiyalashtirilgan. Yuqori tezlikda ma'lumotlar almashuvini tashkil etishda:

- sakkiz razryadli – Microbus;
- 16 razryadli – Unibus, Q-bus, Multibus 1;
- 32 razryadli – Verca bus;
- ma'lumotlarni parallel uzatuvchi asinxron multipleksorlik interfeyslar qo'llaniladi.

Ushbu interfeyslarning texnik xarakteristikalari 3.4-jadvalda keltirilgan.

3.4-jadval

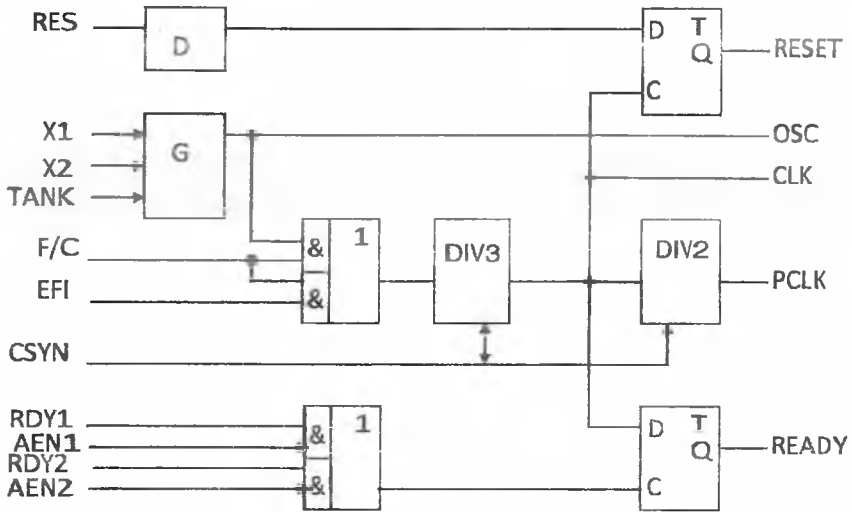
Texnik xarakteristikalari	Micro-bus	Z-bus	Uni-bus	Q-bus	Multi-bus I	Verca-bus
Liniyalar soni:						
Umumiy	37	–	56	43	86	260
Ma'lumotlar	8	8	16	16	16	32
Adresli	16	–	18	–	20	35
Boshqaruv	13	–	20	–	11	–
Uzatish tezligi, Kbit/s	$10^3$	–	$2 \cdot 10^3$	800	$10^4$	$10^5$
Liniyalar uzunligi, m	–	–	15	15	–	–
Abonentlar soni	–	–	20	15	–	–

Mavjud davrda MPTning ko'pgina standart tizim interfeyslari konkret turdagi mikroprotessorlar uchun optimallashtirilgandir.

Interfeys mikrosxemalari MPTda turli funksiyalarni bajaruvchi interfeys mikrosxemalaridan keng foydalanilmoqda, masalan, takt impulslarni generatsiyalash, adreslarni saqlab turish, qo'shni tizimlar bilan ikki taraflama ma'lumot almashuvini tashkil etish, xotira yoki portlardagi ma'lumotlarni o'qish-yozish, boshqaruv signallarini ishlab chiqish, arbitraj, ko'p mikroprotessorlar tizim shinalariga mavqelik murojaat etish signallari va boshqalar. Ushbu sanab o'tilganlarning ba'zi birlarini ko'rib chiqamiz.

### 3.7.4. Takt impuls generatori

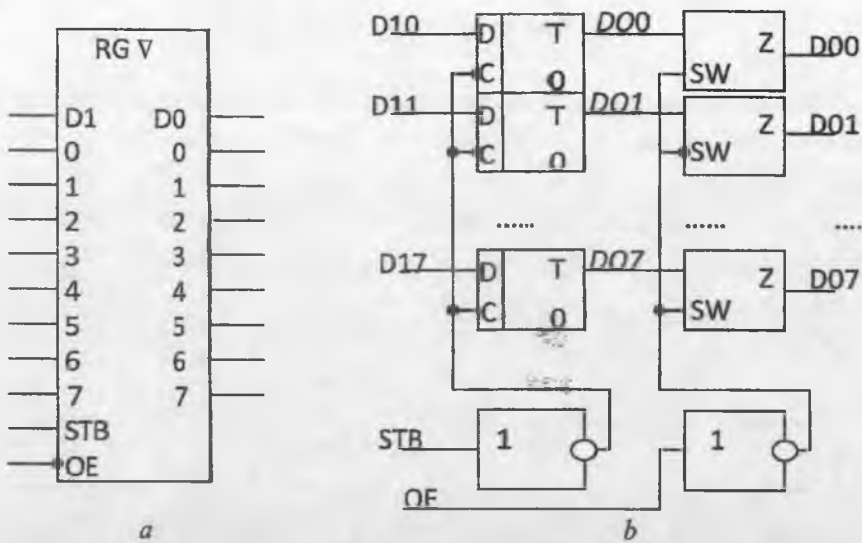
Takt impuls generatori MPT ishini sinxronizatsiyalash jarayonini amalga oshiradi. 1810 mikroprotsessor komplektida K 1810 GF 84 mikrosxemasi mavjud bo'lib, u bosh holatga keltirish va tizimning tayyorligi BM 86 MP asosida sinxroimpulslar seriyasini ishlab chiqarishga mo'ljallangandir (3.11-rasm).



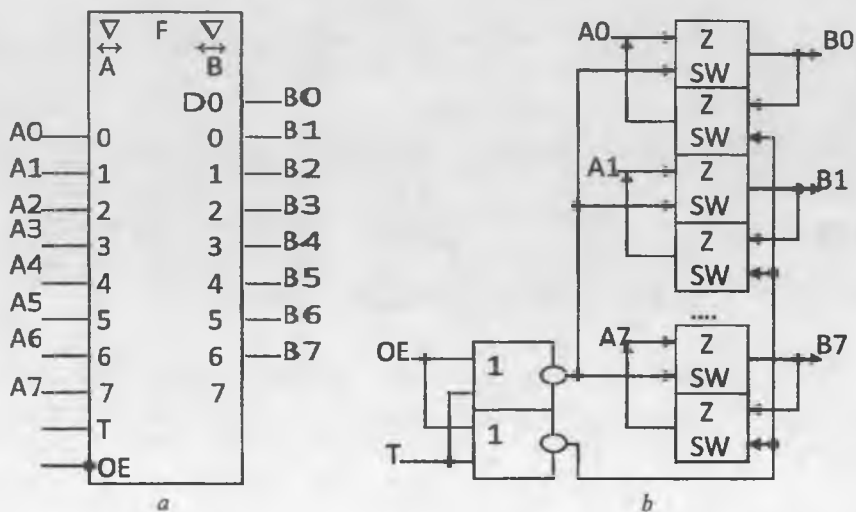
3.11-rasm. Takt impuls generatori.

### 3.7.5. Bufer registrlar va ikki yo'nalishli shina shakllantirishlar

Bufer registrlar va ikki yo'nalishli shina shakllantirishlar mos ravishda markaziy protsessor chiqishlaridagi adreslarni vaqtinchalik saqlash va tizim shinalar orasida ma'lumotlarni ikki yo'nalish bo'yicha almashinuvini tashkil etadilar. MPT KR 580 tarkibida ushbu funksiyalarni bajarish uchun KR580IP82 registri va KR580VA86 shina shakllantiruvchilari mavjud (3.12- va 3.13-rasmlar). Bu yerda (a), (b) keltirilgan sxemalarning shartli belgilanishi va prinsipial sxemalaridir.



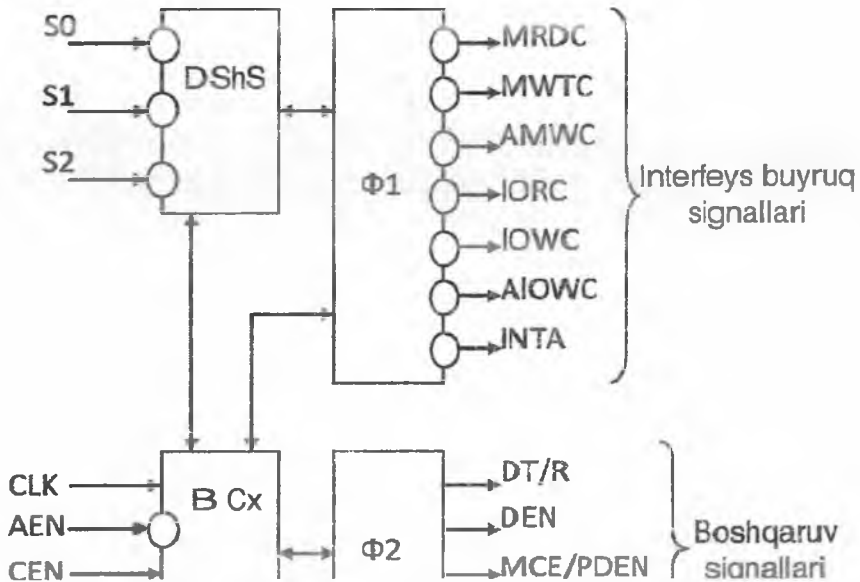
3.12-rasm. Bufer registrlar.



3.13-rasm. Ikkı yo‘nalishli shina shakllantirishlar.

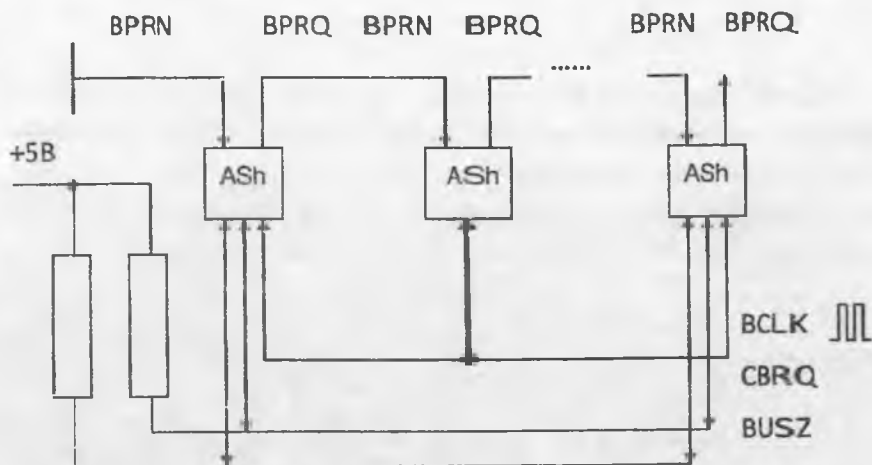
### 3.7.6. Tizim shina kontrolleri

MPT shina kontrolleri (mikrosxema K 1810 10 VG 88) quyidagi funksiyalarni bajaradi: mikroprotsessor holatini deshifratsiya, lokal va tizim shinalari uchun boshqaruv, komanda signallarini shakllantiradi, shina tashkil etuvchi bufer registrlari va uzilish kontrollerlari uchun boshqaruv signallarini ishlab chiqaradi (3.14-rasm).

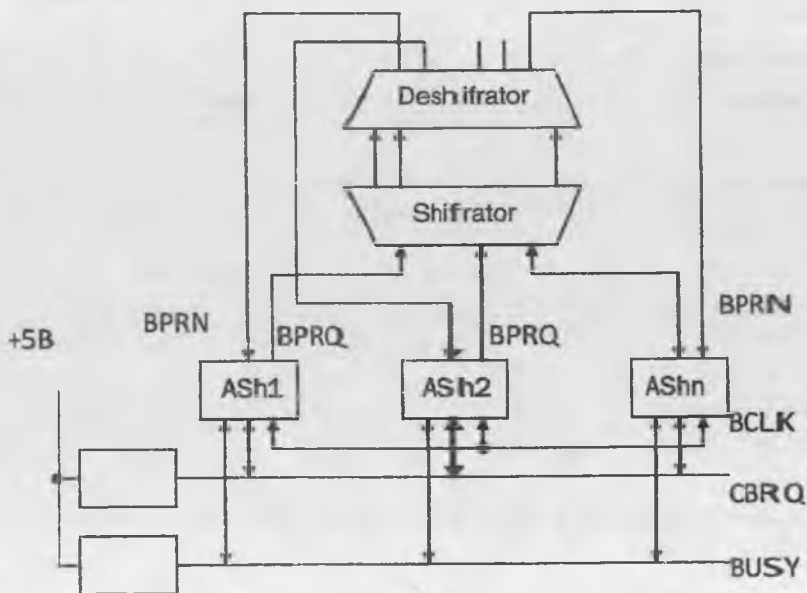


3.14-rasm. Tizim shina kontrolleri.

