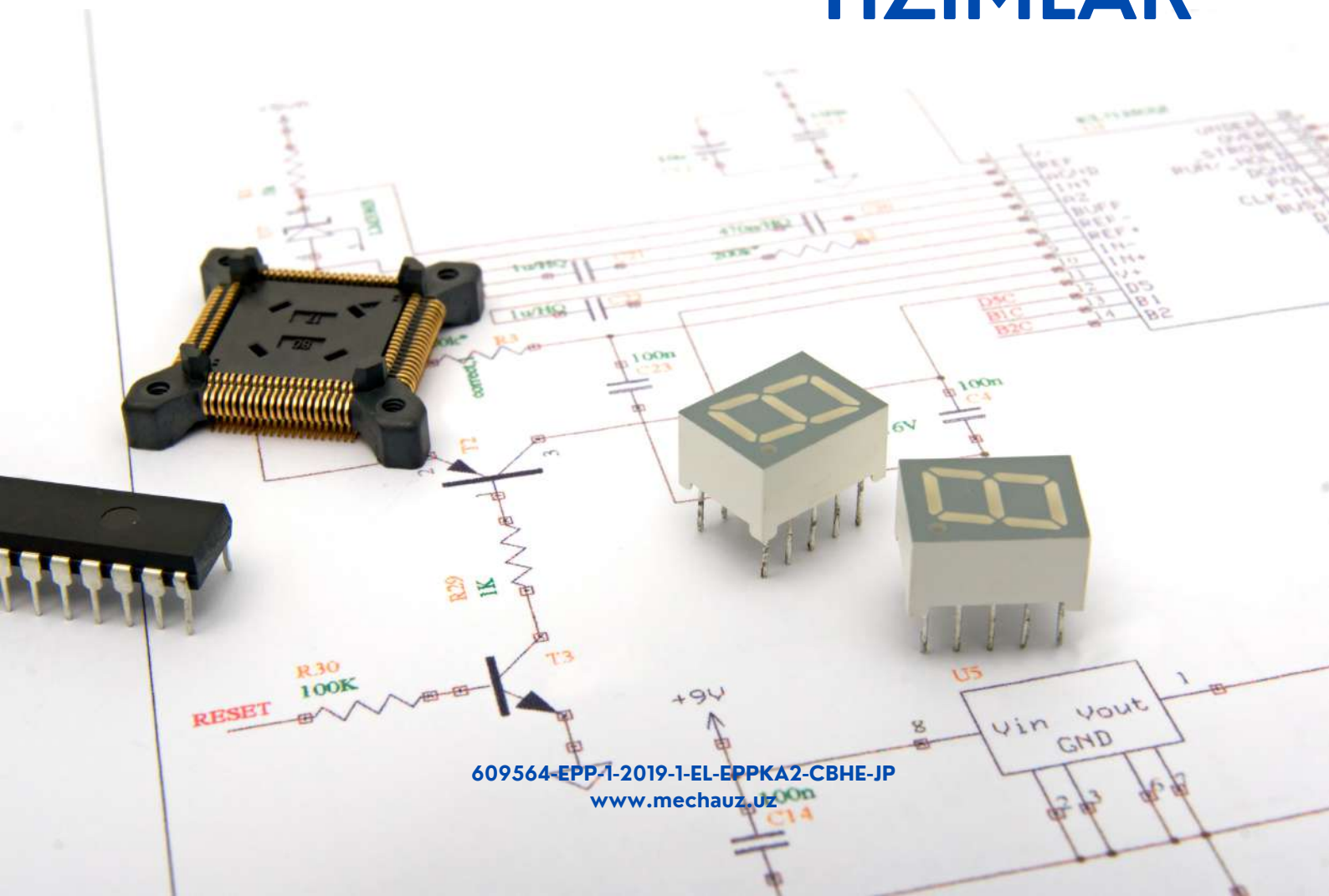




Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

M.M. ABDULLAYEV, N.B. ALIMOVA

SXEMATEXNIKA VA MIKROPROTSESSORLI TIZIMLAR



**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

M.M. ABDULLAYEV, N.B. ALIMOVA

**SXEMATEXNIKA VA
MIKROPROTSESSORLI TIZIMLAR**

DARSLIK

Toshkent – 2023

UO’K 681.325
KVK 32.971.32

Abdullayev M.M., Alimova N.B. Sxematexnika va mikroprotessorli tizimlar. Darslik. -Toshkent, 2023. -270 b.

Darslikda analog va raqamli sxemalar elementlarining rivojlanish tendensiyalari, operasion kuchaytirgichlar, mantiqiy va xotira elementlari, kombinasion va ketma-ketli raqamli qurilmalar, mikroprosessorlar va mikrokontrollerlar, ularning ishlash tamoyillari, asosiy texnik ko’rsatkichlari, vazifalari, zamonaviy boshqaruv tizimlarini loyihalash, yaratish va amaliyotda qo’llash asoslari bayon etilgan. Darslik Yevropa Ittifoqining Erasmus+ dasturi doirasida moliyalashtirilgan “O‘zbekistonda mexatronika va robototexnika bakalavriat ta’lim yo‘nalishini innovatsion g‘oyalar va raqamli texnologiyalar asosida modernizatsiya qilish” loyihasi doirasida “60711500 – Mexatronika va robototexnika” yo‘nalishida ta’lim olayotgan talabalar uchun mo‘ljallangan.

В учебнике описаны тенденции развития элементов аналоговых и цифровых схем, операционные усилители, логические элементы и элементы памяти, комбинационные и последовательностные цифровые устройства, микропроцессоры и микроконтроллеры, принципы их работы, основные технические параметры, функции, проектирование, создание и применение современных систем управления. Учебник предназначен для студентов, обучающихся по направлению «60711500 – Мехатроника и робототехника» в рамках проекта «Модернизация бакалавриата мехатроники и робототехники в Узбекистане на основе инновационных идей и цифровых технологий», финансируемого в рамках программы Erasmus+.

The textbook describes the trends in the development of elements of analog and digital circuits, operational amplifiers, logic and memory elements, combinational and sequential digital devices, microprocessors and microcontrollers, their operating principles, main technical parameters, functions, design, creation and application in modern control systems. The textbook is intended for students studying in the direction "60711500 - Mechatronics and robotics" within the framework of the project "Modernization of mechatronics and robotics for bachelor's degree in Uzbekistan through innovative ideas and digital technology" funded by the Erasmus+ program of the European Union.

Taqrizchilar:

A. Kabulov, texnika fanlari doktori, professor, O’zMU
E. O’ljayev, texnika fanlari doktori, professor, TDTU

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2023

KIRISH

2022–2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risidagi O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi № PF-60 Farmoni 4-bandi – “Adolatli ijtimoiy siyosat yuritish, inson kapitalini rivojlantirish” dagi 42-maqсад sifatida 2026 yilga qadar o‘quv dasturlari va darsliklarni ilg‘or xorijiy tajriba asosida to‘la qayta ko‘rib chiqib, amalda joriy etish ko‘rsatilgan.

Bugungi kunda sxematexnika va mikroprocessorli tizimlar bo‘yicha bilimlarni mustaqil o‘zlashtirish hamda raqamli qurilmalarni loyihalashtirish asoslarini o‘rganish yuzasidan amaliy ko‘nikmalarni shakllantirishga imkon beruvchi adabiyotlar yetarli emas. O‘zbek tili lotin alifbosida yaratilgan “Sxematexnika va mikroprocessorli tizimlar” darsligini chop etish ushbu farmondagi ta‘lim sifatini oshirish bo‘yicha belgilangan vazifalarni bajarish bo‘yicha qo‘yilgan dastlabki qadamlardan biridir.

Zamonaviy sxematexnika, mikroprocessorlar va mikrokontrollerlarga asoslangan tizimlar yoritilgan adabiyotlarni uchta katta guruhga bo‘lish mumkin:

- birinchi guruhga elektronika va sxematexnikani to‘liq (raqamli va analog) qamrab olgan kitoblar kiradi. Bunday global yondoshuv shunga olib keladi-ki, raqamli sxematexnika juda qisqa, yuzaki ko‘rib o‘tiladi. Shu bilan birga raqamli elektronika analog elektronikadan faqat signal turi bilan emas, balki eng muhim sanaladigan loyihalashtirish usullari, ishlab chiqaruvchidan talab etiladigan fikrlash usuli, murakkab tizimlarni tuzish tamoyillari bilan ham farqlanadi. Bu kabi adabiyotlar o‘quvchining umumiy ta‘lim darajasini oshirish, asosiy bazisni yaratishga qulay bo‘lib, bu bilimlar natijasida haqiqiy mutaxassis shakllanishi mumkin;

- ikkinchi guruhga raqamli mikrosxemalar va ularning qo‘llanilishiga bag‘ishlangan kitoblar kiradi. Bu adabiyotlarda barcha mavjud mikrosxemalar mukammal bayon etilgan bo‘lib, ma‘lumotnomalar (spravochniklar) kabi katta

materialni o'z ichiga oladi. Aslini olganda, ma'lumotnomalar ishlab chiqaruvchi firmalar tomonidan chiqarilishi lozim. Shuning uchun bu guruhga mansub adabiyotlar kerakli parametrlarga ega bo'lgan elementlar va qurilmalarni tanlab olish uchun xizmat qiladi;

- uchinchi guruhga mansub kitoblar turli maqsadlarga mo'ljallangan tayyor raqamli qurilmalarni izohlaydi. Asosan bunday adabiyotlar qiziquvchilar uchun mo'ljallangan, ya'ni ularda bu qurilmalar qanday ishlab chiqarilganligi, qanday yondoshuvlar qo'llanilgani haqida ma'lumotlar keltirilmaydi. Shuning uchun ular o'quvchilarda bilim va ko'nikmalar hosil qilmaydi, balki tayyor yechimlarni va shablonlarni qo'llashni taklif etadilar.

Mavjud ko'pgina adabiyotlarning kamchiliklariga quyidagilarni keltirish mumkin: raqamli texnika asoslarini izohlovchi fizik jarayonlarning keng yoritilishi, mikrosxemalarni ishlab chiqarish texnologiyalarining xususiyatlarini batafsil yoritilishi. Albatta, bularning barchasini bilish lozim, qiziq va foydalidir, lekin sxematexnikaning o'zi bilan to'ridan-to'g'ri va mukammal bog'lanmagan. Raqamli tizimlar sxemalarini ishlab chiqaruvchilar ko'p hollarda mikrosxemalar bilan "qora quti" kabi ishlaydi, ya'ni ular uchun mikrosxemaning ichida kechadigan jarayonlar muhim hisoblanmaydi.

Mazkur darslik sxematexnika va mikroprosessorli tizimlar bo'yicha eng birlamchi diskret elementlardan boshlab, operatsion kuchaytirgichlar, analog qurilmalar, mantiqiy va xotira elementlari, kombinatsion va ketma-ketli raqamli qurilmalar, mikroprosessorlar, mikrokontrollerlar va ularga asoslangan tizimlarga talabalarda bilim va ko'nikmalarni shakllantirishga hamda ularning yuqori samaradorlikka ega raqamli tizimlarni loyihalash malakalarini egallashlariga xizmat qiladi.

1. SXEMATEXNIKANING DISKRET ELEMENTLARI

1.1. Sxematexnika va mikroprotsessorli tizimlarning asosiy tushunchalari, iboralari va qo'llanish sohalari

Sxematexnika va mikroprotsessorli tizimlar fanining asosiy tushuncha va iboralari bilan tanishib chiqamiz.

Signal – vaqt bo'yicha o'zgaruvchi ixtiyoriy fizik kattalik (masalan, harorat, haqo bosimi, yorug'lik intesivligi, tok kuchi va boshqalar). Aynan shu vaqt bo'yicha o'zgarishi tufayli u biror axborotni tashishi mumkin.

Elektr signal – vaqt o'tishi bilan o'zgaruvchi elektr kattalik (masalan, kuchlanish, tok, quvvat). Elektronika asosan to'liq elektr signallar bilan ishlaydi.

Elektr zanjir elementi deb real elektr zanjiri xossalarini aks ettiruvchi ideallashtirilgan elementga aytiladi. Barcha elementlarning parametrlari tok va kuchlanish kattaliklari hamda ularning yo'nalishlariga bog'liq bo'lmagan, ya'ni volt-amper xarakteristika (VAX)lari to'g'ri chiziq bo'lgan elementlardan iborat zanjirlar **chiziqli zanjirlar** deb ataladi. Mos ravishda bunday elementlar **chiziqli elementlar** deb ataladi. Agar elektr zanjiri hech bo'lmaganda bitta nochiziqli elementga ega bo'lsa, bunday zanjir **nochiziqli elektr zanjir** deb ataladi.

Elektr zanjirlari elementlari **passiv va aktiv elementlarga** bo'linadi. Passiv elementlarga – rezistorlar, kondensatorlar, induktivlik g'altaklari va boshqalar, aktiv elementlarga esa yarimo'tkazgichli diodlar, bipolyar va maydoniy tranzistorlar kiradi.

Analog signal – ma'lum oraliqlarda ixtiyoriy qiymatlar olishi mumkin bo'lgan signal (masalan, kuchlanish qiymati noldan o'n voltgacha bo'lgan oraliqda o'zgarishi mumkin). Faqat analog signallar bilan ishlaydigan qurilmalar – **analog qurilmalar** deb ataladi.

Raqamli signal – faqat ikkita (ba'zi hollarda - uchta) qiymat olishi mumkin bo'lgan signal. Faqat raqamli signallar bilan ishlaydigan qurilmalar – **raqamli qurilmalar** deb ataladi.

Tabiatda barcha signallar analog hisoblanadi, ya'ni ular ma'lum oraliqda uzluksiz o'zgaradilar. Aynan shuning uchun birinchi (dastlabki) qurilmalar analog bo'lgan. Ular fizik kattaliklarni ularga proporsional bo'lgan kuchlanish yoki tok kabi kattaliklarga o'zgartirgan, ular ustidan ma'lum amallar bajargan va qaytadan fizik kattaliklarga o'zgartirgan. Masalan, inson ovozi (havo tebranishlari) mikrofon yordamida elektr tebranishlarga o'zgartirilgan, so'ngra elektr signallar elektron kuchaytirgichlar yordamida kuchaytirilgan va akustik tizim yordamida yana havo tebranishlariga, bir muncha kuchaytirilgan tovushga aylantirilgan.

Ammo, analog signallar va ular bilan ishlaydigan analog elektronika, signallarning fizik tabiatiga bog'liq bo'lgan katta kamchiliklarga ega. Gap shundaki, analog signallar mavjud parazit signallar – shovqinlar, navodkalar, halaqitlar ta'siriga sezgirdirlar. Natijada foydali signallar parazit signallar ta'sirida buziladi. Bundan tashqari, elektron qurilmalarning ideal emasliklari sababli ham signallarga ishlov berishda (masalan, kuchaytirish, filtrlash) ularning shakli ham buziladi. Signallarni uzoq masofalarga uzatish va saqlashda esa ular so'nadilar ham.

Analog signallardan farqli ravishda, raqamli signallar shovqinlar, navodkalar va halaqitlardan yaxshi himoyalangan faqat ikkita ruxsat berilgan qiymat oladilar. Berilgan qiymatlardan juda kichik og'ishlar raqamli signalni buzmaydi, chunki doim mumkin bo'lgan og'ishlar sohalari mavjud. Aynan shuning uchun raqamli signallarni analog signallarga nisbatan yanada murakkab va ko'p bosqichli ishlov berish, uzoq muddat saqlash va sifatli uzatish mumkin. Bundan tashqari raqamli qurilmalar ishini aniq hisoblash va bashorat qilish mumkin. Raqamli qurilmalar qarimaydi, chunki ularning parametrlarining bir muncha o'zgarishi ularning ishlashiga ta'sir ko'rsatmaydi. Shu bilan birga raqamli qurilmalarni loyihalash va sozlash ham sodda amalga oshiriladi. Shuning uchun ham raqamli elektronika so'nggi vaqtlarda keng rivojlanib bormoqda.