Ko'p protsessorlik mikroprotsessor tizimida tizim shinalariga mavqelik murojaat etishni tashkil etish uchun shina arbitrlari ishlatiladi (3.15-rasm).



a

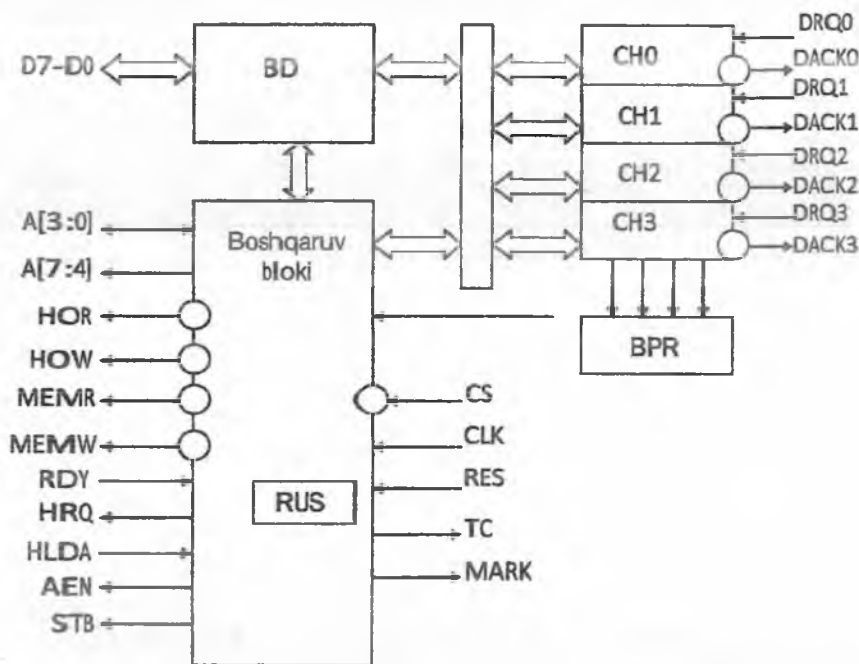


b

3.15-rasm. Tizim shinalariga mavqelik murojaat etishni tashkil etish.

### 3.7.7. Xotiraga to'g'ridan to'g'ri murojaat etish kontrollerlari

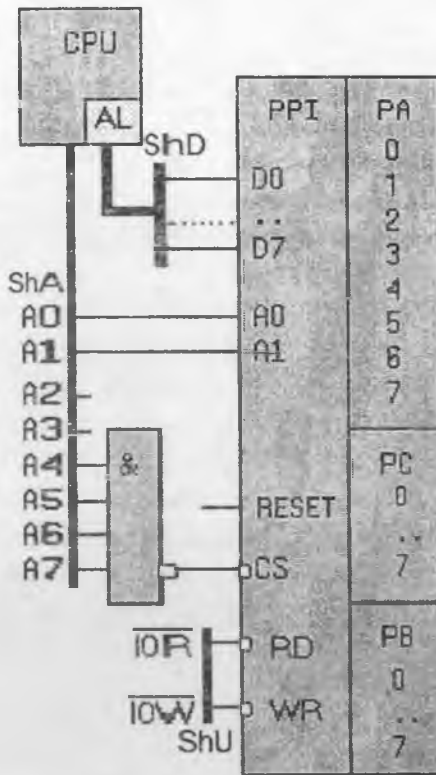
Xotiraga to'g'ridan to'g'ri murojaat etish rejimi mikroprotsessorlarning operativ xotirasining tashqi qurilmalar bilan to'g'ridan to'g'ri tezkorlik ma'lumot almashuv jarayonini tashkil etadi (masalan, kompyuterdagi egiluvchan magnit disk xotira qurilmasi bilan). Ushbu funksiyalarni VT 57 mikrosxemasi bajaradi (3.16-rasm).



3.16-rasm. Xotiraga to'g'ridan to'g'ri murojaat etish kontrolleri.

### 3.7.8. Dasturli periferiya interfeysi

Dasturli periferiya interfeysi (DPI)ning shartli belgilanishi va uni mikroprotsessor tizimiga ulanishining mumkin bo'lgan sxemalardan biri 3.17-rasmda keltirilgan.



3.17-rasm. Dasturli periferiya interfeysi.

DPI tashqi qurilmalar bilan ikki tomonlama 8 bitli 3 ta aloqa kanaliga ega bo'lib, PA, PB, PC portlar deb nomlanadi. RS porti qolganlaridan shunisi bilan farq qiladiki, uni ikkita mustaqil 4 bitli portlarga bo'lish mumkin, ya'ni D7.... D4 katta yarmiga va D3.... D0 gacha bo'lgan kichik yarmiga. Parallel interfeys (IOP) deb nomlanadigan, DPI ikki tomonlama D7.... D0 uch holatli chiqishlar yordamida ma'lumotlar shinasiga ulanadi. A1, A0 kirishlar ma'lumotlar almashishning to'rtta kanaldan birini tanlashni bajaradi: PA, PB, PC uchta portdan yoki boshqarishlar holatini (3.5-jadval) ichki registrida (BGXR yoki CSR – Control and Status Register) qayd etiladi.

A1	A0	Kanal
0	0	PA
0	1	PB
1	0	PC
1	1	CSR

DPI «mikroshema tanlash» deshifrator adresining chiqishidagi invers kirishdagi aktiv signalning yordamida ish holatiga keltiradi. (Chip, Select, Crystall Select, CS) (rasmda to'liq bo'lmagan И-HE elementining chiqishida mantiqiy nol paydo bo'ladi, agar uning hamma kirish signallari '1' ga teng bo'lsa,  $A7=A6=A5=A4=1$ ). Adreslar shinasiga (ASh) yuqoridagi kirishlar kabi ulangan A, A0 kirishlar yordamida u yoki bu kanalni tanlash mumkin bo'lsa, u holda ASHga deshifrator kirishlarni hisobga olgan holda quyidagi kombinatsiyalar (3.6-jadval) mavjud:

3.6-jadval

Adres shinalari liniyasi								Kanal/ Port	Adres (NEX)
A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		
1	1	1	1	X	X	0	0	PA	F0
1	1	1	1	X	X	0	1	PB	F1
1	1	1	1	X	X	1	0	PC	F2
1	1	1	1	X	X	1	1	CSR	F3

Adreslar shinasining A3, A2 liniyalari sxemada ishlatilmagan, shuning uchun ularning qiymati jadvalda X (x Don't Care Bits) kabi belgilangan. 16 sanoq sistemasidagi adresni hisoblashda dasturchi bit qiymatlar sifatida xohlagan qiymatlarni, yuqorida keltirilgan jadvaldagidek (3.6-jadval), nollar ham qo'yib chiqishi mumkin. Masalan, PB porti uchun ikkilik kodi  $1111 \times X01 = 11110001$  (BTN) = F1 (NEX).



DPI portlariga ulangan MP (SRU)ni va tashqi qurilmalar (TQ) orasida ma'lumot baytlari bilan almashinuvi assemblar IN.... va OUT.... buyruqlar yordamida bajariladi.

IN va OUT buyruqlarining bajarilishi ikki bosqichda bajariladi (mikroprotsessorning konkret arxitekturasiga bog'liq, taktlarni va sikllarni hisobga olmagan holda). Misol: IN AL, OF1h va OUT OF1h, AL ko'rsatmaning bajarilishi.

*1-bosqich.* ASH siga MP adresni (masalan, F1) joylashtiriladi va u deshifratsiyalanadi (bizning misolda H—HE elementi). Deshifратор chiqishda aktiv bosqich (0) ~ CS invers kirishga keladi va DPI ni ish holatiga o'tkazadi.

*2-bosqich. a) OUT buyrug'i.* Keyingi vaqt paytida MP AL registrida joylashgan baytni ma'lumotlar shinasiga joylashtiradi va bir vaqtda ~ boshqarish kirishiga kelayotgan ~IOW strob yozuvini ishlab chiqaradi. ~IOW impulsi mos ravishdagi portning chiqish registridagi ma'lumotlar baytni ulab qo'yadi (bizning misolda PB porti). *b) IN buyrug'i* MP ~RD signalini qo'yishi boshqaruv kirishga AL akkumulyatordagi ikkilik kodi ma'lumotlar shinasini (MSh) orqali PB portidan ma'lumotlar baytni o'qish uchun ~IOR — strob o'qishni yuboradi.

DPI bajarayotgan operatsiyalarning turi (ishlash rejimi) uning boshqaruv registriga yozib qo'yilgan axborotiga bog'liq. Bu axborot boshqaruv bayti yoki buyruq deb nomlanadi. Quyida ko'p ishlatiladigan rejimlardan biri «0» rejimida D6, D5, D2 bitlardan — nollardan iborat (3.7-jadval) boshqaruv baytining formati keltirilgan.

### 3.7-jadval

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	0	PA	PCh	0	PB	PC1

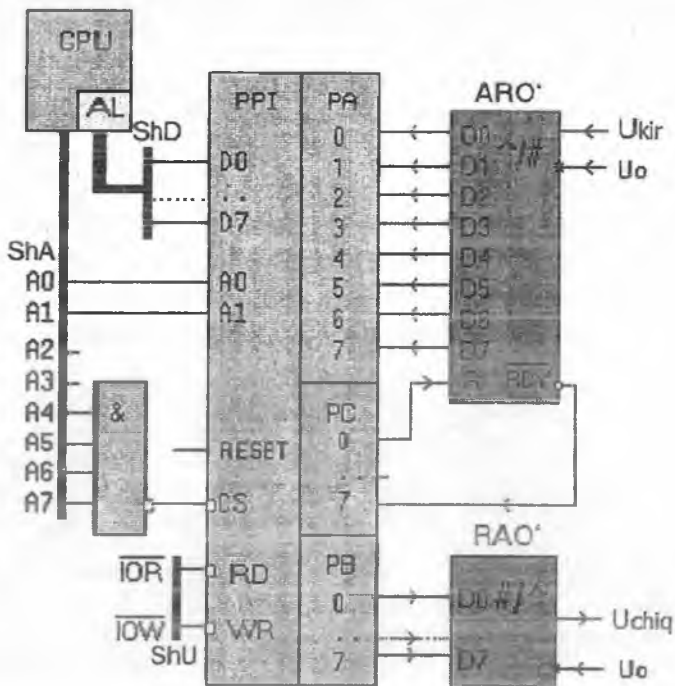
PA, PB, PCh, PC1 bitlari portlari orqali ma'lumotlar uzatishning yunalishini aniqlaydi (agar port chiqishga mo'ljallangan bo'lsa, IN buyrug'i yordamida MPga ma'lumotlarni u orqali kiritib bo'lmaydi).

Agar sanab o'tilgan bitlardan biri o'rnatilgan (unga 1 yozilgan), bo'lsa, unda mos ravishdagi (MP→T.K), agar bit tushirib qolinsa (unga

«0» yozilgan), unda port chiqish uchun mo'ljallangan: (MP→T+). Shuni takidlash lozimki, ilmiy-texnika adabiyotlarda DPI ko'pincha parallel dasturlanuvchi adapterlar deb nomlanadi va KR580VV55 integral sxema ko'rinishida qurilma sxemalarida keltiriladi.

### 3.7.9. DPIga RAO' (IIAII) va ARO' (AIIII)ni ulash

RAO' va ARO' tashqi qurilma sifatida DPIga ulash misoli quyidagi 3.18-rasmida keltirilgan. Analog-raqamli o'zgartirgichning ketma-ketlik yaqinlashishi (MPlarda keng tarqalgan) PA portining raqamli chiqishiga ulangan (boshqa port ham bo'lishi mumkin). R tashqi gen. yoqish kirishi PC portining liniyalaridan biriga ulangan o'zgartirgichning tayyorlik chiqishi PC7 liniyasi bilan ulangan.



3.18-rasm. DPIga RAO' (IIAII) va ARO' (AIIII)ni ulash.

Rasmdan ko‘rinib turibdi ki, PA porti kodni kirishi  $U_{kir}$  kuchlanishiga to‘g‘ri proporsional bo‘lgan kodni kiritishga, PB porti esa kodni chiqarishga sozlangan bo‘lishi kerak. Shuning uchun boshqaruv baytining D4 (PA) biti o‘rnatilgan, D1 (PB) biti esa tushirib qoldirilgan bo‘lishi kerak.

3.8-jadval

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	0	1	PCh	0	0	PCl

Keyinchalik shunga e‘tibor qilamizki 6 PC0 liniyasi u bilan birga hamma PC1ning kichik yarim qismi chiqishga, PC7 (PCh) liniyasi esa kirishga sozlangan bo‘lishi kerak, shu bois keltirilgan variantni ARO‘ va RAO‘ga ulash uchun oxirgi boshqaruv bayti quyidagicha ko‘rinishga ega bo‘ladi:

3.9-jadval

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	XEX kod
1	0	0	1	1	0	0	0	98

### 3.7.10. Dasturli bog‘lanish interfeysi

Dasturli bog‘lanish interfeysi yoki universal (sinxron) asinxron qabul qiluvchi-uzatuvchi (U(S)APP yoki U(S)ART) MP va ketma-ketlik formatidagi uzoq masofada joylashgan tashqi qurilmalar (TQ) orasida ma‘lumotlar almashishni tashkil qilish uchun ishlatiladi. Shu sababli, USAPP yana ketma-ketlik interfeysi (IOS) deb ham ataladi.

USAPP uzatuvchi sifatida parallel kodni ketma-ket kodga aylantiradi va uni aloqa liniyasiga uzatadi, qabul qiluvchi sifatida bo‘lsa,

teskari ayantirishni yuzaga keltiradi. USAPP uzoq masofada joylashgan qurilmalar bilan simpleks (ma'lumotlar bir tomonlama harakat qiladi), yarimdupleks (ma'lulotlar galma-galdan ikki tomonga uzatib, qabul qilinadi) va dupleks (bir vaqtida ikkala tomonga ma'lumotlar almashinishi) rejimlarda ma'lumotlar bilan almashinishi mumkin.

3.19-rasmda USAPPning soddalashtirilgan shartli belgilanishi, uning mikroprotsesor sistemasiga ulanish sxemasi va asinxron rejimda ishlayotgan qabul qiluvchining kirish yoki uzatuvchining chiqishidagi tipik bitlar ketma-ketligi keltirilgan.

Ushbu sxemada MP ko'rsatilmagan taymerning CTO hisoblagichi (boshqa bo'lishi ham mumkin) ma'lumotlar almashishi uchun kerak bo'lgan tezlikni ta'minlab beradi.

Chiqishlarning vazifalari: TXD uzatuvchining chiqishi, RxD qabul qiluvchining kirishi, CLK sinxronizatsiya chastotasining kirishi, RxC qabul qiluvchining sinxrosignal kirish, ~CTS qabul qiluvchi terminalning (uzoq masofadagi qurilma yoki modem) tayyorlik invers kirishi. Oddiy aloqa sistemalarida ~CTS kirishni «yer bilan» qattiq ravishda bog'lash mumkin.

Bunda uzatuvchiga qabul qiluvchi «har doim tayyor» deb xabar berib qo'yishi kerak, ammo uning haqiqatdan ham tayyorligini aniqlash — dasturlovchining ishi. Agar standart aloqa protokoli ishlatilsa, masalan, RS-232 C, unda ~CTS kirish nolinchisi dan uzib tashlanishi kerak. C/~D — «boshqaruv ma'lumotlar» funksional kirish.

Agar C/~D=0 bo'lsa, unda MP va USAPP ma'lumotlar bayti bilan almashishadi, agar C/~D=1 bo'lsa, unda boshqaruv baytining yozish yoki holatlar baytini o'qishi bajariladi.

PCning qolgan chiqishlarining vazifalari PPI chiqishlarining vazifalariga mos ravishda o'xshaydi. Rasmda keltirilgan chiqishlar unga uzoq bo'lmagan masofada joylashgan obyektlar bilan aloqa qilishi uchun yetarlidir, masalan, kompyuter bilan yoki boshqa MPlar bilan.



Shina adres liniyalari								Boshqaruv (CSR) ma'lumot/Registr	Adres (NEX)
A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		
1	0	0	1	1	1	x	0	Ma'lumot port adresi	9S
1	0	0	1	1	1	x	1	CSR port adresi	9D

USAPPning keng tarqalgan ishlash rejimlarida biri sinxron rejim hisoblanadi.

Kadrlar uzluksiz yoki alohida pazalar bilan uzatiladi. Axborot bitlari katta razryadlardan boshlab beriladi. USAPP boshqaruv baytini yozish yo'li bilan dasturlanadi. U ikki xil bo'lishi mumkin:

- ko'rsatma rejim;
- boshqaruv buyrug'i.

USAPPni ilmiy adabiyotlarda ketma-ket dasturlanuvchi adapter deb ham nomlanadi. U integral sxema KR580VV55 ko'rinishida sxemalarda ko'rsatiladi.

### 3.7.11. ShK platalari

#### 3.7.11.1. SCSI interfeysi

Kichik kompyuter tizimlari interfeysi yoki SCSI diskli emas, balki tizimlidir. Bu nazoratchining navbatdagi yangi turi emas, balki 8 ta yoki 16 ta qurilmaning ishini ta'minlashi mumkin bo'lgan shinadir. Ba'zi adapterlar bundan ham ko'p qurilmalarni ulashga imkon beradi. Bu qurilmalardan asosiy (host) adapter deb ataladigan biri SCSI shina bilan shaxsiy kompyuter tizimli shinasi orasida bog'lovchi bo'g'in vazifasini bajaradi. SCSI shina qurilmalarning o'zleri (masalan, qattiq disklar) bilan emas, balki ularga o'rnatilgan kompyuterlar bilan ishlaydi. Yuqorida eslatilganidek, SCSI shina unga ulangan 8 yoki 16 ta modulning ishini ta'minlashi mumkin bo'lib, ularning har biriga identifikatsiya nomeri - SCSI ID beriladi. Modullardan biri kompyu-

terga ulangan adapter platasi bo'ladi; qolgan 7 tasi tashqi qurilmalar bo'ladi. Bitta asosiy adapterning o'ziga qattiq disklarni, magnet tasmani jamlovchilarni, CD-ROMni, skaner yoki boshqa qurilmalarni (5 ta yoki 15 tadan ortiq emas) ulash mumkin. Ko'pchilik kompyuterlar-ga 4 tagacha asosiy adapterni o'rnatish, qurilmalarni ulash mumkin bo'lganligi uchun qurilmalar soni 60 tagacha yetishi mumkin.

Hozir PC – birgalikda kompyuter olamida SCSI interfeysi tizim-ni kengaytirish va o'rnatilgan SCSI interfeysi qurilmalari to'plamini yaratish uchun keng imkoniyatlari tufayli ommaviylashib bormoqda. SCSI interfeysi standart sifatida qabul qilingan va amalda barcha bir-galikda bo'ladigan PC kompyuterlarda ishlatilmoqda. Asosiy SCSI adapter yoki raz'yomlardan biriga o'rnatiladi yoki tizimli plataga o'rnatiladi. Bunday konstruktsiya bir qarashda IDE interfeysini esla-tadi, chunki SCSI diski tizimli plataga birgina kabel yordamida ula-nadi. Muhim farqi shundaki, SCSI interfeysiga 7 tagacha qurilmani (shu bilan birga ular qattiq disk bo'lishi shart emas) ulash mumkin, IDE ga esa ikki qurilmani ulanadi, ularning tanlovi esa cheklangandir. SCSI interfeysining mashhurlashib borishi bilan dastur-drayverlar va ularning operatsion tizimlar bilan o'zaro ishlash mexanizmlari tako-millashtirildi va demak, tizimga yangi tashqi qurilmalarini ulash ish-lari (protseduralari) ham takomillashdi.

### **SCSI standartlari.**

*SCSI-1 standarti* standart SCSIning birinchi amalga oshirilishidir. SCSI-1 standartining rasmiy hujjati ANSI X3.131-1986 dir. SCSI-1 standartining asosiy xossalari quyidagilar:

- parallel sonli razryadli shinalar;
- 5MHz chastotada asinxron va sinxron rejim;
- ma'lumotlarni uzatish tezligi 4 Mbayt/sek (asinxron rejimlar) va 5 Mbayt/sek (sinxron rejim);
- 50 kontaktli kabel;
- bir liniyal shina bo'yicha bog'lanmagan uzatish;
- passiv chekka (oxirgi) yuklama;
- juftlikning shart bo'lmagan nazorati;

SCSI-1 standarti hozirgi vaqtda eskirdi va o'rniga navbatdagi SCSI-2 va SCSI-3 talqinlari keldi.

### SCSI-2 standarti.

SCSI-2 standartining rasmiy hujjati ANSI X3.131-1994 deb ataladi. Bu ilgarigi SCSI-1 standartining yaxshilangan variantidan iborat. Unda ba'zi parametrlarga talablar qat'iyroq qo'yilgan hamda yangi vazifalar va imkoniyatlar qo'shilgan. SCSI-1 SCSI-2 standartlariga muvofiqlashtirib bajarilgan qurilmalar odatda o'zaro birgalikda ishlay oladi, biroq SCSI-2 ning yangi imkoniyatlari SCSI-1 da amalga oshirilmaydi. SCSI-2 ga kiritilgan o'zgartirishlar ko'pchilik hollarda hal qiluvchi ahamiyat kasb etmaydi. Masalan, SCSI-1 shinasida juftlik nazorati majburiy emas, SCSI-2 da esa majburiy shart sifatida kiritilgan. Yana bir shart shundan iboratki, yetakchi qurilmalarning, masalan, asosiy adapterlarning interfeys ulanish joylariga aloqa liniyalari yuklamalarini moslash uchun tayanch kuchlanish chiqarilishi lozim va ko'pchilik hollarda bunga rioya qilinadi. SCSI-2 standartida quyidagi ba'zi qo'shimcha (shart bo'lmagan) imkoniyatlar ko'zda tutilgan:

- ma'lumotlarni 10 MHz chastotada (Fast) tez uzatish;
- SCSI shinasini 16 razryadgacha kengaytirish;
- buyruqlar navbati;
- chiqishlar qadami kamaytirilgan kabelli ulanish joylaridan foydalanish;
- Aloqa liniyalarining aktiv yuklamasi.

SCSI kengaytirilgan shinası standart shinadan 16 razryadligi bilan farq qiladi; bu ma'lumotlarni parallel uzatish imkonini beradi. Tabiiyki, bunday qurilmalarni ulash uchun yangi tipdagi kabellar kerak bo'ladi. Standart 50 kabelli (8 razryadli) kabel A tipdagi kabel deb ataladi. SCSI-2 standartida dastlab maxsus 68 kontaktli B tipidagi kabel ko'zda tutilgan bo'lib, u A tipida kabel bilan birgalikda kengaytirilgan shinani tashkil etishi mo'ljallangan edi, biroq u unchalik yaxshi qabul qilinmadi va tezda uni bo'lajak SCSI-3 standartining qismi bo'lgan 68 kontaktli P tipidagi kabi siqib chiqardi.