1.2. Sxematexnikaning passiv diskret elementlari

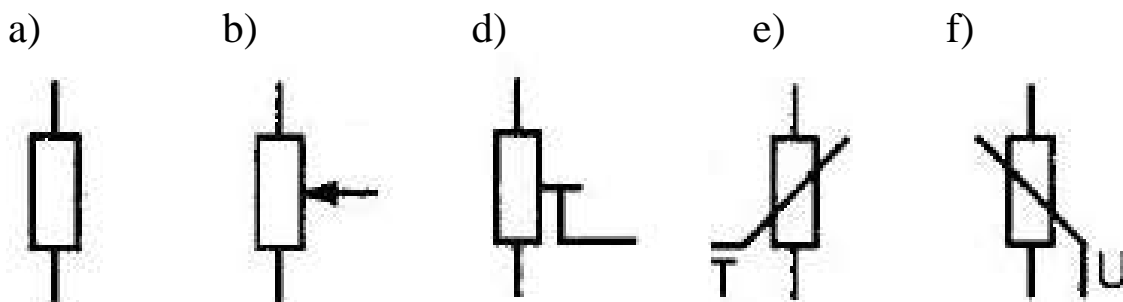
Rezistor (inglizcha resistor, yunoncha resisto – qarshilik ko‘rsataman degani) – tok va kuchlanishni boshqarish maqsadida ma’lum elektr tokiga qarshilik ko‘rsatadigan element. Rezistorlarning ishlashi materiallardan o‘tayotgan elektr tokiga qarshilik qilish hususiyatiga asoslangan. Rezistor qarshiligi qanchalik katta bo‘lsa, undan oqib o‘tadigan tok qiymati shuncha kichik bo‘ladi.

Rezistorlar vazifasiga ko‘ra **umumiy, presizion, yuqori chastotali, yuqori megaomli, yuqori voltli va maxsus**, ishlatilish hususiyatlariga ko‘ra esa, harorat va namlikka bardoshli, vibrasiya va zarbga chidamli, yuqori darajada ishonchli bo‘lishi mumkin.



Rezistorlar qarshilikning o‘zgarish xarakteriga ko‘ra **o‘zgarmas** yoki **o‘zgaruvchan**, shu jumladan, **sozlanuvchi** bo‘ladi (1.1–rasm).

O‘zgarmas rezistorlar radioelektron apparatlarni yig‘ishda, sozlashda va ishlatishda o‘z qarshiligini o‘zgartirmaydi, o‘zgaruvchi va sozlanuvchi qarshilikli rezistorlarda esa mos ravishda maxsus moslamalari bo‘ladi.



1.1–rasm. Rezistorlarning elektr sxemalarda shartli belgilanishi: o‘zgarmas (a), o‘zgaruvchan (b), sozlanuvchi (d), termistor (e) va varistor (f)

Integral mikrosxema (IMS)lar rezistorlarini yasashda uning geometrik o'lchamlarining kichikligi sababli mo'ljallangan qarshilikni olish imkoniyati bo'lmaydi. Shuning uchun mexanik usullar bilan yoki lazer nuri yordamida geometrik o'lchamlarini qisqartirib, rezistor qarshiligi talab etilgan nominalga keltiriladi.

Rezistorning asosiy parametrlari:

- **qarshilikning nominal qiymati** (nominal). Omlar (Om yoki Ω), kiloomlar (kOm yoki $k\Omega$; $1\text{ kOm}=10^3\text{ Om}$), megaomlar (MOM yoki $M\Omega$; $1\text{ MOM}=10^6\text{ Om}$)larda ko'rsatiladi.

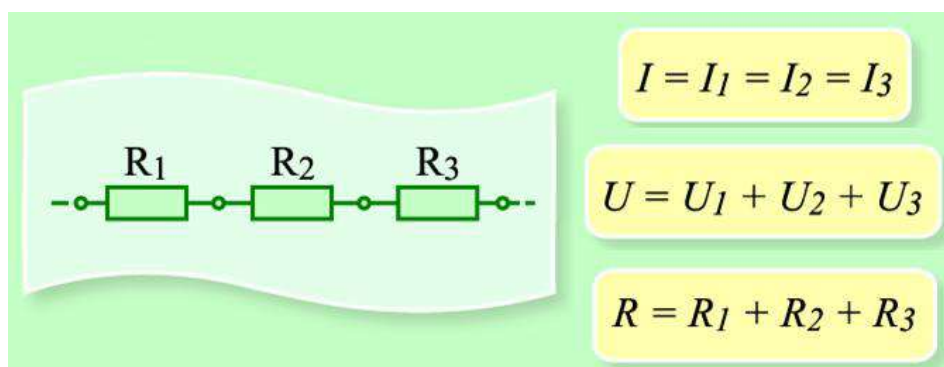
- **ruxsat** – qarshilik qiymatining uning nominalidan og'ish qiymati. Foizlarda ko'rsatiladi. Masalan, rezistorda $1\text{kOm}\pm 10\%$ deb ko'rsatilgan bo'lsa, rezistorning real qiymati 900 Omdan 1,1 kOm gacha oralig'da bo'lishini bildiradi.

- **maksimal sochilish quvvati** – rezistordan oqib o'tishi mumkin bo'lgan maksimal tok qiymatini ko'rsatadi. Bu kattalik $P = I^2 R$ ifoda yordamida hisoblanadi. Bu kattalik ortib ketsa rezistor kuyishi mumkin.

- **qarshilikning temperatura koeffitsiyenti** (QTK) – harorat o'zgarishi bilan rezistorning nominal qiymati qanchaga o'zgarishini ko'rsatadi. Juda muhim ko'rsatgich. Masalan, Oy sirtining harorati -160°C dan $+120^\circ\text{C}$ gacha bo'lsa, demak, kosmik apparatga hamma rezistorni qo'llab bo'lmaydi.

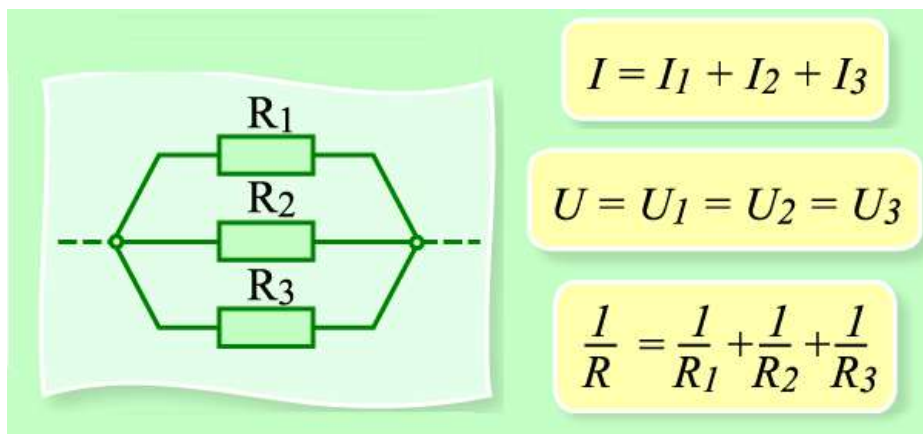
Turli qurilma va elementlarning ikki xil ulash sxemasi mavjud – **ketma-ket** va **parallel**. Real hayotda aralash ulanish sxemasi ham mavjud bo'lib, bunda yagona elektr zanjiriga elementlar ham ketma-ket, ham parallel ulanadi.

Rezistorlarni ketma-ket ulash (1.2–rasm):



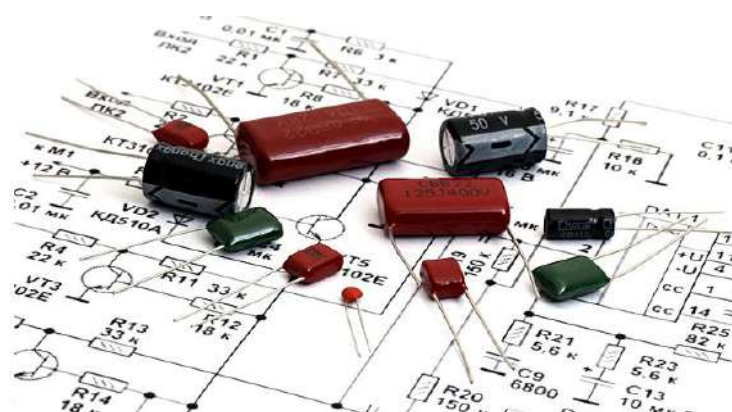
1.2–rasm. Rezistorlarni ketma-ket ulanishi

Rezistorlarni parallel ulash (1.3–rasm):

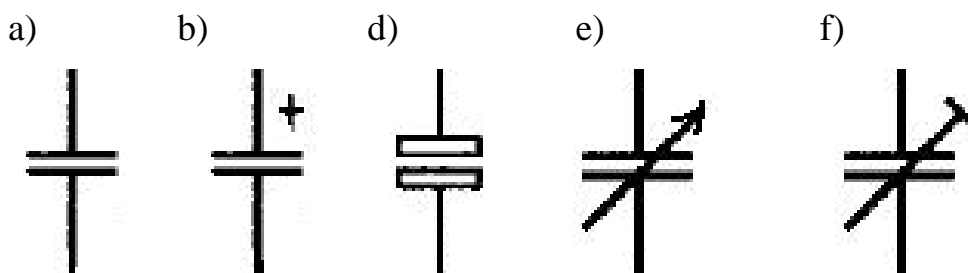


1.3–rasm. Rezistorlarni parallel ulanishi

Kondensator – ikkita elektrodan tashkil topgan qurilma bo‘lib, ular yupqa qatlamli dielektrik yordamida bir – biridan ajratilgan. Kondensatorlarning ishlash tamoyili qoplamalariga potentsiallar farqi berilganda ularda elektr zaryad to‘planish hususiyatiga asoslanadi.



Vazifasiga ko‘ra kondensatorlar **konturli, blokirovka qiluvchi, ajratuchi, filtrlı, termokompensatsiyalovchi va sozlovchi**; sig‘imining o‘zgarishi xarakteriga qarab esa, **o‘zgarmas, o‘zgaruvchan** va **yarim o‘zgaruvchan** bo‘ladi (1.4– rasm).



1.4–rasm. Kondensatorlarning elektr sxemalarda shartli belgilanishi: o‘zgarmas (a), qutbli (b), qutbsiz (d), o‘zgaruvchan (e) va sozlovchi (f)

Dielektrik materialiga ko'ra kondensatorlar uch turga bo'linadi: *gazsimon, suyuq* va *qattiq dielektrikli*. Birinchi turga o'zgaruvchan va yarim o'zgaruvchan havo kondensatorlari va gaz to'ldirilgan o'zgaruvchan kondensatorlar, ikkinchi turga esa, radioapparaturada cheklangan holda ishlatiluvchi moy to'ldirilgan va sintetik suyuqlikli kondensatorlar kiradi.

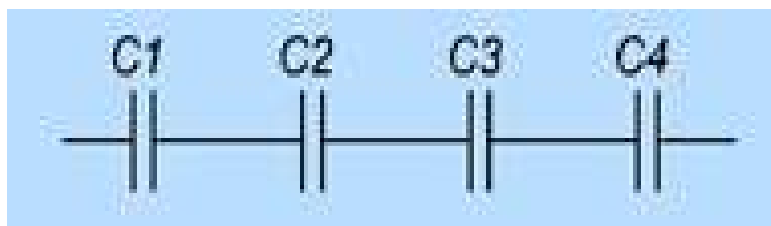
Kondensatorlar dielektriklarining materiali ularning elektrik, konstruktiv va texnologik ko'rsatkichlari yuqori bo'lishligini ta'minlashi kerak (nominal sig'imlarining keng diapazoni, shuningdek chastota va harorat jihatdan qo'llanish sohalari, elektrga chidamlilik, massasi va o'lchami kichik bo'lishi, yuqori ishonchliligi, tayyorlashda avtomatlashtirish imkoniyati va ommaviy ishlab chiqarishda narxining past bo'lishi).

Slyudali, shishali va shisha–keramik kondensatorlar ishonchsizroq va ularni tayyorlashni avtomatlashtirish deyarli mumkin emas, qog'ozli va metall–qog'ozlilari pardaliga qaraganda pastroq chastotali bo'lib, o'lchami va massasi elektrolitik va oksid–yarimo'tkazgichlilikka qaraganda katta. Shuning uchun hozirgi zamon ishlab chiqarishida, asosan, keramik pardali, elektrolitik va oksid–yarimo'tkazgichli kondensatorlar tayyorlanadi.

Kondensatorlarning asosiy parametrlari. Barcha turdagi kondensatorlarning asosiy parametrlari – nominal sig'im, aniqlik sinfi, sig'imning harorat koeffitsiyenti, nominal ishchi kuchlanish, izolyasiya qarshiligi, chastota xarakteristikalarini, o'zgaruvchan va yarim o'zgaruvchan kondensatorlar uchun esa, bundan tashqari sig'imning aylanish burchagiga ko'ra o'zgarish qonuni va uning diapazonidan iborat.

Yarimo'tkazgichli IMS monokristalida kondensatorlar hosil qilish uchun *p-n* o'tishlar sig'imidan foydalaniladi. Ammo bunday kondensatorlar sig'imlari cheklangan diapazonga ($20 \div 200$ pF), past harorat barqarorlikka (10^{-3} 1/°C) va parametrlarning texnologik tarqoqligiga (± 30 %) ega.

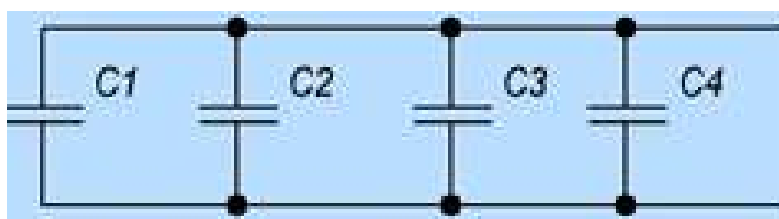
Kondensatorlarni ketma-ket ulash



$$q_0 = q_1 = q_2 = \dots = q_n$$
$$U_o = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$
$$\frac{1}{C_0} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_N}$$

1.5–rasm. Kondensatorlarni ketma-ket ulanishi

Kondensatorlarni parallel ulash



$$q = q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n$$

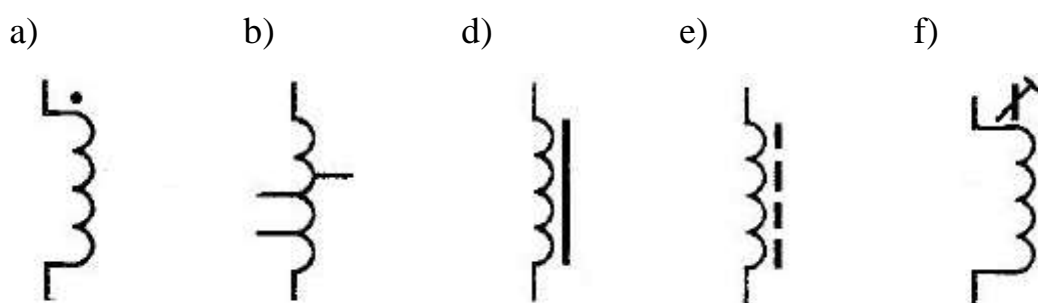
$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n$$

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

1.6–rasm. Kondensatorlarni parallel ulanishi

Induktivlik g'altagi – karkasga pishiq o'ralgan ingichka izolyasiyalangan simdan iborat. Induktivlikni oshirish maqsadida karkas ichiga temir o'zak o'rnatiladi (1.7–rasm). G'altakdan elektr toki o'tganda u elektromagnitga aylanadi, uning atrofida doimiy magnit kabi shimoliy (N) va janubiy (S) qutblarga ega bo'lgan yo'naltirilgan magnit maydoni yuzaga keladi. Tok yo'nalishi o'zgarsa qutblar ham almashadi. G'altaklarning bu xossasi ko'p sohalarda qo'llaniladi.