16 razryadli shinani yaratishda A va B tiplaridagi kabilar juftligidan ko'ra, bitta P tipidagi kabeldan foydalanish hech so'zsiz qulay ekanligi sababli ana shu hoi ro'y berdi. Fast SCSI tipidagi qurilmalar orasida ma'lumotlarni sinxron uzatish ikki marta tez amalga oshiriladi.



Standart 8 razryadli shinada 10 Mbayt/sek ga teng. Agar shinalar razryadligini 16 gacha oshirilsa (Fast/Wide SCSI), u holda ma'lumotlar uzatish tezligi 20 Mbayt/sek gacha ortadi. Kontaktli yuqori zichlikda bo'lgan ulanish joylardan foydalanish qulayroq kabellarni yaratishga imkon beradi. SCSI-1 standartida bosh qurilma, masalan, asosiy adapter har bir qurilma manziliga faqat bittadan buyruq berishi shart qilib qo'yilgan. SCSI-2 standarti har bir qurilmaga 256 tagacha buyruq jo'natishi mumkin; bu buyruqlar unda to'planadi, ishlab chiqiladi va shundan keyingina undan SCSI shinasiga javob keladi. Qabul qiluvchi qurilma qabul qilgan buyruqlarga eng samarali javop berish uchun, ularning bajarilish tartibini o'zgartirishi mumkin. Bu imkoniyat ko'p vazifali operatsion tizimda, masalan, OS/1 yoki Windows NT da ishlashda ayniqsa foydalidir.

### SCSI-3 standartlari.

SCSI-2 standarti rasman juda yaqinda kiritilganiga qaramasdan (aslida u bir necha yil davomida norasmiy ishlab kelmoqda), hozir SCSI-3 ustida jadal ish olib borilmoqda. SCSI-1 va SCSI-2 dan farqli o'laroq, SCSI-3 tasnifi (tafsilotli ro'yxati) bir nechta SPI (SCSI Parallel Interfase) hujjatlardan iborat bo'lib, ular tabiiy ulanishni, elektr ulanishlar interferensiyasini, asosiy buyruqlar ro'yxati va maxsus protokollarni tavsiflaydi. Maxsus protokollar qattiq disk interfeysi, magnit tasmali jamlovchilar, RAID nazoratchi va boshqa qurilmalar buyruqlarini o'z ichiga oladi (SCSI Architectural Modul – SAM).

SCSI standartlari ushbu imkoniyatlar bilan to'ldirilgan.

- ULTRA 2 (Fast-40) SCSI;
- ULTRA 3 (Fast-80 DT) SCSI;
- quyi kuchlanish differensial signallari (Low Voltage Differential – LTD);
- yuqori kuchlanish differensial signallaridan voz kechish (High Voltage Differential – HVD);

SCSI-3 standartini bir nechta uncha katta bo'lmagan hujjatlarga bo'linishi yagona SCSI-3 standartini tezroq tasdiqlash imkonini beradi. Yangi standartning ba'zi tasniflari yagona SCSI-3 standarti chop etilishidan oldin ma'lum bo'ladi, bu esa tegishli qurilmalarni ilgariroq ishlab chiqarishni imkon beradi.

SCSI-3 standartiga kiritilgan asosiy yangiliklardan biri uzatish tezligini 160 Mbayt/s ga orttirishdir. Bunday tezlikni FAST-40 (ULTRA 2) va FAST-80 DT (ULTRA 3) adapterlari va qurilmalari qo'llaydi.

### SCSI shina tizimi.

SCSI shinasi, shuningdek, yana bir liniyali shina (single\_endedse) deb ham ataladi, chunki har bir signalni uzatish uchun bitta sim ishlatiladi. Bu unchalik qimmat bo'lmagan texnologiya, biroq undan foydalanilganda unumdorlik va to'sqinlar muammosi yuzaga keladi. Bir liniyali (o'tkazgichni) shinani ko'pincha balanslanmagan shina deb ataladi. Har bir signal xalaqitlarni pasaytirish uchun odatda buzilgan liniyalar juftligi orqali tarqaladi. Bir liniyali shinada liniyalardan biri umumiy bo'ladi, odatda u barcha liniyalar uchun umumiy bo'ladi. Afsuski, balanslanmagan shina to'sqinga bardoshlilik juda quyidir. Shu munosabat bilan kabelning eng katta uzunligi 1,5 m dan ortiq bo'la olmaydi. SCSI differensial shinasida har bir signalni uzatish uchun ikki liniyali aloqa liniyasidan foydalaniladi. Juftlik liniyalarining biridan to'g'ri signal (birinchi holdagi kabi), ikkinchi liniyadan esa invers signal uzatiladi. Qabul qiluvchi qurilmaga bu signallar farqi beriladi (ana shu munosabat bilan shinaning differensial nomi kelib chiqqan). Ma'lumotlarni bunday uzatish usuli aloqa liniyasining xalaqitlardan himoyalanganligini oshirish va natijada ulash kabeli uzunligini orttirish imkonini beradi. SCSI differensial shinasi bo'ylab ma'lumotlarni 25 m gacha masofaga, bir liniyali shina bo'ylab esa odatdagi asinxron va sinxron almashuvlarda 6 m gacha va FAST rejimida faqat 3 m gacha uzatish mumkin. 3.20-rasmda balanslangan (differensial) va balanslanmagan (bir liniyali) shinalar sxemasi ko'rsatilgan.

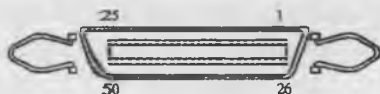


3.20-rasm. Balanslangan (differensial) va balanslanmagan (bir liniyali) shinalar.

Bu birinchi SCSI standartida ikki sim orasida yuqori kuchlanish ishlatiladi, bu signallarni ishlab chiqish sxemasi murakkablashtiradi va mos ravishda adapter bahosini orttiradi. Bu kamchilikdan tashqari yuqorigi kuchlanishli shinalar (High Voltage Differential – HVD) SCSI-3 standartidan chiqarib tashlanishiga sabab bo'lgan yana bir necha muammolar mavjud. Yuqori kuchlanishli differensial shina o'rniga past kuchlanishli differensial shina (Low Voltage Differential – LVD) keldi. Bu adapter sxemasini soddalashtirish va uning bahosini pasaytirish imkonini berdi. Bu shindan foydalanishning afzalligi, uning bexatar ulanishidir, ya'ni qurilmani bir shinali liniyaga ulashda adapter elementlarning zararlanishi yuz bermaydi. Past kuchlanishli differensial shina aslida ko'p rejimli shindan iborat.

### SCSI kabellari va raz'yomlari.

SCSI standarti kabellar va ulanish joylarga anchagina qattiq talablar qo'yadi. Tizim ichida ulanishlar uchun 50 kontaktli ekranlangan ulanish joy, tashqi ulanishlar uchun esa unga o'xshash Centronics (fiksatori bilan) tipidagi ekranlangan ulanish joy ishlatiladi. Rasmiy hujjatlarda ekranlangan ulanish joyini ba'zan Alternative 2 deb ataladi. Bir liniyali va differensial shinalar uchun liniyalarning ham passiv, ham aktiv yuklamalari ko'zda tutilgan (aktiv yuklama afzalroqdir). SCSI standartining 50 kontaktli kabeli A tipdagi kabel deb ataladi. 3.21-rasmda 50 kontaktli ulanish joyning tashqi ko'rinishi tasvirlangan.



3.21-rasm. 50 kontaktli SCSI ulanish joyi (Alternative 2)ning tashqi ko'rinishi.

SCSI-3 standartida 68 kontaktli P kabeli paydo bo'ladi. Ikkala kabelda (A va P tiplarida) ham yoki ekranlangan yoki ekranlangan D tipidagi ulanish joylar montaj qilinishi mumkin. Ular Centronics ulanish joylari kabi liniyali halqalar bilan emas, balki fiksator-qisqichlar bilan ta'minlanishi lozim. Xalaqitlardan yaxshiroq himoyalanganlik bo'lishi uchun bir liniyali shinalarda liniyalar yuklamasi

aktiv bo'lishi lozim. 3.22-rasmda 68 kontaktli ulanish joy tasvirlangan.



3.22-rasm. 68 kontaktli SCSI ulanish joyining tashqi ko'rinishi.

Yuqorida qayd etildiki, SCSI interfeysining elektr parametrlari bo'yi cha moslashuvchan bo'lmagan ikkita: bir liniyali va differensial talqinlari mavjud. Bu ikki sxema bo'yicha bajarilgan qurilmalar bitta shina ga ulanishi mumkin emas. To'g'ri differensial shina bugungi kunda juda kam uchraydi va biz u bilan ish ko'rmasak kerak. Shina ning har bir turi (bir liniyali va differensial) uchun ikki tipdagi kabel ko'zda tutilgan.

A tip (standart 8 razryadli SCSI shinas);

B tip (16 razryadli Wide SCSI shinas).

SCSI-1 va SCSI-2 standartlarida ko'pchilik hollarda tashqi qurilmalarini ulash uchun A tipdagi kabel dan foydalaniladi. Wide SCSI (16 razryadli) shinasiga ulash uchun uning o'rniga D tipdagi shina ishlatiladi. A va P tipdagi shinalarni maxsus adapterlar yordamida bir lashtirib, bitta shina ga standart qurilmalarni ham, 16 razryadli qurilmalarni ham ulash mumkin. Qurilmalarni 32 razryadli SCSI-3 shina sig'a ulash uchun maxsus Q tipdagi kabel dan foydalaniladi.

SCSI qurilmalarini ulash uchun kabel da eng muhim signallar ichki qatlamda, muhim bo'lmaganlari o'rta qatlamda, qolganlari kabel chetida joylanadi. SCSI kabelining tipik konstruksiyasi 3.23-rasmda keltirilgan.



3.23-rasm. Tipik SCSI kabeli konstruksiyasi.

Bunday konstruksiyasi tufayli SCSI kabeli boshqa kabellardan qimmatroq. Bunday kabel SCSIning tashqi qurilmalarini ulash uchun ishlatilishiga e'tibor berilg. Ichki (kompyuter korpusida) ulanishlar uchun odatdagi tasmali kabel ishlatiladi. A tipidagi kabellarda ekranlanmagan shtirli (tizim ichida ulashlar uchun) va ekranlangan (tashqi ulanishlar uchun) ulanish joylar montaj qilinishi mumkin, shu bilan birga ular chiqishlarining orasi ochiqligi turlichadir. Ichki va tashqi ulanishlar uchun mo'ljallangan P tipidagi kabel ulanish joylarida chiqishlarning orasi ochiq ligi bir xil.

### 3.7.11.2. Grafik plata (Videoadapter)

Monitor axborotni vizual (ko'rinma) akslantirish uchun mo'ljallangan qurilmadir. Monitor oladigan signallar: sonlar, simvollar grafik axborot va sinkronizatsiya signallari, videokartada shakllantiriladi. Shunday qilib, monitor va videokarta o'ziga xos juftlik bo'lib, bu juftlik ortmay ishlashi uchun o'ziga xos ravishda rostanishi lozim.

Hozirgi vaqtda videokartalarning konstruksiyasi, parametrlari va standartlari bilan farqlanadigan 30 dan ortiq modifikatsiyalari (xillari mavjud).

1987-yili PS/2 kompyuterlari oilasi paydo bo'lishi bilan IBM firmasi videotizimlarga yangi standartlar joriy qildi va ular eski standartlarni amalda darhol siqib chiqardi. Ko'pchilik videokartalar ushbu standartlardan birini amalda qo'llaydi.

- MDA (Monochrome Display Adapter);
- HGTS (Hercules Graphics Card);
- CGA (Color Graphics Adapter);
- VGA (Video Graphics Array);
- SVGA (Super VGA);
- XGA (Extended Graphics Array).

Hozirgi vaqtda bozorda VGA, SVGA va XGA adapterlari mavjud.

## **VG-A standardi.**

Monitorga raqamli signallarni uzatuvchi eskirgan videostandartlardan farqli ravishda, VGAda analog signallarni uzatishdan foydalaniladi. Boshqa elektronika raqamli texnikaga o'tayotganda, nima uchun aynan analog signal tanlandi?

Buning sababi rangni qanday uzatishda ekan. PS/2 gacha chiqarilgan kompyuterlarning monitorlarining aksariyati raqamli signallarni qabul qilardi. RGB signallari rangli tasvirlarni chiqarishda elektron nurlarni elektron-nurli naychaning elektron to'pidan qizil, yashil va ko'k ranglarda yoqib-o'chiradi. Shunday qilib, ekrandagi tasvirda sakkizta raqamgacha qatnashar edi (23). IBMning monitor va adapterlarda rangli kombinatsiyalar miqdori, har bir rang bo'yicha ravshanlashtiradigan qo'shimcha signal hisobiga ko'payar edi. Ularni ishlab chiqish texnologiyasi yetarlicha sodda va yaxshi o'zlashtirilgan bo'lib, turli rusumlar orasidagi ranglar moslashuvchandir. PS/2 IBM da tasvirlash tizimida analog sxemotexnikaga o'tiladi. Analog monitor raqamliga o'xshash tamoyilda ishlaydi, ya'ni RGB – boshqarish signallari uch asosiy signalda uzatiladi, biroq har bir signal ravshanlikning bir nechta bosqichiga ega (VGA – 64 standartda). Natijada mumkin bo'lgan kombinatsiyalar (ranglar) soni  $262\ 144\ (64^3)$  gacha ortadi. Kompyuter grafikasining real tasvirini yaratish uchun rang yuqori kengaytkichdan muhimroq turadi, chunki insonning ko'zi rasmdagi haqiqiy ranglardagiga qaraganda ko'proq qabul qiladi.

Hozirgi vaqtda 16 ta rangli va  $640 \times 480$  kengaytkichli adapter VGAning asosiy adapteri hisoblanadi. Bu parametrlar Windows operatsion tizim boshqaruvida ishlaydigan barcha adapterlar tomonidan qo'llanilishi kerak. Agar tizimni yuklashda muammo tug'ilsa, u o'rnatilgan bo'yicha 16 rangli,  $640 \times 480$  rejimdagi, VGA adapteri foydalaniladi.

## **SVGA standarti.**

1989-yilning oktabrida VESA birlashmasi, chiqarilayotgan SVGA platalarning ko'plab modifikatsiyalarini dasturlash murakkabligini e'tiborga olib, shu platalar bilan yagona dasturiy interfeysi uchun

standartni taklif qildi. Bu birlashmaga ShK uchun asbob uskuna va shu bilan birga tasvirlash asbob uskunalarini ishlab chiqaruvchi ko'pchilik kompaniyalarning vakillari a'zo bo'ldilar.

Yangi standart VESA BIOS Extension deb nomlangan. Agar videoadapter bu standartni qaroatlantirsa dasturiy yo'l bilan uning xususiyatlarining mosligini aniqlash mumkin va uni keyinchalik foydalanish mumkin. VESA BIOS ning afzalligi shunda ediki, SVGA ning ixtiyoriy adapteri bilan ishlashda dasturchi yagona drayver ishlatishi mumkin. Turli ishlab chiqaruvchilarning turli rusumdagi adapterlari bilan yagona VESA dasturiy interfeysi orqali aloqada bo'lishi mumkin.

Hozirgi vaqtda SVGA chiqarayotgan ko'pchilik adapterlar VESA BIOS Extension xususiyatini qo'llaydi. Bu qo'llash, asosan, Windowsdan farqli operatsion tizimlar va real rejimdagi DOS ilovalar uchun zarur. Windows 9x va Windows NT/2000 operatsion tizimlarning foydalanuvchilari uchun BIOSning bu kengaytkichlari kerak emas, chunki uning ishlashi uchun o'rnatilgan videoadapterning videodrayveri foydalaniladi. SVGA platasiga mavjud bo'lgan VESA standarti, barcha, 16 777 216 ranglardagi 1 280×1024 piksel kengaytkichgacha bo'lgan keng tarqalgan ranglarni kodlash va tasvirlash formatlarining variantlaridan foydalanishni ko'zlaydi. Ba'zi videoadapterlar 1880×1440 kengaytkichni qo'llaydi.

#### **Videotizim tarkibiy qismlari.**

Videotizimning ish faoliyati uchun quyidagi tarkibiy qismlar zarur:

BIOS (Basic Input/Output System – Kiritish-chiqarish asosiy tizimi);

– Tizimli mantiq mikrosxemalar to'plami dab ataluvchi grafik protsessor;

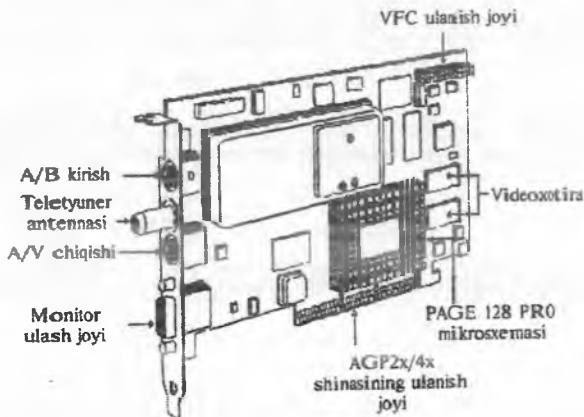
– videoadapter;

– videoxotira;

– raqamli analog o'zgartkich (DAC – Digital to Analog Converter);

– ulanish joyi;

– videodrayver;



3.24-rasm. Tipik videoadapterning tarkibiy qismlari.

Hozirgi kunda ma'lum bo'lgan adapterlar, qo'shimcha modullarga ega. Bu modullar orqali masalan, uch o'lchovli obyektlarni tasvirlash tezligini o'rttirish mumkin. Keyingi boblarda bu tarkibiy qismlar batafsilroq ko'rib chiqiladi.

#### **BIOS videoadapteri.**

Videoadapterlar tizimli BIOSga o'xshash o'zining BIOSiga ega, biroq undan butunlay mustaqil (kompyuterdagi boshqa qurilmalar ham o'zining BIOSiga ega bo'lishi mumkin. Agar, siz ekranni yoqib tezda monitorga qarasangiz, BIOS videoadapterining belgisini ko'rishingiz mumkin. BIOS videoadapteri tizimli BIOSga o'xshash ROM mikrosxemasida saqlanadi, videoadapter uskunalari va dasturiy ta'minot orasida interfeysni ta'minlovchi asosiy buyruqlarni o'z ichiga oladi. BIOS funksiyalariga murojaat qiluvchi avtonom ilova, operatsion tizim va BIOS tizimi bo'lishi mumkin. BIOS funksiyalariga murojaat POST protsedurasi bajarilish vaqtida monitor haqida axborotni olishga va boshqa ixtiyoriy dasturiy drayverlar diski yuklanishidan oldin tizim yuklanishini boshlashga imkon yaratadi.

#### **Grafik protsessor.**

Videoadapter tuzilmasida uch tipdagi protsessorlardan bittasi yoki maxsuslashgan mikrosxemalar to'plami qo'llanilishi mumkin. Aniq bir platada o'rnatiladigan qurilma turi, amalda VGA, SVGA yoki



XGA videoadapterlari qo' llaydigan tasvirlash standartiga bo'g'liq emas. Eng eski videoadapterlar arxitekturasini tasvir kadrini saqlash imkoniyatli tuzilma deyiladi (*framebuffer technology*). Bu usul bo'yicha videoadapter statistik kadrni saqlash va regeneratsiyalashni ta'minlaydi. Kadrlarning o'zi dastur va kompyuterning markaziy protsessori orqali tuziladi. Tabiiyki, bu usulda markaziy protsessorga katta mas'uliyat yuklanadi, chunki tasvirning barcha detallarini boshqarishi zarur bo'ladi. Zamonaviy kompyuter grafikasida maxsuslashgan grafik soprotsessor ham qo'llaniladi. Bunday arxitektura videoadapter tarkibiga, maxsus protsessorini kiritishni talab qiladi. Bunda markaziy protsessor boshqa masalalarni bajarishdan tola ozod etiladi. Shunday qilib, markaziy protsessoridan barcha grafik funksiyalarini olib tashlash va ularni moslashtirilgan videoadapter protsessoriga yuklash orqali, bu arxitektura tizimining reaksiyasining minimal vaqtini ta'minlaydi.

Chegaralangan funksiyali videoakselerator (*accelerator chip*) arxitekturaning oraliq variantidir. Zamonaviy kompyuterlar bozori-dagi ko'pchilik videoadapterlarda qo'llaniluvchi bunday arxitekturaning elektron sxemalari, algoritmi oddiy bo'lgan, biroq ko'p vaqtni oladigan masalalarni yechadi. Xususan, videoadapterning elektron sxemalari to'g'ri chiziq, aylana va boshqalarni bajaradi, kompyuterning markaziy protsessori tasvirni tuzish, uni tashkil etuvchilarga ajratish va videoadapterga ko'rsatmalarni jo'natish ishlarini bajaradi, masalan, b'iror o'lchamdagi va rangdagi to'g'ri to'rtburchakni chizish.

### **Videoxotira.**

Tasvirni tuzishda videoadapter *xotiraga murojaat qiladi*.

Videoadapter xotirasining sig'imi turlicha bo'lishi mumkin: 1, 2, 4, 8, 16 yoki 128 Mbayt. Zamonaviy platalarning ko'pchiligi kamida 32 Mbayt, aksariyat kompyuterlarda 16 Mbayt sig'imli videoxotira o'rnatiladi. Qo'shimcha xotira videoadapterning tezligini oshirmaydi, lekin tasvir kengaytmasini yoki hosil qilinayotgan ranglar miqdorini oshiradi.

Videoxotira sifatida xotiraning turli tipdagi mikrosxemalari qo'llanilishi mumkin.

### **Raqamli analogli o'zgartkich.**

Videoadapterning raqamli analogli o'zgartkichi (odatda RAM-DAC deb ataluvchi) kompyuter generiraydigan raqamli tasvirlarni monitor tasvirlashi mumkin bo'lgan analog signallarga o'zgartiradi.

Raqamli analogli o'zgartkichining tezligi MHzda o'lchanadi; o'zgartirish jarayoni qancha tez bo'lsa, regeneratsiyasining vertikal chastotasi shuncha yuqori bo'ladi. Zamonaviy yuqori unumli videoadapterlarda tezlik 300 MHz va undan yuqori bo'lishi mumkin.

### **Shina.**

Shu bobda videoadapterlarning rirusumlari shinalarning mos tiplari uchun mo'ljallanganligi haqida so'z yuritdik. Masalan, VGA, XGA va XGA-2 adapterlari MCA shinasini uchun ishlab chiqilgan. Videoaxborotni qayta ishlash tezligi kompyuterdagi tizimli shina-ga bog'liq (ISA, EISA yoki MCA). ISA shinasini 16 razryadli, 8,33 MHz takt chastotali. EISA va MCA shinalari orqali bir vaqtda 32 bit ma'lumot uzatish mumkin, lekin ularning takt chastotasi 10 MHz dan ortmaydi.

Bu muammo VESA yoki oddiygina VL-Bus deb ataluvchi asosiy shina-ga qo'shimcha shina sifatida foydalanadigan shina yordami bilan yechildi. Masalan, ISA shinali kompyuterda VL-Bus ulanish joylari o'rnatilgan. VL-Bus shinasini 32 razryadli, 40 MHz gacha bo'lgan protsessorning tezligiga teng. Shunday qilib, tizimda optimal sozlangan VL-Bus shinasidan foydalanish orqali katta tezlikka erishish mumkin.