Qoʻllanish sohasiga qarab gʻaltak oʻlchamlari, ularning shakli, oʻrash usuli, sim izolyatsiyasining qalinligi, karkas materiali turlicha boʻlishi mumkin. Induktivlik gʻaltaklari konstruksiyasi: qaysi chastota diapazonida va necha quvvatli tebranma konturlarida qoʻllanilishiga ham bogʻliq boʻladi. Tebranma kontur ishchi diapazoni ortgan sari, odatda gʻaltak induktivlik qiymati kamayadi.



1.7–rasm. Induktivlik gʻaltaklarining elektr sxemalarda shartli belgilanishi: drossel (a), tarmoqlangan drossel (b), magnit oʻzakli (d), ferrit oʻzakli (e) va sozlovchi oʻzakli gʻaltak (f)

Induktivlik gʻaltagining asosiy elementlari boʻlib: *karkas*, *oʻram* va *ekran* hisoblanadi.

Karkas. U oʻram uchun asos boʻlib xizmat qiladi va oʻramning mexanik mustahkamligi va bikrligini, chiqishlar va oʻzakni mahkamligini, hamda shassiga qulay mahkamlanishini taʼminlashi kerak. Karkas uchun material induktivlik gʻaltagiga qoʻyilayotgan talablardan kelib chiqqan holda tanlanadi. Katta quvvatli

tebranma konturlarida ishlatiladigan induktivlik g'altaklari elektr jihatdan ham mustahkam bo'lishlari talab qilinadi.

Induktivlik g'altaklari konstruksiyasi va karkas o'lchamlari turlicha bo'lishi mumkin. Karkaslar yuqori chastotali press kukunlar, keramika, polistirol va yuqori chastotali dielektrlardan tayyorlanadi. Keramikadan yasalgan yig'ma karkaslar glazur yordamida yopishtiriladi, so'ngra kuydiriladi. Keramik karkaslar uchun radiofarfor, ultradiofarfor va steatit qo'llaniladi.

Karkasdagi o'yiqli (kanavka)lar o'ramlarni siljishiga olib keladigan mexanik ta'sirlarni kamaytirishi natijasida induktivlik barqarorligini oshiradi. O'yiqli karkaslarda misli, kumushlangan izolyatsiyasiz simlar qo'llaniladi. Sim chiqishlarini mahkamlash uchun karkasda tirqish yoki montajli lepestok bajariladi.

O'ram. O'rta va uzun to'lqin diapazonida ishlaydigan g'altaklarda odatda linsentrat sim, qisqa to'lqinli g'altaklar uchun esa bir tolali emallangan simlar qo'llaniladi. Linsentrat – bu ipak bilan izolyatsiyalangan, emal bilan qoplangan diametri $0,07 \div 0,2$ mm bo'lgan katta miqdordagi (7tadan 119 gacha) mis simlardan tashkil topgan o'ram.

Ekran. Ba'zi alohida tizimlar orasidagi parazit aloqalarni va tashqi magnit maydonlar ta'sirini kamaytirish maqsadida, induktivlik g'altaklari elektr o'tkazuvchi ekranlar bilan himoyalanaadi.

O'zgaruvchan magnit maydoni ta'sirida ekranda uyurma toklar induksiyalanadi. Ular o'z navbatda dastlabki maydonga qarama-qarshi yo'nalgan magnit maydon hosil qiladilar. Natijada g'altakka tashqi magnit maydon ta'siri sustlashadi. Ekran materialining solishtirma elektr qarshiligi qancha kichik bo'lsa, bu maydon shuncha katta bo'ladi. Ekran ta'sirida yo'qotishlar va g'altakning xususiy sig'imi ortadi, induktivligi esa kamayadi. Ekran tayyorlashda kichik elektr qarshilikka ega bo'lgan materiallar – mis, latun va alyuminiy qo'llaniladi.

Radio qabul qilgich va uzatish qurilmalarida ko'pincha induktivligi boshqariladigan g'altaklar qo'llaniladi. Chunki ular keng diapazon oralig'ida tebranma konturni sozlovchi asosiy qism hisoblanadilar. Bunday g'altak o'ramlarining bir qismi katta diametrli o'zakka, qolgan qismi esa – kichik diametrli

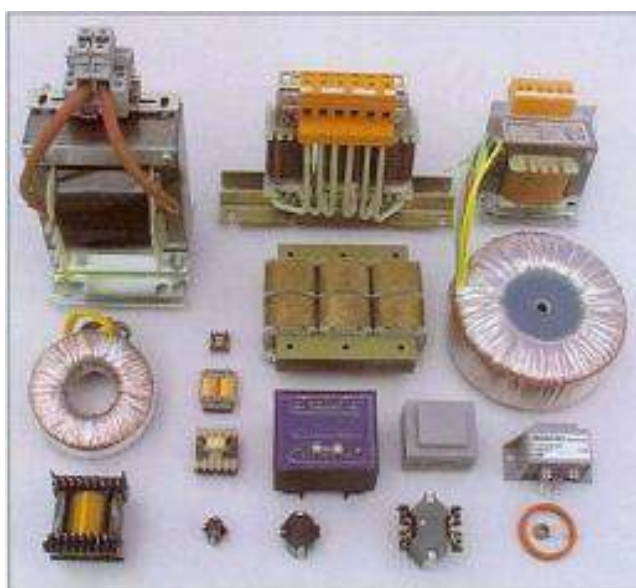
karkasga o‘raladi. Kichik g‘altak kattasini ichiga joylashtiriladi va o‘qi katta g‘altak o‘qiga perpendikulyar joylashgan valikka mahkamlanadi, o‘ram chiqishlari esa ketma – ket ulanadi. Valik buralganda g‘altaklarning o‘zaro ta’siri o‘zgaradi va natijada induktivlik ham o‘zgaradi.

Induktivlik g‘altaklarining asosiy parametrlari. Yuqori chastotali g‘altakning induktivligi, asilliligi, xususiy sig‘imi va induktivlikning harorat koeffitsiyenti, uning son va sifat ko‘rsatgichlari bo‘lib hisoblanadi.

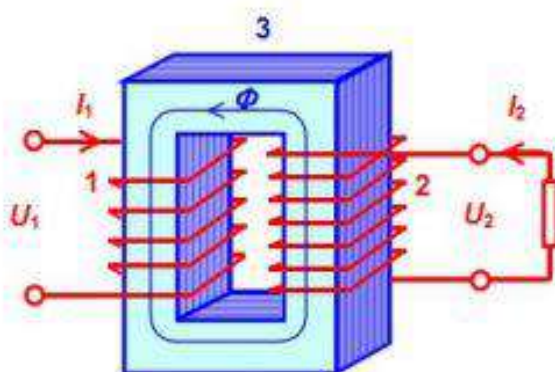
Elektromagnit magnit maydoni kuchiga: elektromagnit o‘ramlari tok kuchi, o‘zak shakli va materiali, o‘ramlar soni va zichligi ta’sir ko‘rsatadi. O‘ramlar soni kancha ko‘p va zichligi yuqori bo‘lsa, magnit kuchi ham yuqori bo‘ladi.

Transformatorlar – elektromagnit statik elektr energiya o‘zgartirgichlaridir. Transformator deb bir kuchlanishga ega bo‘lgan o‘zgaruvchan tokni xuddi shu chastotadagi boshqa kuchlanishga ega bo‘lan o‘zgaruvchan tokka aylantirishga xizmat qiladigan va elektr energiyasini elektr magnit yo‘l bilan bir zanjirdan boshqasiga uzatuvchi elektromagnit apparatga aytiladi.

Transformatorlarning asosiy vazifasi – o‘zgaruvchan tok kuchchlanishini o‘zgartirishdir. Transformatorlar yana faza va chastotalarni o‘zgartirishda ham ishlatiladi.

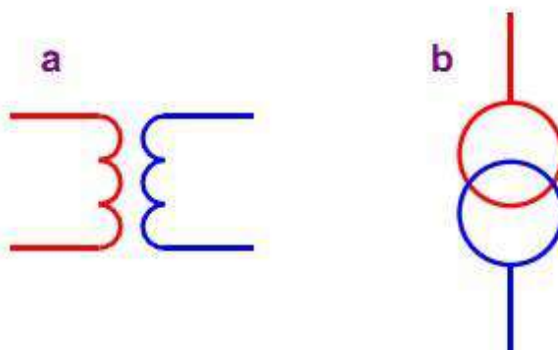


Sodda transformator po‘lat o‘zak va ikkita cho‘lg‘amdan tashkil topgan (1.8–rasm). Birlamchi cho‘lg‘amga o‘zgaruvchan kuchlanish berilsa, ikkilamchi cho‘lg‘amda xuddi shu chastotadagi EYUK induksiyanadi. Agar ikkilamchi cho‘lg‘amga ma‘lum elektr qabul qilgich ulansa, unda elektr toki yuzaga keladi va transformatorning ikkilamchi cho‘lg‘am chiqishlarida EYUKdan bir muncha kichik kuchlanish o‘rnatiladi va yuklamaga deyarli bog‘liq bo‘lmaydi. Birlamchi kuchlanishning ikkilamchi kuchlanishga nisbati (transformatsiya koeffitsiyenti) birlamchi va ikkilamchi cho‘lg‘amdagi o‘ramlar soni nisbatlariga deyarli teng bo‘ladi.



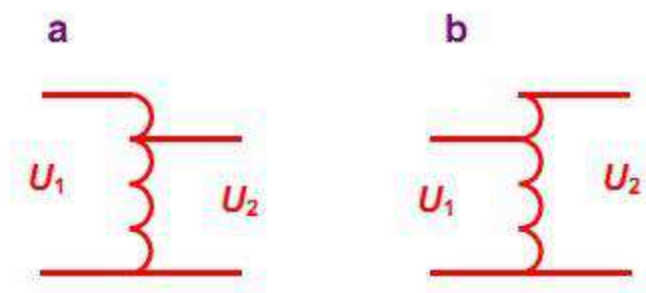
1.8–rasm. Bir fazali ikkita o‘ramli transformatorning ishlash tamoyili. 1-birlamchi cho‘lg‘am, 2-ikkilamchi cho‘lg‘am, 3-o‘zak. U_1 birlamchi kuchlanish, U_2 ikkilamchi kuchlanish, I_1 birlamchi tok, I_2 ikkilamchi tok, F -magnit oqimi

Transformatorlarning elektr sxemalardagi sodda belilanishi 1.9–rasmda ko‘rsatilgan.



1.9–rasm. Transformatorning elektr sxemalarda belgilanishi (a) va elektr tarmoq sxemalarida belgilanishi (b)

Transformatorlar bir yoki ko'p fazali bo'lishi mumkin. Elektr sxemalarda odatda bir yoki ikkita cho'lg'amli transformatorlar qo'llaniladi. Agar birlamchi va ikkilamchi kuchlanish qiymatlari bir-biriga yaqin bo'lsa, u holda bir cho'lg'amli avtotransformatorlar qo'llanilishi mumkin (1.10–rasm).



1.10–rasm. Orttiruvchi (a) va pasaytiruvchi (b) avtotransformatorlarning elektr sxemalarda belgilanishi

Tok transformatorlari ixtiyoriy kattalikdagi toklarni normal asboblarda yordamida o'lchash mumkin bo'lgan toklarga o'zgartirishga, hamda turli rele va elektromagnit o'ramlarni manba bilan ta'minlashda qo'llaniladi. Tok transformatorining ikkilamchi cho'lg'amidagi o'ramlari soni $w_2 > w_1$.

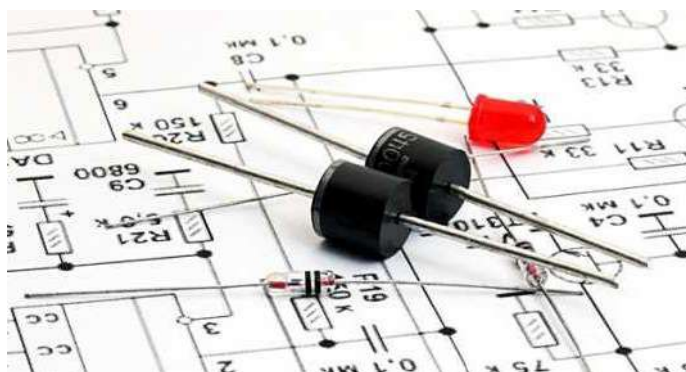
Kuchlanish transformatorlari yuqori kuchlanishli o'zgaruvchan tokni past kuchlanishli o'zgaruvchan tokka o'zgartiradigan, hamda o'lchov asboblari parallel g'altaklari va relelarni manba bilan ta'minlashda qo'llaniladi. Kuchlanish transformatorlarining ishlash tamoyili va qurilmasi kuch transformatorlarinikiga o'xshaydi. Ikkilamchi cho'lg'amdagi o'ramlar soni $w_2 < w_1$, chunki barcha kuchlanishni o'lchovchi transformatorlar – pasaytiruvchi hisoblanadi.

Transformatorlarning muhim nomianl ko'rsatkilqariga quyidagilar kiradi: nominal birlamchi va ikkilamchi kuchlanish, nominal birlamchi va ikkilamchi tok, hamda nominal ikkilamchi to'liq quvvat (nominal quvvat). Transformatorlar juda kichik quvvatlar uchun (masalan, 0,1 mVA bo'lgan mikroelektron zanjirlar) va juda kata quvvatlar uchun (masalan, 1000 MVA bo'lgan katta quvvatli energotizim) ham ishlab chiqarilishi mumkin.

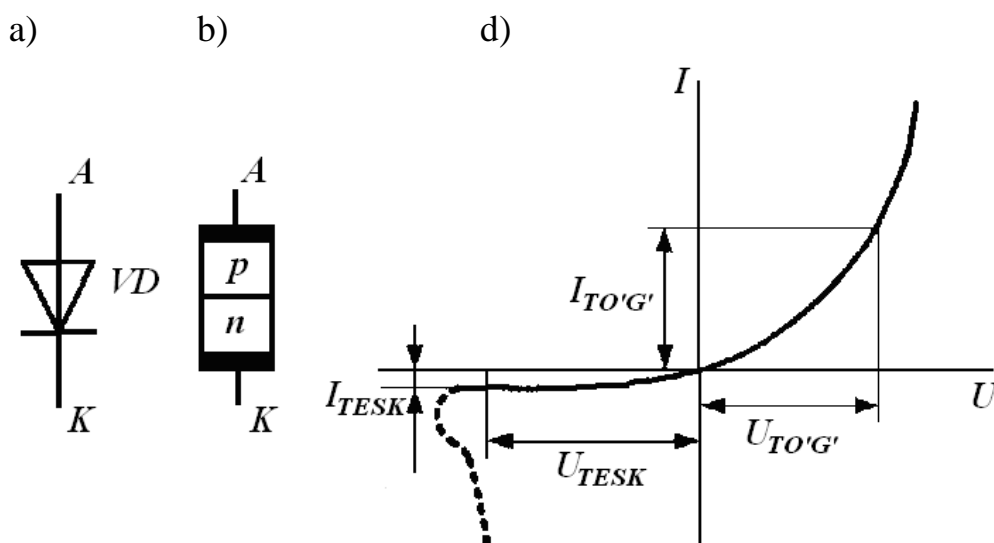
1.3. Sxematexnikaning aktiv diskret elementlari

1.3.1. Yarim o'tkazgichli diodlar, ularning sinflanishi va qo'llanilishi

Yarimo'tkazgichli diodlar deb bir (yoki bir necha) elektr o'tishlarga ega ikki elektrodli elektron asbobga aytiladi. Diodlar radioelektron qurilmalarda ishlatilishi va bajaradigan vazifasiga muvofiq xarakterlanadilar.