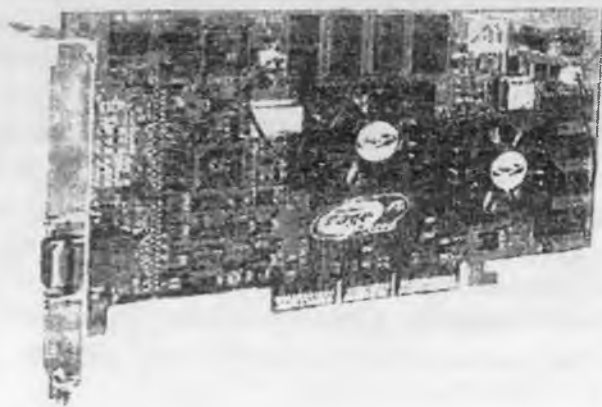
1992-yilning iyulida Intel o'zining ishlanmalarida tashqi qurilmalarni protsessorga maksimal yaqinlashtiruvchi PCI shinasini qo'llay boshladi. Ikkinchi talqinda mukammal tizimli shina ko'rinishiga ega bo'ldi. PCI-2 shinasida lokal shinasining tezligi va asosiy protsessordan ma'lum bir mustaqillik mujassamlangan. PCI shinasini uchun mo'ljallangan videoadapterlar, platalar singari VL-Bus ga yo'naltirilgan, va videotizimning unumdorligini orttirishi mumkin; ular Plug and Play texnologiyasi bo'yicha loyihalangan va sozlashni umuman talab qilmaydi.

Shinani ishlab chiqish sohasidagi eng zamonaviy tizimli yangilik – bu, tezligi yuqori grafik port (AGP). Bu Intel firmasi tomonidan

ishlab chiqarilgan, maxsus ajratilgan videoshina. Shina PCI shinasiga qaraganda 4 marta katta bo'lgan maksimal o'tkazish qobiliyatiga ega. Ummuman olganda, AGP shinasi PCIning kengaytmasi desa bo'ladi va faqat videoadapterlar bilan ishlash uchun mo'ljallangan. Bu shina ular uchun kompyuterning operativ xotirasiga yuqori tezlikdagi kirishni ta'minlaydi. Bu esa adapterga uch o'lchovli tasvirlarning ba'zi elementlarini, qayta ishlash uchun adapterning xotirasiga nusxalamasdan, bevosita tizimli xotirada qayta ishlashga imkon beradi. Bunda vaqt tejiladi va uch o'lchovli tasvirlarni qayta ishlash funksiyalarini qo'llashni yaxshilash uchun videoadapter xotirasining hajmini kattalashtirish talab qilinmaydi. AGP shinasi Pentium II uchun maxsus ishlangan bo'lsa ham, u protsessordan mustaqildir.

#### **AGP shinasining tezligi.**

Hozirgi vaqtda uch turdagi AGP shinasi mavjud, ular: 1x, 2x va 4x. AGPning 1x original talqini 66 MHz chastotasida ishlaydi va taxminan, 32 razryadli PCI videoadapterning ikkilangan tezligiga teng bo'lgan 266 Mbayt/s ma'lumotlarni uzatishning maksimal tezligini ta'minlaydi. AGPning keyingi 2x rusumi 133 MHz chastotada ishlaydi va 533 Mbayt/s ma'lumotlarni uzatish tezligini ta'minlaydi. AGPning eng so'nggi talqini 4x rejimni qo'llaydi va 1 Gbayt/s ma'lumotlarni uzatish tezligini ta'minlaydi.



3.25-rasm.

### 3D akselerator.

Uch o'lchovli obyektlarning tasviri katta miqdordagi elementdan tashkil topgan bo'lishi mumkin. Uch o'lchovli grafikani yaratish dasturlarida xotirada tasvirning o'zini emas, shu tasvirni tashkil qiluvchi abstrakt grafik elementlarning to'plamini saqlash texnologiyasi foydalaniladi. Yaqin vaqtlargacha bu abstrakt elementlarning «tirik» o'brazlarga o'zgartirish, uch o'lchovli grafikani yaratish dasturlaridan tashqari maxsus ilovalarni talab qilar edi. Ular protsessorni yuklab qo'yar va buning natijasida barcha boshqa ilovalarning ishini sekinlatib qo'yar edi. Zamonaviy videoadapterlarning ko'pchiligiga o'rnatilgan grafik tezlashtirgichlarning yangi avlodi bu masalaning yechimi bo'ldi. Ular uch o'lchovli obyektlarning tasvirini rasshifrovka qilish va ekranga chiqarish kabi vazifalarni o'zlari bajarganligi sababli protsessor yuklamasi kamayadi va tizimning unumdorligi ortadi. Uch o'lchovli grafikani yaratish dasturlarining bosh funksiyasi grafik abstrakt obyektlarni kompyuter ekranidagi tasvirga aylantirishdir. Odatda abstrakt obyektlar quyidagi uch tarkibiy qismdan iborat bo'ladi.

• **Uchlar.** Uch o'lchovli fazoda obyektning o'rni belgilaydi. Ularning o'rni X, Y va Z koordinatalari orqali beriladi.

• **Primitivlar.** Bular sodda geometrik obyektlar bo'lib, ular yordamida murakkabroq bo'lgan obyektlar quriladi. Ular joylashish o'rni aniqlovchi nuqtalar orqali beriladi. Uch o'lchovli obyektlarning tasvirini yaratish uchun primitivlarni tuzishda perspektiva effekti e'tiborga olinadi.

• **Tekstura.** Primitivlarga qo'yiladigan ikki o'lchovli tasvir yoki sirtlardir, dasturiy ta'minot primitivning joylashish o'rniga qarab tekstura ko'rinishini o'zgartirish natijasida uch o'lchovlilik effektini kuchaytiradi; bu jarayon perspektiv korreksiya deb ataladi. Ba'zi ilovalarda MIP akslantirish deb ataluvchi protsedura qo'llanadi; bu holda aynan bir teksturaning turli talqinlaridan foydalaniladi. Uzoqlashayotgan obyektlarning tasvirini yaratishda tekstura rangining to'yinganlik va ravshanligi kamayadi.

Bu abstrakt matematik tavsiflar vizuallashtirilgan, ya'ni ko'rinadigan shaklga o'zgartirilgan bo'lishi lozim. Vizualashtirish pro-

tsedurasi, alohida abstraksiyalardan ekranga chiqariladigan butun bir tasvirni tuzish uchun mo'ljallangan qat'iy standartlashgan funksiyalarga asoslanadi. Quyida ikki abstrakt funksiya keltirilgan.

- **Geometrizatsiyalash.** Fazoda primitivlarning o'lchamini, yo'nalishini va joylashish o'rnini aniqlash va yorug'lik manbalarining ta'sirini hisoblash.

- **Rasterizatsiyalash.** Primitivlarni ekrandagi piksellarga aylantirish.

- Grafik protsessori, uch o'lchovli grafikaning tezligini oshirish funksiyasini bajara oladigan zamonaviy videoadapterlarga maxsus elektron sxemalar o'rnatiladi. Bu elektron sxemalar pasterizatsiyani dasturiy ta'minotga qaragan da tezroq bajaradi. Quyida rasterizatsiyalash funksiyalari keltirilgan.

- **Rastr almashtirishlar.** Primitivlarning har biri bilan ekranning qaysi piksellari qoplanishini aniqlash.

- **Yarimtonlarni aniqlash.** Piksellarni obyektlar orasida bir tekis rangli o'tishlar bilan to'ldirish.

- **Teksturani tashkil qilish.** Ikki o'lchovli tasvir va sirtlarning primitivlariga qo'yish.

- **Sirtlarning ko'rinishini aniqlash.** Ko'ruvchiga yaqin bo'lgan obyektlar bilan.

- **Animatsiya.** Harakatdagi tasvirning ketma-ket kadrlari orasida-gi tez va aniq o'tish.

### **Uch o'lchovli grafika texnologiyalari.**

Uch o'lchovli grafikaning deyarli barcha tezlatkichlarida quyida tavsiflangan texnologiyalar qo'llaniladi.

- **Xiralashtirish.** O'yinlarda gaz va tumanlashtirish.

- **Guro soyalashi.** Aylana va sferaning egri joylarini silliqlash uchun ranglarni interpoliyatsiyalash.

- **Alfa-aralashtirish.** Realistik obyektlarni yaratishda foydalanuvchi uch o'lchovli grafikaning birinchi texnologiyalaridan biri, masalan, «tiniq» tutun, suv va shisha.

Quyida uch o'lchovli grafikaning zamonaviy tezlatkichlarida eng ko'p ishlatiluvchi texnologiyalari keltirilgan.

- **Shablonlar buferi.** Uchuvchining shishali kabinasidan tashqa-

ridagi obyektlarni va samolyotlarni, landshaftni modellashtirishdagi o'yinlarda aktiv qo'llaniladi.

- **Z-buferlash.** Boshida avtomatlashtirilgan loyihalash tizimlarida qo'llanilar edi. Z-buferga ajratilgan videoxotiraning qismi ko'rinishning eng uzoq joylari haqida axborotni o'z ichiga oladi. Vizuallashtirishda bu axborot tugallangan tasvirni qurish uchun foydalaniladi. Oldinda joylashgan piksellar, boshqa obyektlar bilan qoplangan piksellardan farqli ravishda vizuallashtiriladi.

- **Reliefli teksturlash.** Maxsus yorug'lik effektlarini hosil qilish uchun mo'ljallangan bo'lib, o'yin sahnalari va landshaftlarga katta reallik baxsh etadi.

- **Teksturani joylashtirishda yaxshilangan texnologiyalar.** Uch o'lchovli sahnalarni yuqori darajadagi detallashtirish bilan vizuallashtirish uchun teksturani joylashtirish maxsus usullarini qo'llash kerak, ular keraksiz effektlarni olib tashlaydi va sahnalarni realroq qilib ko'rsatadi.

- **Bir chiziqli filtratsiya.** Katta ko'pburchaklarga joylashtirilgan katta bo'lmagan tekstura tasvirining sifatini yaxshilash. Bu texnologiya teksturaning «bloklik» effektini yo'qotadi.

- **Uch chiziqli filtrlash.** Bir chiziqli filtrlash va *mip mapping*ni joylashtirish kombinatsiyasi.

- **Anizotrop filtrlash.** Bu tip ba'zi bir videoadapterlarda ishlatilib, sahnani realroq qilib ko'rsatadi. Biroq bu texnologiya videoadapterning apparat qismiga yuqori talablar quyilmaganligi sababli keng tarqalmadi.

- **Bir o'tishli va multio'tishli vizuallashtirish.** Turli videoadapterlarda vizuallashtirishning turli texnologiyalari qo'llaniladi. Hozirgi vaqtda deyarli barcha adapterlarda filtrlash va asosiy vizuallashtirish bir o'tishda bajariladi, u esa kadr chastotasini orttirishga imkon yaratadi.

- **Apparat yoki dasturiy tezlanish.** Apparatli bajariluvchi vizuallashtirishda tasvirning sifati va animatsiyaning tezligiga erishiladi. Maxsus drayverlardan foydalanib, yangi videoadapterlar barcha hisoblashlarni juda katta tezlikda bajaradi. Uch o'lchovli grafikaning

ilovalari bilan ishlashda, shuningdek, zamonaviy o'yinlar uchun bu texnomanik yechimning bahosi yo'q.

Bunday unumdorlikni ta'minlash uchun videoadapterlarning ko'pchiligi katta chastotalarda ishlaydi, demak, katta miqdordagi issiqlik ishiab chiqaradi.

Qizib ketmasligi uchun ventilyatorlar va issiqlik tortuvchilardan foydalaniladi.

• *Dasturiy optimallashtirish.* Videoadapterlarning barcha xossalari-dan foydalanishda bu funksiyalarni aktivlashtiradigan maxsus dasturiy ta'minotdan foydalanish lozim. Hozirgi vaqtda uch o'lchovli grafikaning bir nechta dasturiy standartlari mavjud bo'lganligi uchun (OpenGL, Glide va Direct 3D), videoadapterlarni ishlab chiquvchilar ko'rsatilgan standartlarni qo'playdigan videodrayverlarni yaratmoqdalar.

### 3.7.11.3. USB interfeysi va FireWire

Hozirgi vaqtda stol va portative kompyuterlar uchun ketma-ketli shinali, ikkita yuqori tezlikdagi qurilmalar ishlab chiqilgan: *USB (Universal Serial Bus* – universal ketma-ketli shina) va *IEEE-1394*, shuningdek, *Link yoki Fire Wire*. Bu yuqori tezlikdagi kommunikatsion portlar, standart parallel va ketma-ketli portlardan keng imkoniyatlari bilan farq qiladi. Yangi portlarning afzalligi shundaki ularni tashqi qurilmalar bilan yuqori tezlikdagi ulanishda SCSIning alternativasi sifatida foydalanish, shuningdek, ularga barcha turdagi tashqi qurilmalarni ulash mumkin. Ketma-ketli arxitekturadan foydalanish yuqori tezlikdagi tashqi shinalaraing rivojlanishidagi yangi yo'nalishdir. Axborotni bitlar bir vaqtda uzatiladigan parallel arxitekturada uzatish uchun 8, 16 va undan ko'proq bo'lgan liniyalar zarurdir. Bir vaqtda parallel kanal bo'yicha, ketma-ketli uzatishga qaraganda ko'proq ma'lumot uzatiladi deb o'ylashimiz mumkin, biroq ketma-ketli ulanishning o'tkazish xususiyatini parallel ulanishga nisbatan ancha oson. Parallel ulanish bir nechta kamchiliklarga ega bo'lib, bulardan biri signalning fazali siljishidir. Buning natijasida parallel kanallar uzunligi, masalan, SCSI da chegaralangan. 8

va 16 razryadli ma'lumotlar bir vaqtda uzatgich orqali uzatilganda kechikish natijasida ba'zi bitlar qabul qiluvchiga boshqalardan oldin kelishi mumkin. Demak, kabel qancha uzun bo'lsa birinchi va oxirgi bitlar orasidagi kechikish vaqti shuncha katta bo'ladi. Ketma-ketli ulanishda ma'lumotlar birin-ketin uzatiladi, bitta bit boshqasidan o'tib keta olmaydi va uzatish tezligi ko'zga ko'rinarli ortishi mumkin. Ma'lumotlarni ketma-ketli uzatishning yana bir afzalligi, faqat bir va ikki o'tishli kanaldan foydalanishidadir, shuning uchun uzatishda hosil bo'ladigan to'sqinliklar juda kichikdir. Parallel kabellarining narxi juda yuqoridir, chunki parallel uzatish uchun mo'ljallangan liniyalar katta miqdorda ishlatiladi va yana, xalaqitlarning oldini olish uchun maxsus shaklda o'raladi, bu esa juda katta vaqtni oladi va qimmatga tushadigan jarayon. Ketma-ketli uzatish kabellari, aksincha, juda narxi arzondir, chunki u bir nechta o'tkazgichlardan tashkil topgan bo'lib, foydalanilayotgan parallel ulanishga qaraganda ekranlashga bo'lgan talab ancha quyidir. Aynan shu sababli, va shuningdek, Plug and Play tashqi interfeysining talablarini e'tiborga olib va portativ kompyuterlarda portlarning jismoniy to'lib ketishini yo'qotish zaruriyatidan, hozirda foydalanilayotgan yuqori tezlikdagi ketma-ketli shinalar ishlab chiqilgan.

#### **USB universal ketma-ketli shinasi.**

USBda kompyuterga katta miqdordagi tashqi qurilmalarni ulash imkoniyati amalga oshirilgan. USBga qurilmalarni ulashda tizimli plataning ulanish joylariga platalarni o'rnatishda tizimni rekonfiguratsiyalashga ehtiyoj yo'qdir, bundan tashqari, IRQ muhim tizimli resurslari tejamlil foydalaniladi. USB shinasi bilan ishlangan shaxsiy kompyuterga tashqi qurilmani ulashda, u ulangandan so'ng, qayta yuklash yoki o'rnatilmay turib, yoki avtomatik sozlanadi. USB standartini ishlab chiqishda Intel asosiy tashabbus ko'rsatuvchi bo'ladi. USB PIIX3 South Bridge mikrosxemada tatbiq qilingan Triton II 82430HX tizimli mantiq mikrosxemalar majmuidan boshlab Intel firmasi barcha tizimli mantiq mikrosxemalar majmuilarining standartlarida qo'llab kelmoqda. Intel bilan birgalikda *USB universal ketma-ketli shinasi* ustida ishlaganlar ro'yxatida yana yettita kompaniyalar bo'lib, ularning ichida Compac, Digital, IBM, Microsoft, NEC va



Northern Telecom kabilar ham bor edi. Ular tomonidan USB Implementation Forum (USB-IF) yaratildi, bundan ko'zlangan maqsad USB arxitekturasi rivojlantirish, qo'llash va tarqatish edi. USB ning barcha qurilmalariga 3.26-rasmda ko'rsatilgan manotip o'rnatiladi.



3.26-rasm. USB qurilmalari manotiplari.

USBning birinchi rusumi 1996-yilning yanvarida, 1.1 rusumi esa 1998-yil sentabrida e'lon qilindi. Bu tasniflashda konsentrator va boshqa qurilmalar batafsil tavsiflangan. Ko'pchilik USB – qurilmalar 1.1-tasnif bilan moslashuvchandir. Yaqinda paydo bo'lgan USB 2.0 B tasnifida ma'lumotlarni uzatish original USB 1.0 ga qaraganda 40 marta katta, bundan tashqari qurilmalarning to'liq o'zaro moslashuvchanligi ta'minlanadi.

**1.1 rusumdagi USB universal ketma-ketli shinas** bu 12 Mbit/s (1,5 Mbayt/s) tezlikda ishlovchi va sodda 4 o'tkazgichli ulanishga asoslangan interfeysdir. Bu shina 127 ulanuvchi qurilmalarni ko'tara oladi va kengaytiruvchi konsentratorlar asosida qurilgan, yulduz topologiyasidan foydalanadi. Tezligi quyi bo'lgan, klaviatura va sichqoncha singari tashqi qurilmalar uchun, *universal ketma-ketli shinasida* 1,5 Mbit/s tezlikda ishlovchi «sekinlashtirilgan» qismaniy kanal ko'zda tutilgan. USB da NRZI ma'lumotlarni kodlashdan foydalaniladi (Non Return to Zero Invert). Bu kodlash usulida, kuchlanish bosqichining o'zgarishiga 0, uning mavjud bo'lmasligiga 1 mos keladi. NRZI ma'lumotlarni kodlashning effektiv sxemasini tashkil qiladi, chunki undan foydalanishda qo'shimcha signallar, xususan, sinxrosignallar zarur emas. Bir nechta qurilmalarni USBga bir vaqtda ulash uchun, konsentrator dan foydalanish zarur. Konsentrator yordamida USBning bitta portiga klaviatura, sichqoncha, raqamli kamera, printer, telefon va boshqalarni ulash mumkin. Kompyuterga barcha boshqa qurilmalarning ulanishi uchun boshlang'ich nuqta bo'lgan, ildiz konsentrator deb ataluvchi modul o'rnatiladi. Amalda barcha tizimli platalar ikki yoki to'rtta USB portiga ega. Bir nechta

konsentratorlarni ulab ichkariga beshta bosqichgacha kaskad tuzilmasini yaratish mumkin.

USB Intel firmasining Plug and Play texnologiyasiga, shu bilan birga, qurilma kompyuterga ta'minotni ulash va tizimni qayta yuklash zaruriyatisiz, issiqlikni ulash talabiga javob beradi. Qurilmani ulagandan so'ng, kompyuterga o'rnatilgan USB nazoratchisi uni mustaqil topib oladi va uning ishlashi uchun zarur bo'lgan resurs va drayverlarni ham qo'shadi. Microsoft kompaniyasi USB maxsus drayverlarini ishlab chiqdi va ularni Windows 98 va Windows 2000 operatsion tizimlariga uladi. *Universal ketma-ketli shinasini qo'llash* BIOSda ham zarurdir; USB shinasini USB ichki portlariga ega bo'lgan yangi tizimlarga ham o'rnatiladi. Shuningdek, USB platalari mavjud bo'lib, ularning yordamida *universal ketma-ketli shinasining imkoniyatlarini mavjud bo'lgan kompyuterga qo'shishi mumkin*. USBga modem, telefon, joyстик, klaviatura singari tashqi qurilmalarni va ko'rsatkichni boshqarish qurilmasini (sichqoncha) ulash mumkin. USBning qiziq xususiyati shina orqali ulanadigan qurilmalarga quvvatni yuborishdir. Plug and Play qo'llashida tizim ulangan qurilmadan uning energetik ehtiyoji haqida «so'raydi» va agar quvvatning darajasi, mumkin bo'lganidan oshib ketsa, eslatib qo'yadi. Batareyalar sig'imi chegaralangan portativ kompyuterlar uchun tejamlidir. USB qurilmalari sababli tashqi qurilma o'z-o'zini aniqlashni amalga oshiradi. Bu har bir tashqi qurilma uchun unikal manzillarni o'rnatish zarur emasligini bildiradi, chunki USB buni avtomatik ravishda amalga oshiradi. Biroq USB qurilmalarini ulash yoki o'chirishda kompyuterni ochirish yoki tizimni qayta yuklash zarur emas. Biroq bitta shart bajarilishi, ya'ni operatsion tizim USBni qo'llashi kerak.

USB tipi interfeysining muhim afzalliklaridan biri universal ketma-ketli shinasining barcha qurilmalariga xizmat ko'rsatish uchun faqat yagona uzilish zarur bo'lar edi. Bu esa 127 ta qurilmani ulash mumkin va ularning hammasi bitta uzilishdan foydalanishini bildiradi. Zamonaviy shaxsiy kompyuterlarda uzilishlarning mustaqil manzilli uzilishlari yetishmaydi, bu esa USBning eng muhim ustunligidir.

## USB 2.0.

USB 2.0 tasnifi USB 1.1 bilan teskari moslashuvchan va aynan shu kabel, ulanish joyi va dasturiy ta'minotdan foydalanadi, lekin 1.0 va 1.1 talqindagi original tasnifdan 40 marta tezroq ishlaydi. Unumdorlikning bunday kattalishishi zamonaviyroq bo'lgan talqini (videokonferentsiya uchun kameralar, skanerlar, printerlar, ma'lumotlarni saqlash qurilmalari) qo'llashga imkon beradi. USB 2.0 ning chekli foydalanuvchi uchun unumdorligini e'tiborga olmaganida 1.1 dan hech qanday farq qilmaydi. USB 1.1 ning barcha mavjud qurilmalari, USB 2.0 shinasini bilan kichik tezlikda ishlaydi. Turli talqindagi USBning unumdorligining qiyosiy ma'lumotlari 3.11-jadvalda keltirilgan.

3.11-jadval

Turli talqindagi USBning uzatish tezligi

Interfeys	Mbit/s	Mbayt/s
USB 1.1 (quyi tezlik)	1,5	0,1875
USB 1.1 (yuqori tezlik)	12	1,5
USB 2.0	480	60

USB 1.1 ga ulangan qurilmalar 1,5 Mbayt/s, USB 2.0 konsentratorga ulangan qurilmalar 60 Mbayt/s atrofidagi maksimal tezlikda ishlaydi.