Rasmlarda diodning chiqishlari A va K ko'rsatilgan bo'lib, ular diodning elektrodleri deb ataladi (1.11–rasm). Diodning p – tomoniga ulangan elektrod **anod** deb, n – tomoniga ulangani esa – **katod** deb ataladi. Yarimo'tkazgich diodning to'g'ri va teskari yo'nalishlaridagi qarshiliklari bir – biridan keskin farq qiladi: to'g'ri yo'nalishda siljirilgan diodning qarshiligi qiymati kichik, teskari siljirilgan diodniki esa – katta bo'ladi. Shu sababdan diod bir tomonga elektr tokini yaxshi, ikkinchi tomonga esa – yomon o'tkazadi.



1.11–rasm. Yarimo'tkazgich diodning shartli belgilanishi (a), tuzilmasi ko'rinishi (b) va statik VAXi (d)

Barcha yarimo‘tkazgich diodlarni ikki guruhga ajratish mumkin: to‘g‘rilovchi va maxsus vazifalarni bajaruvchi. **To‘g‘rilovchi diodlar** o‘zgaruvchan tokni o‘zgarmas tokka o‘zgartirish uchun qo‘llanadi. To‘g‘rilanuvchi tok shakli va chastotasiga bog‘liq holda ular past chastotali, yuqori chastotali va impuls diodlarga ajratiladi. **Maxsus vazifalarni bajaruvchi diodlarda** $p-n$ o‘tishlarning turli elektrofizik xususiyatlaridan, masalan, teshilish hodisalaridan, fotoelektrik hodisalardan, manfiy qarshilikka ega sohalar mavjudligidan va boshqalardan foydalaniladi. Maxsus vazifalarni bajaruvchi diodlar, xususan, o‘zgarmas kuchlanishni barqarorlash, optik nurlanishni qayd etish, elektr sxemalarda signallarni shakllantirish va boshqa vazifalarni amalga oshirish uchun qo‘llaniladi.

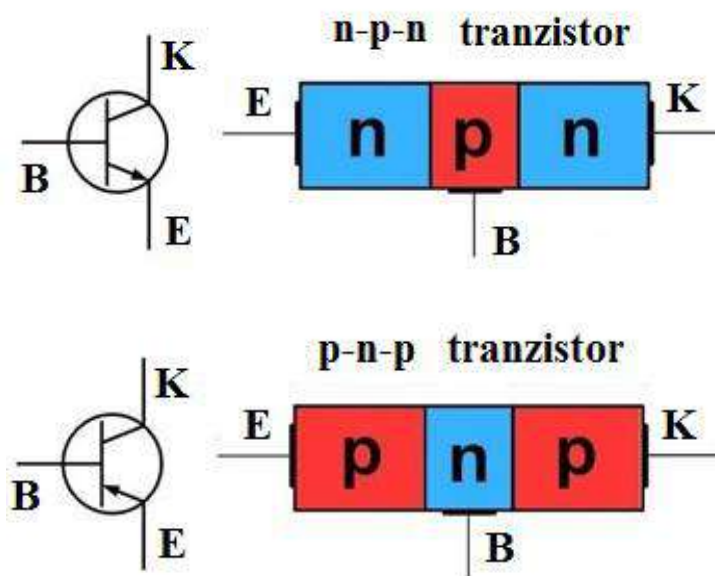
1.3.2. Bipolyar tranzistorlar va ular asosidagi sxemalar

Tranzistorlar – elektr signallarni kuchaytirish, generatsiyalash va o‘zgartirishga mo‘ljallangan yarim o‘tkazgichli asboblardir. Tranzistorlar ikki sinfga bo‘linadi: **bipolyar tranzistorlar** va **maydoniy (unipolyar) tranzistorlar**. Bipolyar tranzistorlarda zaryad tashuvchilar sifatida ham elektronlar, ham kovaklar hizmat qiladi (“bi” qo‘shimchasi – ikki ma’nosini anglatadi), unipolyar tranzistorlarda esa – yoki elektronlar, yoki kovaklar hizmat qiladi (“uni” qo‘shimchasi – bitta, yagona ma’nosini anglatadi). Ular asosan germaniy va kremniydan yasaladi.



Bipolyar tranzistor (BT)lar deb o‘zaro ta’sirlashuvchi ikkita $p-n$ o‘tish va uchta elektrod - emitter (E), baza (B) va kollektor (K) (tashqi chiqishlar)ga ega bo‘lgan yarim o‘tkazgich asbobja aytiladi. $n-p-n$ va $p-n-p$ turlarga bo‘linadi (1.12–rasm). Emitter zaryad tashuvchilar generatori funksiyasini bajaradi, ular esa ishti tokni shakllantiradi va qabul qilgich – kollektorga oqib o‘tadilar. Baza boshqaruv kuchlanishini berish uchun kerak. Agar emitter va kollektorga mos kuchlanish manbai qutblari berilsa, tranzistor tok o‘tkazmaydi, ya’ni “berk” bo‘ladi. Tranzistorni “ochish” uchun, ya’ni tok o‘tkaza boshlashi uchun bazaga boshqaruvchi potensial berish lozim. Bu potensial qiymati va baza toki I_B ning yo‘nalishi tranzistor turiga bog‘liq. Potensialni o‘zgartirib, demak, kichik baza toki yordamida, tranzistordan oqib o‘tayotgan katta tokni boshqarish mumkin.

Tranzistorning kuchli legirlangan chekka sohasi **emitter** deb ataladi va u zaryad tashuvchilarni **baza** deb ataluvchi o‘rta sohaga injeksiyalaydi. Keyingi chekka soha **kollektor** deb ataladi. U emitterga nisbatan kuchsizroq legirlangan bo‘lib, zaryad tashuvchilarni baza sohasidan ekstraksiyalash uchun xizmat qiladi. Emitter va baza oralig‘idagi o‘tish **emitter o‘tish** (EO‘), kollektor va baza oralig‘idagi o‘tish esa **kollektor o‘tish** (KO‘) deb ataladi.



1.12–rasm. $n-p-n$ va $p-n-p$ turli bipolyar tranzistorlarning elektr sxemalarda shartli belgilanishi va tuzilishi

Tranzistorlarni ishlash tamoyilini tushunish uchun $n-p-n$ tuzilmasi tranzistorni ko‘rib chiqamiz. Emitter bilan kollektor o‘zaro bog‘lanmagan. Hamda ular bir turli yarimo‘tkazgichdan yasalgan bo‘lsada, o‘lchamlari va legirlanishi turlichadir, ya‘ni zaryad tashuvchilar turi bir xil bo‘lsada, ularningi konsentrasiyalari turlicha bo‘ladi. Baza sohasi juda tor qilib bajarilgan bo‘lib, undagi kovaklar soni emitter va kollektordagi elektronlar sonidan ancha kam bo‘ladi.

$n-p-n$ -tuzilmali tranzistorda ikkita $p-n$ -o‘tishlar mavjud bo‘lib, tranzistorni ekspluatasiya qilish vaqtida shu ikkita $p-n$ -o‘tishga ta‘sir ko‘rsatiladi.

Emitterdagi $p-n$ -o‘tishdan oqib o‘tayotgan tok, emitterdagi erkin elektronlardan tashkil topgan bo‘ladi. Emitter o‘zidan bazaga elektronlarni uchirib chiqaradi. Ba‘zi elektronlar bazadagi kovaklar bilan o‘rin almashadilar. Lekin baza sohasi juda tor bo‘lganligi sababli, u yerdagi kovaklar soni juda kamdir va ular barcha elektronlarni qabul qila olmaydilar. Bu vaqtda baza manfiy holga kelib, bu sohadan ortiqcha elektronlarni siqib chiqarishga harakat qiladilar. Kollektor sohasining hajmi emitterga nisbatan katta, hamda bu yerdagi erkin zaryad tashuvchilarning konsentrasiyasi emitterdagi konsentrasiyaga nisbatan kichik. Shu jihati bilan kollektor elektronlarni o‘ziga tortadi.

Bu vaqtda emitterdan uchib chiqqan elektronlarning ko‘p qismi (deyarli 99 %) emitterdan bazaga va u yerdani kollektorga o‘tadilar. Demak, emitterdan chiqarilgan elektronlar kollektorda jamlanadi. Elektronlarning juda kichik qismi (1 % dan kami) bazadan emitterga qaytadilar. Demak, kollektor elektronlarni emitterga nisbatan ko‘p qismini o‘ziga tortar ekan.

Tranzistor ishiga tashqaridan nazar solinsa, shuni kuzatish mumkinki, agar emitterdagi $p-n$ -o‘tish to‘g‘ri siljitsa, emitter elektronlarni o‘zidan bazaga uchirib chiqaradi. Bu yerda ular baza va kollektor o‘rtasida bo‘linadilar, ya‘ni elektronlarning deyarli 99 % kollektorga o‘tadi. Demak, emitterdagi $p-n$ -o‘tishga mos kuchlanish berib tranzistordagi tokni emitterdan kollektorga oqishiga erishish mumkin ekan. Emitterdagi $p-n$ -o‘tishga to‘g‘ri siljitish berish klapaning ochilishiga o‘xshaydi va tranzistordan tok oqib o‘tishini ta‘minlaydi.

Elektron sxemalarda doim oddiy toklar ko‘riladi, ular esa real elektron oqimidan farqlanadilar. Bipolyar tranzistorda tok emitterdan kollektorga qarab oqib o‘tadi, va shu sababli BTning simvolidagi emitter sohadagi strelka tokning yo‘nalishini ko‘rsatadi.

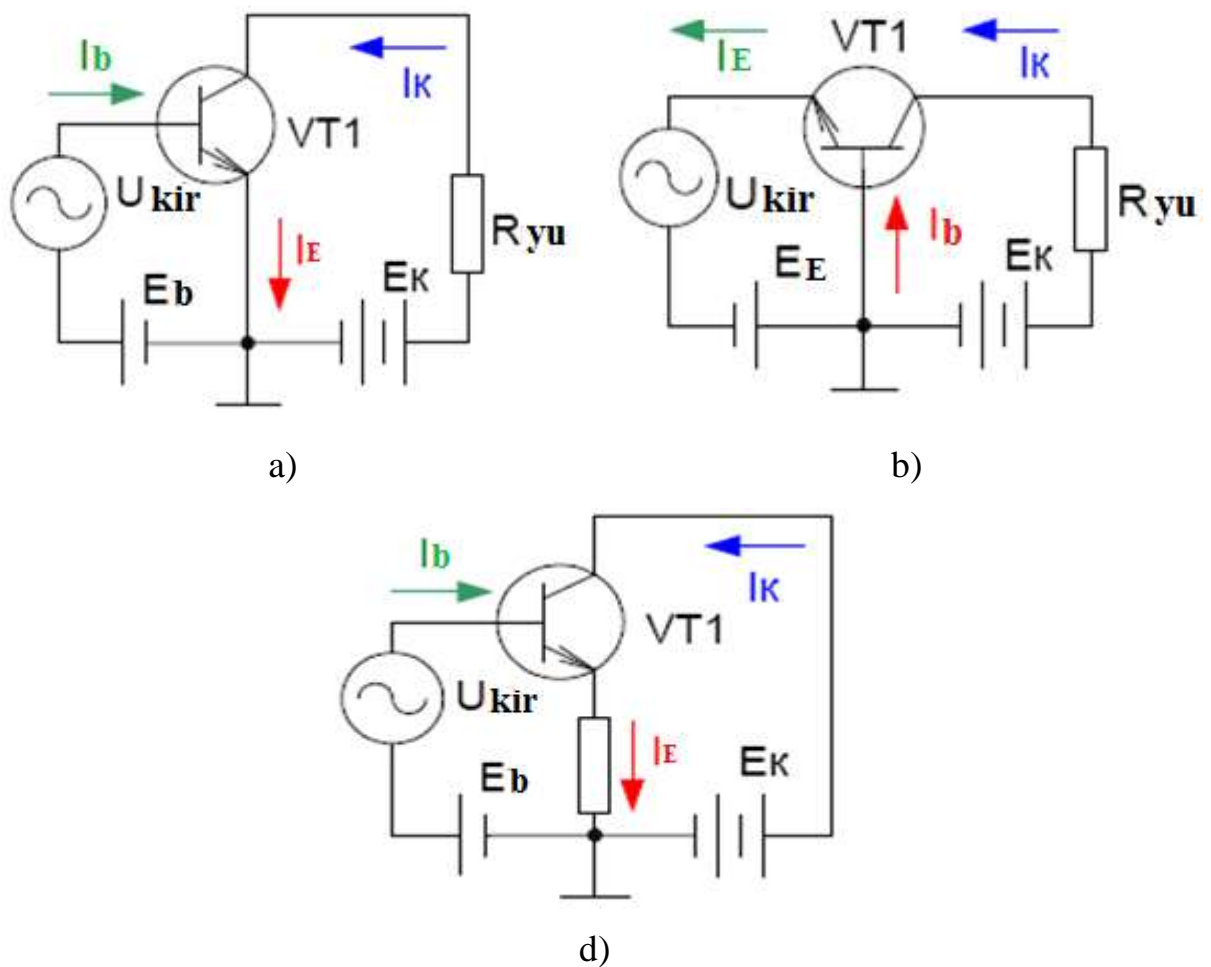
Tranzistorning asosiy xarakteristikalaridan biri bo‘lib tok kuchaytirish koeffitsiyenti β hisoblanadi va u $\beta = \frac{I_E}{I_B}$ ifodadan aniqlanadi. Bundan kelib chiqqan holda $I_E = I_K + I_B$ bo‘lib, baza toki qancha kichik bo‘lsa, tok kuchaytirish koeffitsiyenti shuncha katta bo‘ladi, tranzistor shuncha sifatli hisoblanadi. Zamonaviy tranzistorlarda β bir necha yuzgacha boradi.

Kremniyli *n-p-n*-tuzilmali tranzistorda emitterga berilayotgan kuchlanish hech bo‘lmaganda 0,7 V bo‘lishi kerak. Germaniydan yasalgan tranzistorlar (kremniyli BTga nisbatan kam tarqalgan)da esa bo‘lag‘aviy kuchlanish ancha kichik (0,3 V). *p-n-p*-tuzilmali tranzistorlar ham xuddi shunday ishlaydilar, faqat barcha qutblar ishorasi teskari bo‘ladi. Bu vaqtda *p-n-p*-tuzilmali tranzistorlarning emitterdagi *p-n* o‘tishga -0,7V kuchlanish berish lozim. *n-p-n*-tuzilmali tranzistorning simvolidagi strelka elektr tokining yo‘nalishini anglatadi.