### FireWire (IEEE 1394)

FireWire – bu yuqori tezlikdagi lokal ketma-ketli shina bo'lib, ma'lumotlarni 100, 200 va 400 Mbit/s (12, 5, 25 va 50 Mbayt/s) tezlikda, ba'zi tipdagi fayllar bilan ishlashda esa – 1 Gbit/s gacha uzata oladi. IEEE-1394 shinasiga (shinaning rasmiy nomi FireWire) 1995-yil oxirida bosib chiqarildi. U, Apple va Texas Instruments firmalari taqdim etgan FireWire standard asosida bajarildi va Serial SCSI yangi standartning bir qismi bo'ladi. Bu shina sodda 6 o'tkazgichli kabeldan foydalanadi. Ushbu kabellar axborot va takt impulslarni uzatish, shuningdek, ta'minotning ikki liniyasini o'z ichiga oladi.

USB singari, IEEE-1394 ham Plug and Play texnologiyasini to'liq qo'llaydi. Tuzilishi bo'yicha 1394 shina SCSI singari, unchalik murakab emas va unga ulanuvchi qurilmalar undan 1,5 A dagi tokni iste'mol qiladi. IEEE-1394 shina unumdorligi bo'yicha Ultra-Wide SCSI ortiq, narxi ham arzon, unga qurilmalarni ulash oddidir. 3.27-rasmda 1394 shinasining ulanish tarkibiy qismlari ko'rsatilgan.



3.27-rasm. IEEE-1394 shinasining kabeli, ulanish joyi va ulovchisi.

1394 shinasini tarmoqlanuvchi topologiya asosida qurilgan va zanjirda 63 ta tugunni foydalanishga va liar bir tugunga 16 tadan qurilmalarni ulashga imkoniyat yaratadi. Agar bu yetarli bo'lmasa, 64000 tugunni ulay oladigan, qo'shimcha 1023 shinali ulovchilarini ulash mumkin. Bundan tashqari, 1394 shinasini yagona shina qurilgan, lekin ma'lumotlarni turli uzatish tezliklarida ishlaydigan qurilmalarni qo'llaydi. 1394 adapterlarning aksariyati har biri 16 tadan qurilmalarni o'z ichiga oladigan uch tadan tugunga ega. 1394 shinasini orqali kompyuterga SCSI bilan ishlaydigan deyarli barcha qurilmalarni ulash mumkin. Bunga qattiq disk bilan birga, optik, CD- va DVD-ROM singari disk to'plovchilarning barcha turlari kiradi. 1394 shinasiga raqamli videokameralar, magnit tasviga yozish qurilmalari va boshqa tezligi yuqori bo'lgan tashqi qurilmalar ulanishi mumkin. Ehtimol, yaqin orada 1394 shinasini kichik hamda portativ kompyuterlarda keng qo'llanila boshlaydi, vaqt o'tishi bilan barcha yuqori tezlikdagi shinalarning o'rnini egallaydi. 3.12-jadvalda IEEE-1394 va USB ikki yangi texnologiyalarning qiyosiy xarakteristikalari keltirilgan.

## IEEE 1394 va USB texnologiyalarni taqqoslash

	IEEE-1394 (Iline yoki FireWire)	USB 1.1	USB 2.0
Asosiy tugunning zaruriyligi	Yo'q	Ha	Ha
Qurilmalarning maksimal miqdori	63	127	127
Issiq ulanish	Ha	Ha	HA
Qurilmalar orasidagi kabelning maksimal uzunligi, m	4,5	5	5
Uzatish tezligi Mbit/s (Mbayt/s)	200 (25)	12(1,5)	480 (60)
Uzatish tezligining imkoniyatligi	400 (50), 800 (100), 1000 (125)	Aniqlanmagan	Aniqlanmagan
Tipik ulanuvchi qurilmalar	Raqamli videokameralar, yuqori yechimli Raqamli videokameralar, HDTV, yuqori tezlikdagi qurilmalar, yuqori yechimli skanerlar, elektron musiqiy asboblilar	Klaviaturalar, sichqonchalar-joystiklar, modemlar, quyi yechimdagi raqamli videokameralar, quyi tezlikdagi qurilmalar, printerlar, quyi yechimdagi skanerlar	USB barcha qurilmalari, shuningdek raqamli videokameralar, yuqori yechimli raqamli videokameralar, HDTV, yuqori tezlikdagi qurilmalar, yuqori yechimdagi skanerlar

USB 2.0 yaratilgandan so'ng IEEE-1394 va USB larda ma'lumotlarni uzatish tezligi deyarli bir xil. (ma'lumotlarni uzatish tezligi IEEE-1394 va USB 1.1 larda 16 martaga farq qiladi). Shuning uchun, taqqoslanayotgan texnologiyalarning afzalliklari va kamchiliklari haqida bu parametr bo'yicha solishtirish maqsadga muvofiq emas. USB tashqisini ulash uchun tugunli qurilma zarurdir, IEEE-1394 qurilmasini esa to'g'ridan to'g'ri ulash mumkin. Aynan shu sababli IEEE-1394 texnomaniysi raqamli videoqurilmalarda keng qo'llanila boshladi.

#### 3.7.11.4. Tovush platalari

Ilk shaxsiy kompyuterlarning muammolardan biri tovushni yaxshi qo'llab olishning yo'qligidan iborat bo'lib, tovushni faqat pishillagan tovush bera oladigan kichkina dinamik generatsilar edi.

Bugungi kunda PC moslashuvchan tizimlar uchun tovushlar va dasturiy ta'minotning universal standard yo'q, biroq shaxsiy kompyuterlarning kengaytiriladigan platalari tovush platasini oson kiritish imkonini beradi. Bu platalar uchun esa standartlar ishlab chiqarilgan.

Zamonaviy kompyuterda tovush ushbu ikki usuldan biri orqali amalga oshirilgan.

- Tizimli platali mikrosxema: Crystal, Analog Devices, Sigmatel ESS va boshqa kompaniyalar ishlab chiqaradi.

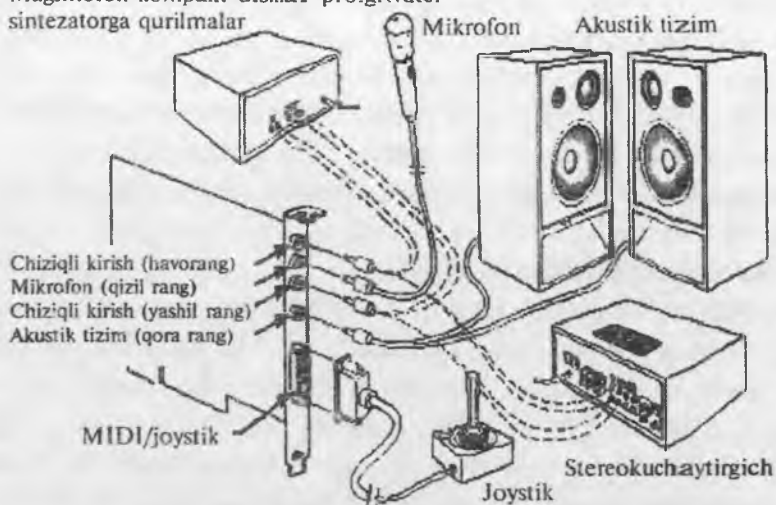
- Audiadapter, PCI yoki ISA shinasiga joylashtiriladi.

**Tovush platarining ulanish joyi.**

Ko'pchilik tovush platalari bir xil ulanish joyga ega. Bu o'ta kichik ulanish joylar orqali signallar platadan akustik tizimlarga naushniklarga va stereotizimlar kirishlariga o'tadi.

Shunga o'xshash ulanish joylarga mikrofon, kompakt-disklar proigrivately va magnitafon ulanadi. Platada ushbu to'rt tipdagi ulanish joylar ulangan bo'lishi lozim.

Magnitofon kompakt-disklar proigrivatel  
sintezatorga qurilmalar



3.28-rasm.

- Plataning chiziqli chiqishi. Signalni bu ulanish joydan tashqi qurilmalarga akustik tizimlarga naushniklarga, yoki stereo kuchaytirgichlar kirishlariga berish mumkin. U yordamida esa signalni ma'lum darajaga kuchaytirish mumkin. Ba'zi tovush platarida, masalan: Microsoft Windows Sound Systemga ikkita chiqish uchi bor; biri chap kanal signali, ikkinchisi o'ng kanal signali uchun.

- Plataning chiziqli kirishi. Bu kirish ulanish joyi tashqi audio-tizimdan qattiq diskka kelayotgan tovush signalini yozishda ishlatiladi.

- Akustik tizim va naushniklar uchun ulanish joyi. Bu ulanish joy hamma platalarda ham bo'lavermaydi. Signallar akustik tizimga stereotizim kirishiga beriladigan o'sha ulanish joydan beriladi. Agar platada ikkita ulanish joy bo'lsa, ulardan akustik tizimlar va naushniklarga mo'ljallanadigan signallar kuchliroqdir. U naushniklar va uncha katta bo'lmagan akustik tizimlar munosib tovush balandligini ta'minlashi lozim. Ko'pchilik tovush platalarning chiqish quvvati 4 BTga teng. Bunda signal chiziqli chiqishda kuchaytirgich kaskaddan o'tmaydi va shuning uchun undagi tovush yuqoridir.

- Mikrofon kirish yoki manofonik signal. Bu rayomga diskka tovush yoki boshqa tovushlarni yozish uchun magnitafon ulaniladi. Mikrofondan yozish manofonikdir. Signal sifatini oshirish uchun ko'pchilik tovush platarida kuchaytirishni avtomatik rostdan foydalaniladi. Bunda kirish signali doimiy va o'zgarish uchun optimal qilib saqlaniladi. Yozish uchun eng yaxshisi elektrodinamik yoki 600 Omdan 10 kOmgacha yuklama qarshiligiga mo'ljallangan kondisatorli mikrofondan foydalanish kerak.

- Joystik uchun ulanish joy MIDI. Joystikni ulash uchun 15 kontakli D liniyaon ulanish joydan foydalaniladi. Uning ikkita kontaktini MIDI qurilmasini, masalan, klavishli sintezatorni boshqarish uchun foydalanish mumkin. Ba'zi tovush platalari MIDI qurilmalari uchun alohida ulanish joyga ega. Hozirgi zamon kompyuterlarida jostik uchun port tizim platasida yoki alohida kengaytma platasida joylashgan bo'lishi mumkin. Bu holda, MIDI ulanish joyi. Audioadapterlar odatda jostikning MIDI ulanish joyi foydalaniladigan portidan foydalaniladi. Ulanish joydagi ikkita kontakt signallarni MIDI qurilmasiga uzatish uchun mo'ljallangan.

- Ichki kontakli ulanish joy. Ko'pchilik tovush platalarida ichki CD-ROM jamlovchisiga ulanish uchun maxsus ulanish joy bor. Bu esa tovush platariga ulangan akustik tizimlar orqali kompakt disklardan tovushni eshittirishga imkon beradi. Bu ulanish joy CD-ROM nazoratchini tovush platasiga ulanish joyidan farq qilishiga e'tibor bering, chunki ma'lumotlar bu ichki ulanish joy buyicha kompyuter shinasiga uzatilmaydi. Ammo bu ulanish joy hatto bo'lmasa ham siz baribir tovush kartasining chiziqli chiqishini CD-ROM yurutmasidagi naushniklarning chiqish ulanish joyiga tashqi kabel yordamida ulab audiokompakt disklarni tinglashingiz mumkin.

### 3.7.11.5. Tarmoq platalari

Ko'pchilik kompyuterlarda tarmoq adapted PCI, ISA yoki EISA ulanish joyiga ulanadi. Ba'zi kompyuterlarda tarmoq adapted tizimni plataga qo'shilgan Ethernet va Token Ring adapterlariga ishlab