Agar tranzistor tok o‘tkazayotgan vaqtda bazaga berilayotgan tok qiymati oshirilsa, kollektordagi tok qiymati ham ortadi. Agar bazaga berilayotgan tok qiymati kamaytirilsa, kollektordagi tok qiymati ham kamayadi. Bazadagi tok va kollektordagi toklar orasidagi 1-99 % saqlanib qoladi (lekin bu vaqtda bazaga berilayotgan tok to‘yinish toki deb ataluvchi qiymatdan oshmasiligi lozim).

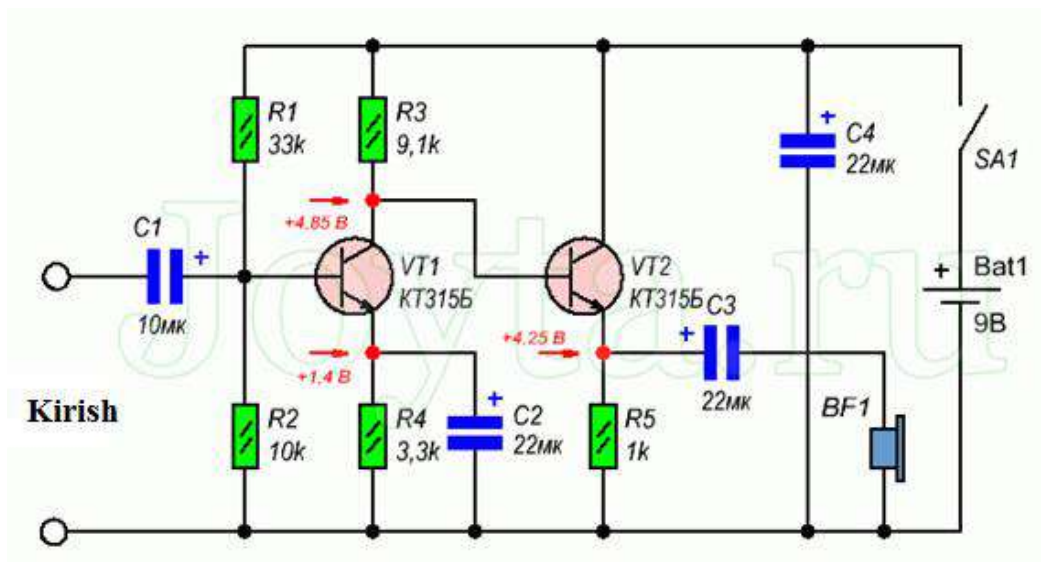
Kollektordagi tok o‘zgarishlari bazadagi tok o‘zgarishlarini aynan takrorlaydi, shu sababli tranzistorlar ***tok kuchaytirgichlari*** deb ataladi. Kollektordagi natijaviy tok, bazaga berilayotgan tokka proporsional bo‘ladi. Tranzistorning tok kuchaytirish xossasi bir necha omillarga bog‘liq. Hatto ma‘lum bir tranzistor uchun natijaviy tok bir necha omillar yordamida o‘zgaradi.

BTlarning uch xil ulanish sxemasi: ***umumiy emitter, umumiy baza va umumiy kollektor*** mavjud bo‘lib, 1.13-rasmda keltirilgan.



1.13-rasm. BTning uch xil ulanish sxemalar: umumiy emitter (a), umumiy baza (b) va umumiy kollektor (d)

Agar tranzistor kuchaytirgich sifatida qo‘llanilsa, u holda tranzistorni sxemaning boshqa elektron komponentlari bilan moslashtirish talab etiladi. Masalan: 1.14-rasmda BTda bajarilgan tovush chastotasining ikki bosqichli kuchaytirish sxemasi keltirilgan bo‘lib, sodda qurilmalarda dastlabki kuchaytirgich vazifasini bajaradi. VT1 umumiy emitter sxemasida, VT2 esa umumiy kollektor sxemasida ulangan. Birinchi bosqich signai kuchlanish bo‘yicha kuchaytiradi, ikkinchi bosqich esa quvvat bo‘yicha kuchaytiradi. VT1 ning baza zanjirida qo‘llanilgan R_1 va R_2 qarshiliklarda bajarilgan kuchlanish bo‘lgich, emitter zanjiridagi R_4 evaziga sxemaning haroratga turg‘unligi ta‘minlangan. Ko‘rinib turibdi-ki, barcha passiv elementlar aktiv elementlarni to‘g‘ri va barqaror ishlashlari uchun xizmat qiladilar.



1.14-rasm. BTda bajarilgan tovush chastotasining ikki bosqichli kuchaytirish sxemasi

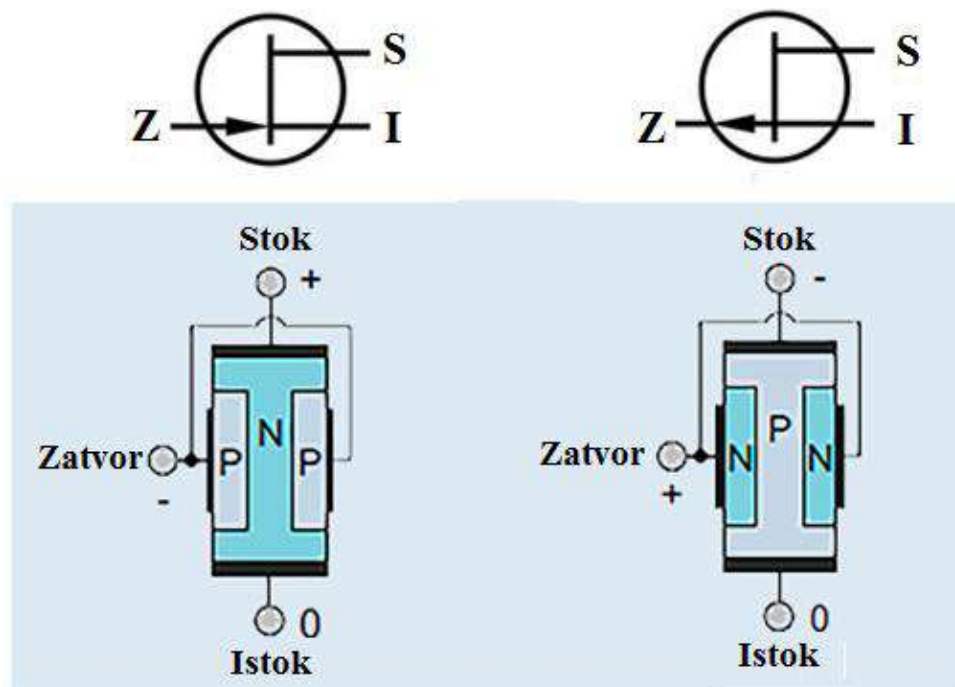
Agar tranzistor qayta ulagich sifatida qo‘llanilsa, chiqishdagi aniq tok qiymati muhim hisoblanmaydi.

1.3.3. Maydoniy tranzistorlar va ular asosidagi sxemalar

Maydoniy tranzistor (MT)lar deb elektrod toklari asosiy zaryad tashuvchilarning kristall hajmidagi elektr maydon ta‘sirida dreyf harakatlanishiga asoslangan uch elektrodli, kuchlanish bilan boshqariladigan yarimo‘tkazgich ga aytiladi. MTlarda tok hosil bo‘lishida faqat bir turli– asosiy zaryad tashuvchilar (elektronlar yoki kovaklar) qatnashgani sababli ular ba‘zan **unipolyar tranzistorlar** deb ataladi (1.15–rasm).

MTlarda, BTlardagi kabi tezkorlikka ta‘sir etuvchi injeksiya va ekstraksiya natijasida noasosiy zaryad tashuvchilarning to‘planish jarayonlari mavjud emas. *n*-kanali *p*-no‘tish bilan boshqariladigan maydoniy tranzistordagi *n*-turdagi soha **kanal** deb ataladi. Kanalga zaryad tashuvchilar kiritiladigan kontakt **istok** (I); zaryad tashuvchilar chiqib ketadigan kontakt **stok** (S) deb ataladi. **Zatvor** (Z) boshqaruvchi elektrod hisoblanadi. Zatvor va istok oralig‘iga kuchlanish berilganda yuzaga keladigan elektr maydoni kanal o‘tkazuvchanligini, natijada kanaldan oqib

o'tayotgan tokni o'zgartiradi. Zator sifatida kanalga nisbatan o'tkazuvchanligi teskari turdagi soha qo'llaniladi. Ishchi rejimda u teskari ulangan bo'lib kanal bilan p-n o'tish hosil qiladi.

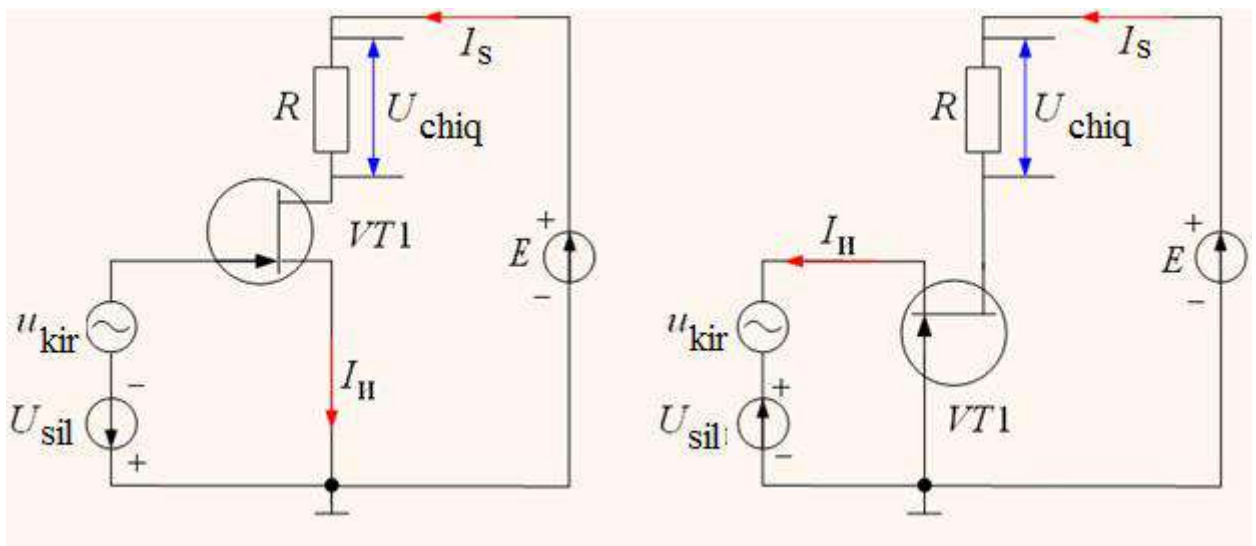


1.15–rasm. *n*-kanali va *p*-kanali *p*-no'tish bilan boshqariladigan maydoniy tranzistorning elektr sxemalarda shartli belgilanishi va tuzilmasi

Bipolyar va maydoniy tranzistorlar deyarli bir xil ishlaydilar. Agar BTning bazasiga yoki MTning zatorvoriga ma'lum kuchlanish berilsa, ular ishlaydilar, agar yetarli kuchlanish berilmasa – ular ishlamaydilar. Agar yetarli kuchlanish darajasi berilsa, maksimal tokka yetish mumkin.

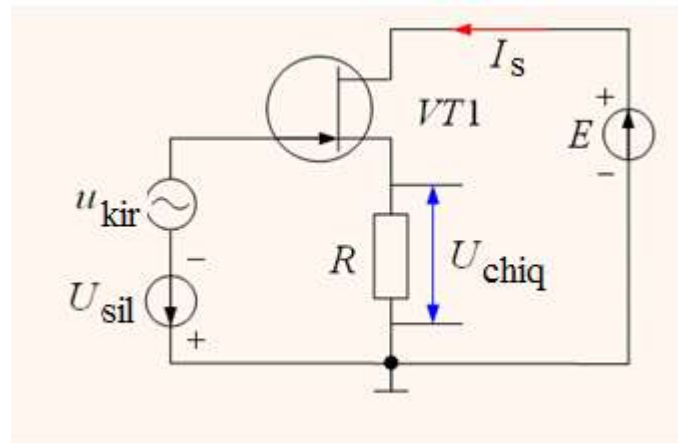
Tranzistor maksimal berk, ozgina ochiq yoki maksimal ochiq bo'lishi mumkin. Oraliq holat kirishdagi signallarni kuchaytirishda qo'llaniladi. ikkita chekka holat esa elektr tokining qayta ulagichi sifatida ishlatiladi (uzilgan/ulangan).

MTlarning ham uch xil ulanish sxemasi: *umumiy istok*, *umumiy zatorvor* va *umumiy stok* mavjud bo'lib, 1.16–rasmda keltirilgan.



a)

b)



d)

1.16–rasm. MTning uch xil ulanish sxemalar: umumiy istok (a), umumiy zatvor (b) va umumiy stok (d)

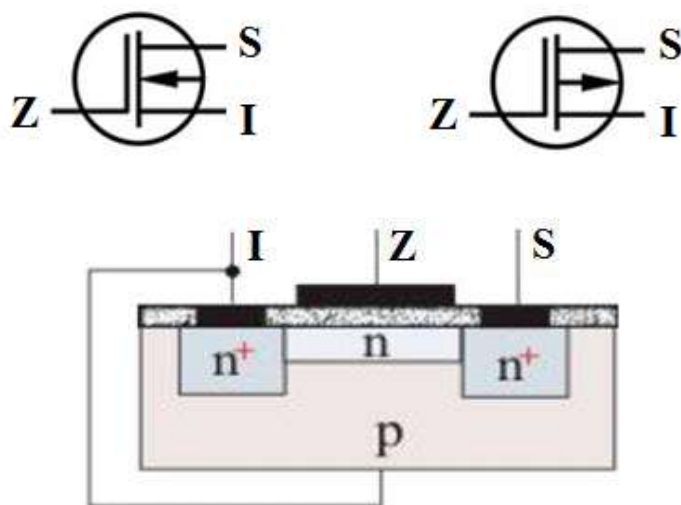
Metall-dielektrik-yarimo‘tkazgichli (MDYA-) tranzistorlar MTlarning takomillashgan turi hisoblanadi.

$p-n$ o‘tish bilan boshqariladigan MTlardan farqli ravishda MDYA – tranzistorlarda metall zatvor kanal hosil qiluvchi doim o‘tkazgichli sohadan dielektrik qatlami yordamida izolyasiyalangan. Shu sababli MDYA – tranzistorlar **zatvori izolyasiyalangan MTlar** turiga kiradi. Dielektrik qatlami SiO_2 dielektrik oksidi bo‘lganligi sababli, bu tranzistorlar MOYA – tranzistorlar (metall – oksid – yarim o‘tkazgichli) deb ham ataladilar.

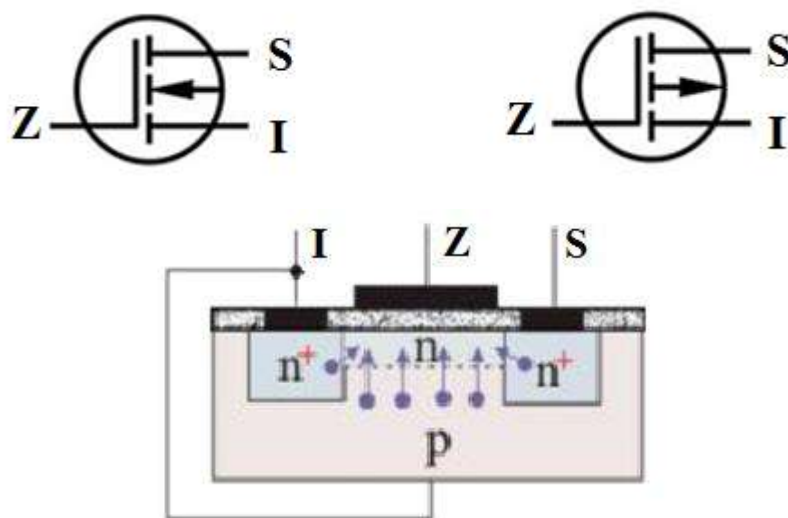
MDYA – tranzistorlarning ishlash prinsipi ko‘ndalang elektr maydoni ta’sirida dielektrik bilan chegaralangan yarim o‘tkazgichning yuqori qatlamida o‘tkazuvchanlikni o‘zgartirish effektiga asoslangan. Yarim o‘tkazgichning yuqori qatlami tranzistorning tok o‘tkazuvchi kanali vazifasini bajaradi.

MDYA-tranzistorlar o‘z navbatida ikki turga bo‘linadilar:

- *kanali qurilgan MDYA-tranzistorlar* (1.17–rasm);
- *kanali induksiyalangan MDYA-tranzistorlar* (1.18–rasm).



1.17–rasm. n - va p - kanali qurilgan MDYA-tranzistorning elektr sxemalarda shartli belgilanishlari va tuzilmasi

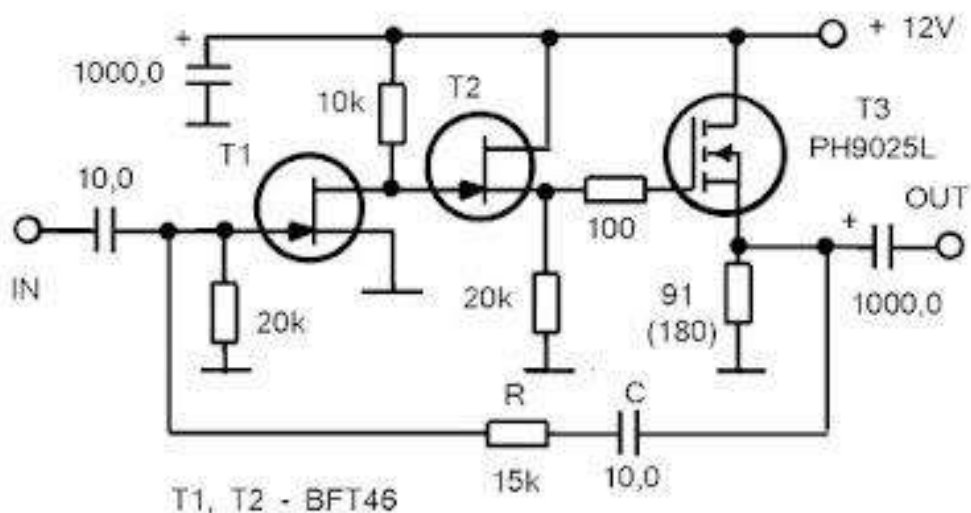


1.18–rasm. n - va p - kanali induksiyalangan MDYA-tranzistorlarning elektr sxemalarda shartli belgilanishlari va tuzilmasi

Dielektrikning mavjudligi mazkur tranzistorlarda yuqori kirish qarshiligini ta'minlaydi ($10^{12} \div 10^{14}$ Om).

MDYA-tranzistorlar integral ko'rinishda keng qo'llaniladilar. MDYA-tranzistorda bajarilgan integral mikrosxemalar yaxshi texnologikligi, kichik tannarxi, BTlarga nisbatan yuqori kuchlanish manbalarida ishlashi kabi afzalliklarga egadirlar.

Masalan: 1.19–rasmda MT va MDYA-tranzistorda bajarilgan kuchaytirgich sxemasi keltirilgan. T1 tovush signali kuchaytirgichi hisoblanadi. Qolgan ikkita tranzistor esa istok qaytargich sxemasida ulangan. Barcha tranzistorlar chiziqli rejimda ishlaydilar, ammo asosiy tok faqat oxirgi tranzistordan oqib o'tadi.



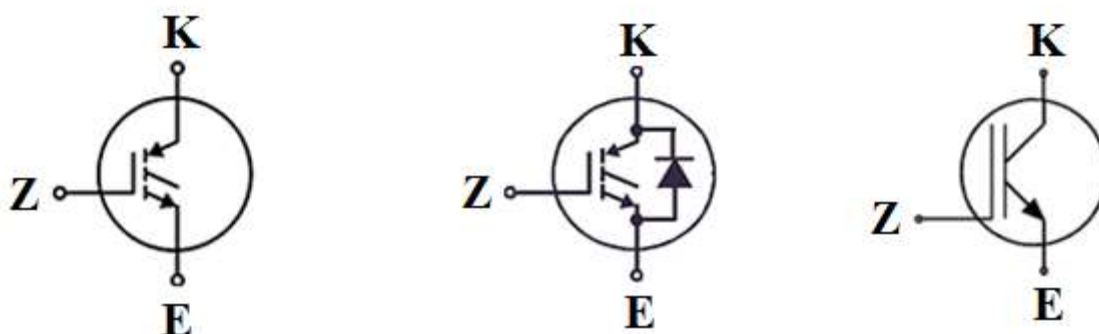
1.19–rasm. MT va MDYA-tranzistorda bajarilgan kuchaytirgich sxemasi

IJBT-tranzistorlar (Zatvori izolyasiyalangan BTlar). Zamonvay kuch elektronikasida IJBT (ingl. Insulated Gate Bipolar Transistor – zatvori izolyasiyalangan BT) -tranzistorlar keng qo'llanilib kelinmoqda. U elektron kuch asbobi bo'lib, impulsli kuchlanish manbalari, invertorlar hamda elektr yuritmalarning boshqaruv tizimlariga o'rnatiladigan katta quvvatli elektron kalitlar sifatida keng qo'llaniladi.



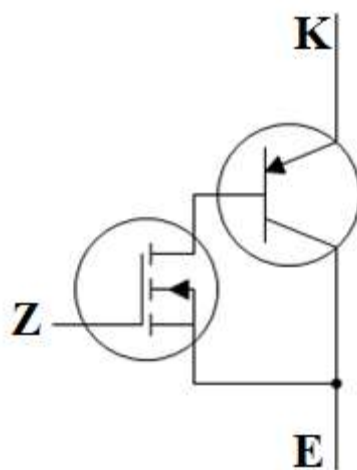
IGBT tranzistor – MT va BTning gibridini ifoda etadi. Bunday birlik ham MT, ham BTning yaxshi jihatlarini o‘zida mujassamlashishiga olib keldi.

Uning ishlash tamoyili maydoniy tranzistorning katta quvvatli bipolyar tranzistorni boshqarishiga asoslangan. Natijada yuqori quvvatli yuklamani kichik quvvat bilan qayta ulash imkoniyati tug‘iladi, chunki boshqaruv signali MTning zatvoriga kelib tushadi (1.20– va 1.21–rasm).



1.20–rasm. IGBT tranzistorlarning elektr sxemalarda shartli belgilanishlari

IGBT tranzistorning ichki tuzilmasi – ikkita elektron kalitlarning kaskadli ulanishi bo‘lib, ular birgalikda chiqishni boqsharadilar. Uning ishlash tamoyilini ikki bosqichda tushuntirish mumkin: zatvor va istok oralig‘iga musbat kuchlanish berilsa MT ochiladi, ya’ni istok va stok orasida n – kanal yuzaga keladi. Bunda n sohadan p sohaga zaryadlar harakati yuzaga keladi, natijada BT ochiladi va emitterdan kollektorga tork oqib o‘tadi.



1.21–rasm. IGBT tranzistor tuzilmasi

IGBT tranzistor kombinasiyalashgan MT va BT tuzilmasiga ega bo‘lganligi sababli, uning chiqishlari zatvor - **Z** (boshqaruvchi elektrod), emitter (**E**) va kollektor (**K**) deb ataladi. Mazkur tranzistorning o‘ziga xos jihatlari quyidagilardir:

- kuchlanish bilan boshqariladi (MTlar kabi);
- ochiq holatda kichik yo‘qotishlarga ega;
- 100⁰C dan yuqori haroratlarda ishlashi mumkin;
- 1000 Volt dan yuqori kuchlanish va 5 kilovatt dan katta quvvatlarda ishlashga qodir.

Qayd etilgan sifatleri IGBT tranzistorlarni inverterlar, chastota bilan rostlanadigan yuritmalarda va impulsli regulyatorlarda qo‘llashga imkon berdi. bundan tashqari, bu tranzistorlar uzilishsiz ishlaydigan kuchlanish manbalarida va yuqori kuchlanishli tizimlarda ham keng qo‘llaniladi. Ularni kir yuvish mashinalari, tikish mashinalari va idish yuvish mashinalari, inverterli havo sovutgichlar, avtomobil tizimini ishga tushirish tizimlarida uchratish mumkin.

Shuni ta’kidlash jioz-ki, IGBT va MDYA-tranzistorlar ba’zi holatlarda bir-birini o‘rnini bosishi mumkin, ammo yuqori chastotali kichik kuchlanishli kaskadlarda MDYA-tranzistorlar, katta quvvatli yuqori voltli kaskadlarda esa IGBT tranzistorlarni qo‘llash tavsiya etiladi.

1.3.4. Tiristorlar va ular asosidagi sxemalar

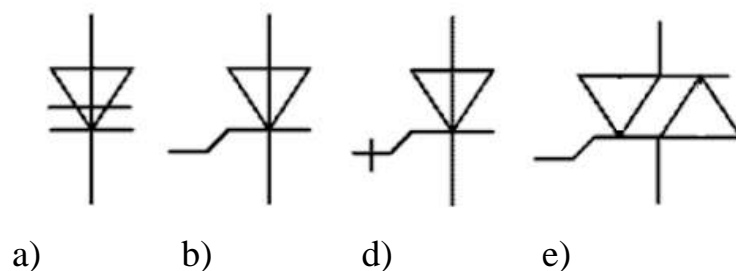
Tiristorlar. Tiristorlar yarimo'tkazgichli kalitlar bo'lib, ularning konstruksiyasi to'rt qatlamni tashkil etadi. Ular bir holatdan ikkinchisiga, ya'ni berk holatdan ochiq holatga yoki aksincha holatga o'tish qobiliyatiga ega bo'lib, katta toklarni roslash va kommutasiya qilishga mo'ljallangan.



Ular yana to'liq bo'lmagan boshqaruvga ega qurilmalar deb ham ataladilar, chunki boshqaruvchi ob'yektdan signal olgach u faqat ochiq (ulangan) holaga o'tishi mumkin. Qurilmani berkitish (uzish) uchun qo'shimcha ta'sir talab etiladi, natijada kuchlanish qiyati nolgacha pasayadi.

Tiristorlarning ish tamoyili kuch elektr maydonining qo'llanilishiga asoslangan. Uni bir holatdan ikkinchi holatga qayta ulash uchun, ma'lum signallar berishga asoslangan boshqaruv texnologiyasi qo'llaniladi. Bunda tiristordan oqib o'tayotgan tok faqat bir yo'nalishda harakatlanishi mumkin. O'chirilgan holatda esa bu qurilma ham to'g'ri, ham teskari kuchlanishni ko'tara oladi.

Odatda tiristor uchta chiqishga: anod (A), katod (C) va boshqaruvchi elektrod (G) hamda to'rt qatlamli $p-n-p-n$ -tuzilmaga ega. (1.22–rasm). Ya'ni, ularda tranzistorlardan farqli ravishda bir holatdan ikkinchisiga o'tishi keskin (sakrab) sodir bo'ladi va boshqaruv signali berilmasa ham berkilmaydi.



1.22–rasm. Tiristor turlariningelektr sxemalarda shartli belgilanishlari (dinistor (a), tiristor (b), berkituvchi tiristor (d), simistor (e))

Boshqaruv turiga ko‘ra tiristorlar quyida turlarga bo‘linadi:

- diodli tiristorlar (dinistorlar). Ular katod va anodga beriladigan yuqori kuchlanish impulsi bilan ochiladilar.

- triodli tiristorlar (trinistorlar). Ular boshqaruv elektrodiga tok berish orqali ochiladilar. Trinistorlar esa o‘z navbatida katod bilan boshqariladigan hamda anod bilan boshqariladigan turlarga bo‘linadilar.

Tiristorlar quyidagi berkilishi mumkin:

- anod tokini kamaytirish orqali;
- boshqaruv elektrodiga berkilish kuchlanishini berish orqali.

Teskari o‘tkazuvchanligiga ko‘ra tiristorlar quyidagi turlarag bo‘linadi:

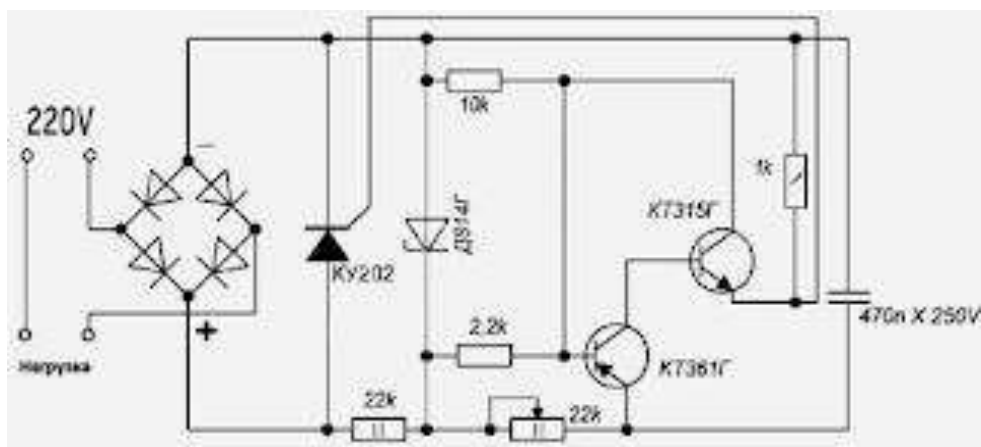
- teskari-o‘tkazuvchan – kichik teskari kulchanishga ega;
- teskari o‘tkazmaydigan – teskari kuchlanish qiymati berk holatdagi maksimal to‘g‘ri kulchanishga teng;

- teskari kuchlanish qiymati normaga keltirilmagan;

- simistor – tokni ikkala yo‘nalishda o‘tkazadi. Ular shartli ravishda simmetrik ishlaydilar.

Tezkorligiga ko‘ra esa ular ochilish (ulanish) vaqti va berkilish (uzilish) vaqtiga ko‘ra sinflanadilar.

Tiristorlarda bajarilgan kuchlanish rostlagichi sxemasi 1.23–rasmda keltirilgan bo‘lib, u tiristorli quvvat rostlagichi sxemasi deb ham ataladi. Aslida esa yuklamadagi faza, ya’ni yuklamaga yarimdavrlı signal uzatiladigan vaqt rostlanadi. Birinchi tomondan – kuchlanish rostlanadi, ikkinchi tomondan – yuklamada quvvat ajraladi.



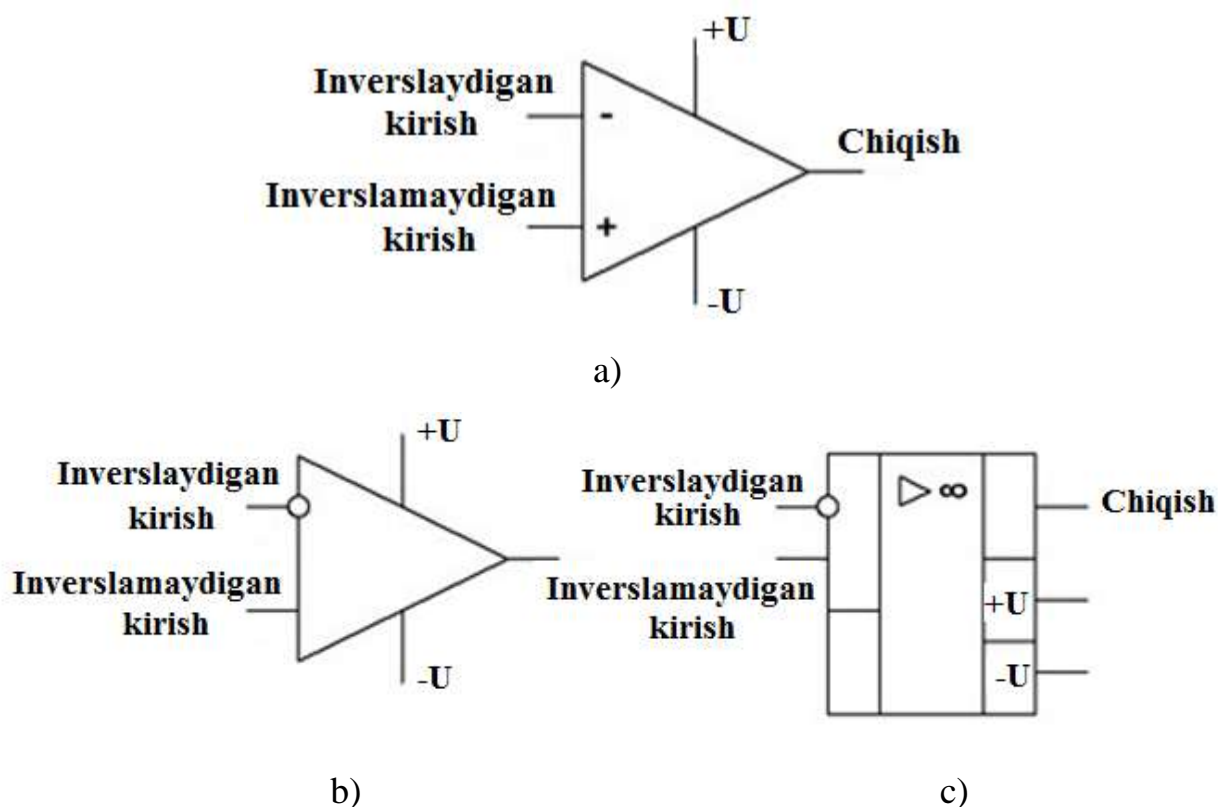
1.23–rasm. Tiristorda bajarilgan quvvat rostlagichi sxemasi

Ushbu rostlagich sxemasi asosan rezistorli yuklama – lampalar, qizdirgich va x.z.larda eng samarali hisoblanadi. Induktiv tasnifga ega tok iste'molchilarini ham ulash mumkin, ammo agar uning qiymati juda kichik bo'lsa rostlash ishonchliligi pasayadi. Agar sxemada ko'rsatilgan to'g'rilovchi diodlar ishlatilsa, sxema 5Agacha (1 kVt) yuklamani ko'tara oladi. Ulanadigan qurilma quvvatini oshirish uchun boshqa diodlarni qo'llash mumkin.

1.4. Operatsion kuchaytirgichlar va ular asosidagi sxemalar

Operatsion kuchaytirgich (OK) deb, analog signallar ustidan turli amallarni bajarishga mo'ljallangan, differensial kuchaytirish prinsipiga asoslangan, kuchlanish bo'yicha katta kuchaytirish koeffitsiyentiga ega bo'lgan ($K_U=10^4\div 10^6$) integral o'zgarmas tok kuchaytirgichiga aytiladi. Bunday amallarga qo'shish, ayirish, ko'paytirish, bo'lish, integrallash, differensiallash, masshtablash kabi matematik amallar kiradi.

Hozirgi kunda OKlar analog va raqamli qurilmalarda kuchaytirish, cheklash, ko'paytirish, chastotani filtrlash, generatsiyalash, signallarni barqarorlashda qo'llanilib kelmoqda. Buning uchun OKlarga musbat va manfiy teskari aloqa (TA) zanjirlari kiritiladi. TA zanjirlari yordamida OKlar yuqorida qayd etilgan **amallarni (operatsiyalarni)** bajaradilar. Qurilmalarning nomi ham shundan kelib chiqadi.



1.24–rasm. OKning shartli belgilanishlari

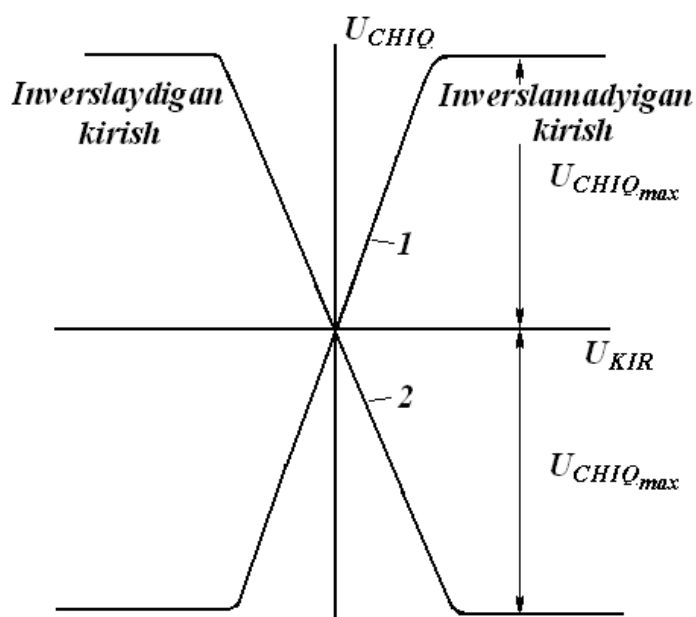
OKning elektr sxemalarda keltiriladigan shartli belgisi 1.24–rasmda ko‘rsatilgan bo‘lib, uning tarkibidagi ulanish elektrodleri, umumiy shina va tashqi tahrirlovchi elementlar ko‘rsatilmaydi. Sxemada kuchlanish manbaiga ulanish elektrodlaridan tashqari, kuchaytirgichning talab etilgan logarifmik amplituda-chastota xarakteristikasi (ACHX) ko‘rinishini shakllantiruvchi chastotani korreksiyalovchi elektrodlar ham ko‘rsatilgan.

OK ikkita kirishga ega: *inverslaydigan* (aylana yoki “-” ishora bilan belgilangan) va *inverslamaydigan*. Agar signal OKning inverslaydigan kirishiga berilsa, u holda chiqishdagi signal 180° ga siljigan, ya’ni inverslangan bo‘ladi. Agar signal OKning inverslamaydigan kirishga berilsa, u holda chiqishdagi signal kirish signali bilan bir xil fazada bo‘ladi.

OKda ikki qutbli (± 3 V... ± 20 V) kuchlanish manbai qo‘llaniladi. Bu manbalarning ikkinchi qutblari, odatda, kirish va chiqish signallari uchun umumiy shina bo‘lib hisoblanadi va ko‘p hollarda OKga ulanmaydi.

OKlar o‘z xususiyatlariga ko‘ra ideal kuchaytirgichlarga yaqin. **Ideal kuchaytirgich**: cheksiz katta kuchaytirish ko‘ffisiyentiga; cheksiz katta kirish qarshiligi; nolga teng bo‘lgan chiqish qarshiligiga; inverslaydigan va inverslamaydigan kirishlarga; bir xil signal berilganda nolga teng bo‘lgan chiqish kuchlanishiga; cheksiz katta keng o‘tkazish polosasiga ega.

OKning asosiy xarakteristikalaridan biri bo‘lib uning amplituda xarakteristikasi (AX) hisoblanadi. U berilgan chastotada chiqish kuchlanishining kirish kuchlanishiga bog‘liqligi $U_{CHIQ}=f(U_{KIR})$ ni ifodalaydi (1.25 – rasm).



1.25–rasm. OKning amplituda xarakteristikasi

Inverslamaydigan kirishga signal berilsa, AX 1 - egri chiziq ko‘rinishiga, inverslaydigan kirishga berilsa 2 - egri chiziq ko‘rinishiga ega bo‘ladi. $U_{KIR} = 0$ bo‘lganda ideal OK AXsi koordinata boshidan o‘tadi. Amaliyotda OK kirishlariga siljitish kuchlanishi U_{SIL} beriladi. AX qiya va gorizontalar sohalarga ega. Xarakteristikaning qiya sohalari ishchi sohalari bo‘lib, uning og‘ish burchagi K_U qiymati bilan belgilanadi. $U_{KIR} \geq (U_{CHIQ,max} / K_U) + U_{SIL}$ bo‘lganda chiqish kuchlanishi o‘zgarishsiz qoladi. $U_{CHIQ,max}$ qiymati doim kuchlanish manbai E_M qiymatidan kichik bo‘ladi. AX chiziqli sohalari kengligi kirish kaskadi dinamik diapazoni bilan aniqlanadi va $\pm\varphi_T$ dan oshmaydi.

Uch kaskadli OK funksional sxemasi 1.26–rasmda keltirilgan. U kirish, muvofiqlashtiruvchi va chiqish kuchaytirish kaskadlaridan tashkil topgan.



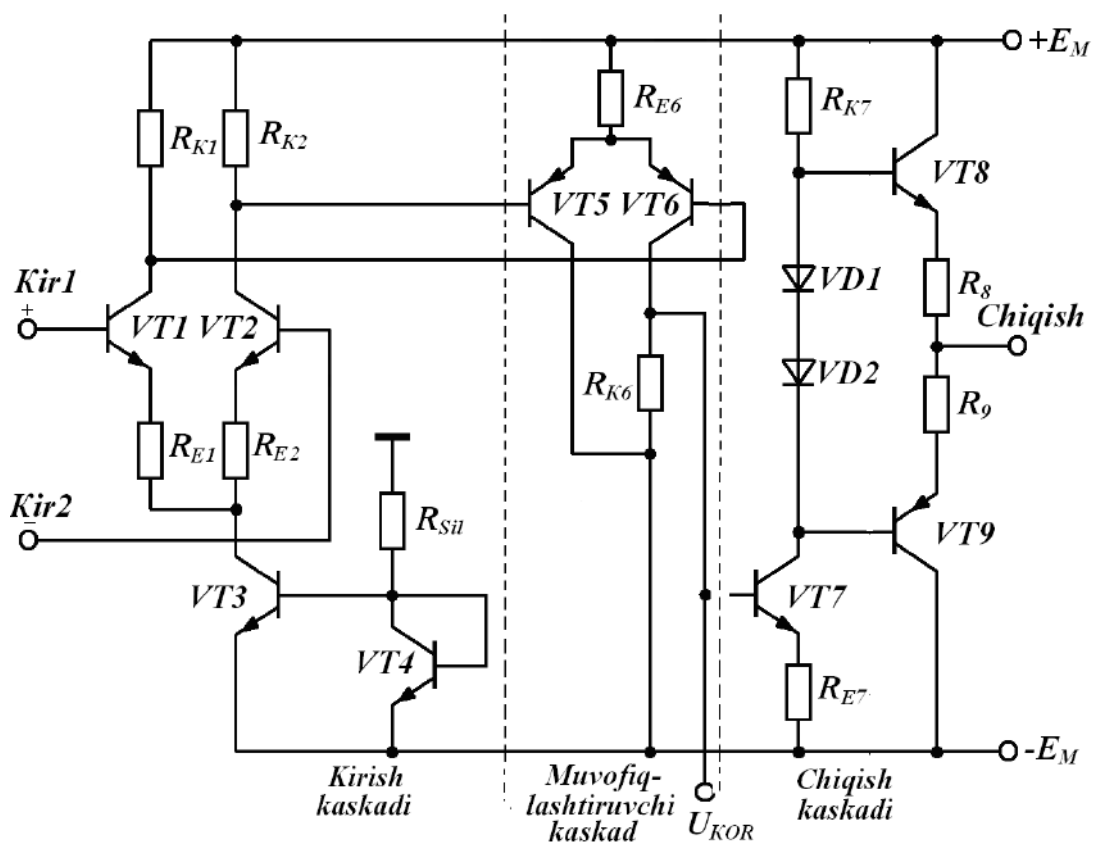
1.26– rasm. Uch kaskadli OK funksional sxemasi

OKlarda kirish kaskadi sifatida differensial kuchaytirigich (DK) qo‘llaniladi. Ma’lumki, DK chiqishdagi nol dreyfini maksimal kamaytirishga, yuqori kuchaytirish koeffitsiyentiga, maksimal yuqori kirish qarshiligiga va sinfaz tashkil etuvchilarni maksimal so‘ndirishga imkon beradi. Muvofiqlashtiruvchi kaskad talab qilingan kuchaytirishni ta’minlaydi va DK chiqishidagi o‘zgarmas kuchlanish sathi siljishini chiqish kaskadi uchun talab etilgan qiymatgacha kamaytiradi. Muvofiqlashtiruvchi kaskad differensial yoki bir taktli kuchaytirigich bo‘lishi mumkin. Chiqish kaskadlari OKning kichik chiqish qarshiligini va lozim bo‘lgan chiqish quvvatini ta’minlashi kerak. Chiqish bosqichlari sifatida, odatda AV sinfga mansub komplementar tranzistorlar asosida hosil qilingan ikki taktli kuchaytirigich sxemalari qo‘llaniladi

Uch kaskadli OKning soddalashtirilgan prinsipial sxemasi 1.27–rasmda keltirilgan. Sxemada quyidagi elektrodlar ko‘rsatilgan: inverslamaydiga kirish $Kir1$, inverslaydigan kirish $Kir2$, chiqish, ikki qutbli kuchlanish manbaiga ulash uchun xizmat qiluvchi elektrodlar $-E_M$ va $+E_M$, sxemaga korreksiyalovchi kuchlanish manbai ulangan elektrod U_{KOR} .

Kirish kaskadi VT1 va VT2 tranzistorlarda tuzilgan klassik DK sxemasi bo‘lib, yuklama sifatida R_{K1} va R_{K2} rezistorlar qo‘llanilgan. Ularning emitter toklari o‘zgarmasligini VT3 va VT4 tranzistorlarda qurilgan BTG ta’minlaydi. Kuchaytirigichda sochilayotgan quvvatni kamaytirish maqsadida, BTGning R_{SIL}

siljitish rezistori OKning bitta kuchlanish manbaidan ($-E_M$) ta'minlanadi. R_{E1} va R_{E2} rezistorlar yuklama toki bo'yicha mahalliy ketma – ket manfiy TAni tashkil etadilar va DKning kirish qarshiligini oshiradilar.



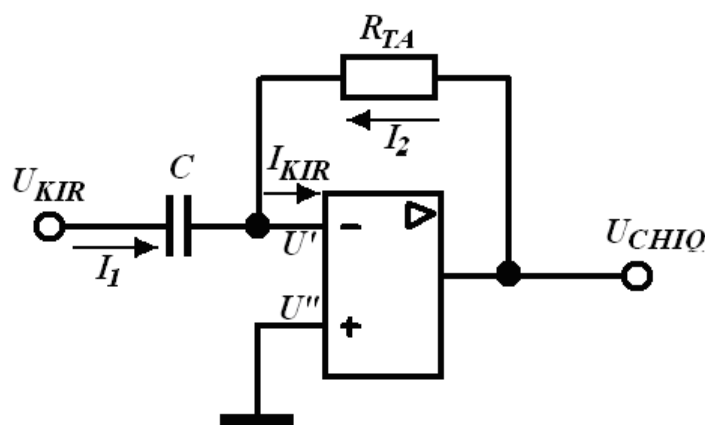
1.27–rasm. Uch kaskadli OK prinsipial sxemasi

Muvofiqlashtiruvchi kaskad $p-n-p$ turdagi VT5 va VT6 tranzistorlar asosidagi DKda hosil qilingan. Qarama – qarshi o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan $p-n-p$ turdagi tranzistorlarning qo'llanilishi chiqish kaskadi chiqishidagi kuchlanishni deyarli nolgacha siljitish imkonini beradi. Birinchi kaskad chiqishida kirish signalining sinfaz tashkil etuvchisi deyarli mavjud bo'lmaganligi sababli, ikkinchi kaskadda uni so'ndirish talab qilinmaydi. Shuning uchun VT5 va VT6 tranzistorlarning emitter zanjirlarida BTG qo'llanilmaydi. Bu holat ikkinchi kaskad toklarini milliamper darajaga ko'tarish va kuchaytirish koeffitsiyentini yana 30 marta va undan yuqori qiymatga oshirish imkonini beradi. Ikkinchi kaskad nosimmetrik chiqishga ega. Buning natijasida VT5 tranzistor kollektor zanjirida rezistor qo'llanilmaydi.

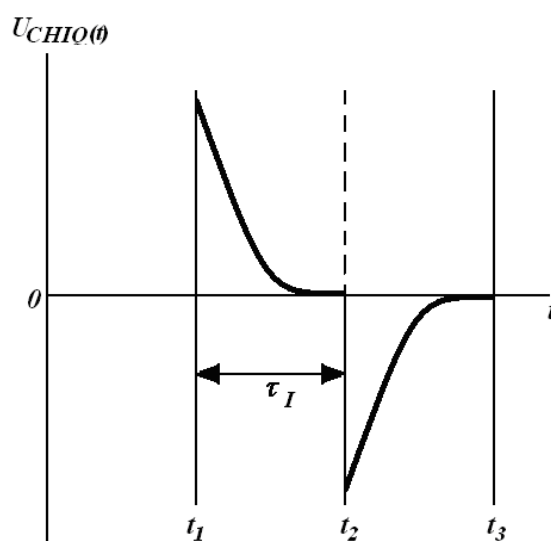
Differensiallovchi qurilma. OK asosida bajarilgan sodda differensiator sxemasi 1.28–rasmda keltirilgan. Sxema TA zanjiriga RC element kiritilgan inverslaydigan kuchaytirgich hisoblanadi. Kirxgofning birinchi qonuniga binoan $I_1 + I_2 = 0$. $U' = U'' = 0$ bo'lganligi sababli, kondensator zaryadining oniy qiymati $Q(t) = CU_{kir}$, tok esa $I_1 = dQ/dt = C(dU_{kir}/dt)$. O'z navbatida, tok $I_2 = U_{chiq}(t)/R_{TA}$.

Bundan $C \frac{dU_{kir}}{dt} + \frac{U_{chiq}}{R_{TA}} = 0$ yoki $U_{chiq}(t) = -R_{TA}C \frac{dU_{kir}}{dt}$.

Shunday qilib, mazkur qurilma kirish signalini differensiallash – uni vaqt doimiysi $\tau = R_{TA}C$ ga teng bo'lgan proporsionallik koeffitsiyentiga ko'paytirish amalini bajaradi.



1.28–rasm. Differensiallovchi qurilma sxemasi



1.29–rasm. Differensiallovchi qurilma chiqishidagi kuchlanishning vaqt diagrammasi

Kirishga to'g'ri burchak shakldagi impuls berilganda chiqishda hosil bo'ladigan kuchlanish shakli 1.29–rasmda keltirilgan.

Chiqishdagi impuls davomiyligi $\tau_I \approx (3 \div 4)\tau = (3 \div 4)R_{TA} \cdot C$ kabi aniqlanadi.

Umumiy holda chiqishdagi kuchlanish shakli τ_I va τ_n nisbatiga bog'liq bo'ladi. t_1 vaqt momentida R_{TA} rezistorga kirish kuchlanishi qo'yilgan, chunki kondensatordagi kuchlanish keskin o'zgarib olmaydi. So'ngra kondensatordagi kuchlanish eksponensial qonun bo'yicha ortadi, rezistordagi kuchlanish esa, ya'ni chiqish kuchlanishi eksponensial qonunga binoan pasayadi va kondensator zaryadlanishi tugaganda, t_2 vaqt momenti nolga teng bo'ladi. Kirish kuchlanishi nolga teng bo'lganda, kondensator rezistor orqali razryadlanib boshlaydi. Shunday qilib, teskari ishorali impuls shakllanadi.

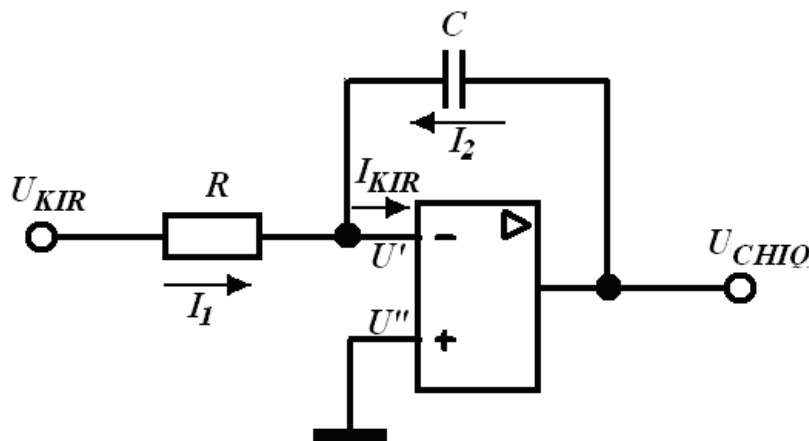
Integrallovchi qurilma. OK asosidagi sodda integrallovchi qurilma sxemasi 1.30–rasmda keltirilgan. Ushbu sxema inverslaydigan kuchaytirgich hisoblanadi, uning TA zanjiriga kondensator S ulangan.

Avvalgidek $I_{kir} = 0$, $U' = U'' = 0$. $I_1 + I_2 = 0$.

$I_2 = dQ/dt = C(dU_{chiq}/dt)$; $I_1 = U_{kir}(t)/R$.

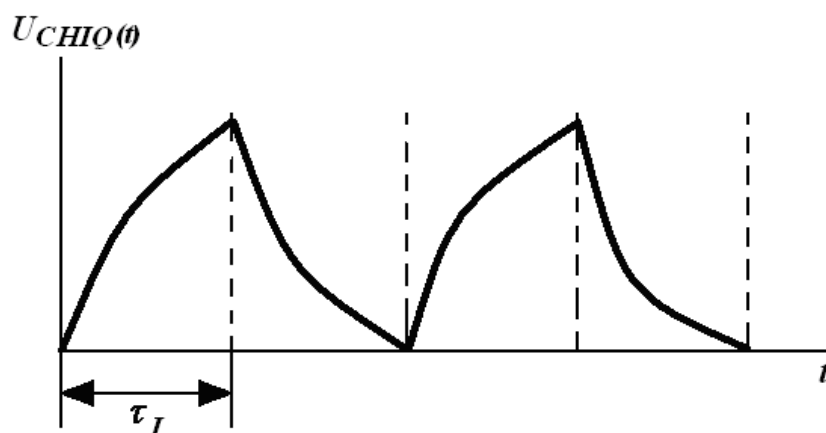
$$C \frac{dU_{chiq}}{dt} = -\frac{U_{kir}}{R}. \text{ Bundan } U_{chiq} = -\frac{1}{RC} \int_0^t U_{kir} dt.$$

Shunday qilib, OK kiruvchi signal fazasini chiqishda π burchakka o'zgartiradi, chiqish kuchlanishi esa kirish kuchlanishining vaqt bo'yicha integralini $1/\tau = 1/RC$ koeffitsiyentga ko'paytirilganiga teng.



1.30–rasm. Integrallovchi qurilma sxemasi

Kirishga τ_I davomiyligidagi to'g'ri burchakli impulslar ketma – ketligi berilganda chiqish kuchlanishining diagrammasi 1.32–rasmda keltirilgan.



1.31 – rasm. Integrallovchi qurilma chiqishidagi kuchlanishning vaqt diagrammasi

Nazorat savollari

1. Rezistorlarga ta'rif bering, asosiy turlari va ishlash tamoyillarini tushuntiring.
2. Kondensatorlarga ta'rif bering, asosiy turlari va ishlash tamoyillarini tushuntiring.
3. Induktivlik g'altaklariga ta'rif bering, asosiy turlari va ishlash tamoyillarini tushuntiring.
4. Transformatorlarga ta'rif bering, asosiy turlari va ishlash tamoyillarini tushuntiring.
5. Diodlarga ta'rif bering, asosiy turlari va ishlash tamoyillarini tushuntiring.
6. Bipolyar tranzistor(BT)larga ta'rif bering va ularning ishlash tamoyilini tushuntiring.BTning qanday ulanish sxemalarini bilasiz ?
7. Maydoniy tranzistor (MT)larga ta'rif bering va ularning ishlash tamoyilini tushuntiring.MTning qanday ulanish sxemalarini bilasiz ?
8. Kanali qurilgan MDYA – tranzistorning ishlash prinsipi nimadan iborat ?
9. Kanali induksiyalangan MDYA – tranzistorning ishlash prinsipi nimadan iborat ?
10. IGBT tranzistorlarning tuzilish va ishlash tamoyillarini keltiring.
11. Tiristorlarga ta'rif bering va ishlash tamoyilini tushuntiring.
12. Ideal OKga ta'rif bering va asosiy parametrlarini keltiring.
13. OKning asosiy funksional qismlari nimalardan iborat ?
14. OK asosidagi differensiallovchi va integrallovchi qurilmalar qanday amallarni bajaradilar?

2. RAQAMLI SXEMATEXNIKA

2.1. Hisoblash texnikasining elementlari va qurilmalari

Hozirgi kunda axborotlarni raqamli usullarda qayta ishlash muhim o‘rin egallamoqda. Buning uchun analog ko‘rinishdagi birlamchi axborot ustida ikkita muhim amal bajarilib (kvantlash va kodlash) raqamli ko‘rinishga o‘tkaziladi.

Uzluksiz signal $x(t)$ ni ma‘lum nuqtalardagi qiymatlari bilan almashtirishga **kvantlash** deyiladi. Kvantlash vaqt yoki sathlar bo‘yicha amalga oshirilishi mumkin. Kvantlash natijasida elektron qurilmadagi analog ko‘rinishdagi birlamchi signal turli shakldagi elektr **impulslar ketma - ketligi** ko‘rinishida ifodalanadi. Kuchlanish $U(t)$ yoki tok $I(t)$ qiymatlarini mos ravishda o‘rnatilgan U_0 va I_0 qiymatlardan qisqa vaqtlarga og‘ishi **elektr impuls** deb ataladi. Kvantlash natijasida signal ixtiyoriy emas, balki aniq, **diskret** deb ataluvchi qiymatlarni oladi.

Demak, ixtiyoriy kvantlangan signal bir necha elementar signallardan tuzilgan shartli kombinasiyalar ko‘rinishida ifolanishi mumkin ekan. Kvantlangan signalning bunday ifodalanishi **kodlash** deb ataladi. Kodlash turli ma‘lumotlar (harflar, tovushlar, ranglar, komandalar va boshqalar)ni ma‘lum standart shaklda, masalan ikkilik simvollarini ko‘rinishida ifodalash imkonini beradi.

Raqamli qurilmalarda arifmetik va mantiqiy amallarni ma‘lum tartibda bajarish yo‘li bilan axborot o‘zgartiriladi.

2.2. Sanoq tizimlari

Kompyuterlarda axborot elektr kuchlanishining ikki xil sathi bilan xarakterlanuvchi, vaqt bo‘yicha turli kenglikka ega bo‘lgan, to‘g‘ri burchakli impulslar sifatida qabul qilinadi, saqlanadi, qayta ishlanadi va uzatiladi.

Kompyuterlarda turli algoritmik tillar asosida dasturlar tuzish, ma‘lumotlar bazalari bilan ishlash, buxgalterlik hisoblari va boshqa vazifalarni bajaruvchi

dasturlarni yaratish mumkin. Shunga qaramay faqat “mashina tili”da keltirilgan ma’lumotlar va buyruqlar tizimi kompyuter apparat qismining tuzilishi va ishlash tamoyilini tushunish imkoniyatini beradi. Mashina tilida ma’lumotlar va dastur buyruqlari “1” (rost) va “0” (yolg‘on) raqamlari ketma-ketligidan iborat kodlar sifatida qo‘llaniladi. Ko‘p hollarda “1” raqamiga impulslar sathining yuqori qiymati, “0” raqamiga esa quyi qiymati mos keladi. Biror sonlarni qayta ishlash yoki eslab qolish talab qilinsa, ular bir va nollarning ma’lum kombinasiyasi ko‘rinishida ifodalanadi. U holda raqamli qurilmalar ishini ta’riflash uchun maxsus matematik apparat lozim bo‘ladi. Bunday matematik apparat **Bul algebrasi** yoki **Bul – mantiqi** deb ataladi. Uni irland olimi D. Bul ishlab chiqqan.

Mantiq algebrasi “rost” va “yolg‘on” – ko‘rinishdagi ikkita mantiq bilan ishlaydi. Bu shart “uchinchisi bo‘lishi mumkin emas” qonuni deb ataladi. Bu tushunchalarni ikkilik sanoq tizimidagi raqamlar bilan bog‘lash uchun “rost” ifodani 1 (mantiqiy bir) belgisi bilan, “yolg‘on” ifodani 0 (mantiqiy nol) belgisi bilan belgilab olamiz. Ular Bul algebrasi konstantalari deb ataladi.

Kundalik hayotda inson 0; 1, 2, ..., 9 raqamlari ishtirokidagi sonlardan, ya’ni **10 lik sanoq tizimining** raqamlari bilan ifodalangan sonlardan foydalanadi. Raqamlarning vazni ularning sondagi o‘rni, ya’ni pozitsiyasiga karab belgilanadi. Masalan xx5, x5x va 5xx uch xonali sonlarning birinchisida **besh**, ikkinchisida **ellik** va uchinchi sonda **besh yuz** qiymatlarni ifodalaydi.

Kompyuterlarda **ikkilik, sakkizlik, o‘n oltilik** sanoq tizimlaridan foydalaniladi. Ikkilik sanoqtizimida faqat “0” va “1” raqamlaridan iborat sonlar ishtirok etadi. Sakkizlik sanoq tizimida 0; 1; 2; ...; 7 raqamlari, o‘n oltilik sanoq tizimiga esa 0; 1; 2; ...; 9; A, B, C, D, E, F raqamlari ishtirok etgan sonlar kiradi.

2.1-jadvalda turli sanoq tizimlariga mos sonlar keltirilgan.

Butun sonlarni o‘nlik sanoq tizimidan boshqa sanoq tizimiga o‘tkazish uchun berilgan sonni o‘tiladigan sanoq tizimining asosiga davriy ravishda bo‘lish lozim, bo‘lish jarayoni qoldiq sonda va bo‘linmada o‘tilayotgan sanoq tizimiga tegishli raqam qolguncha davom ettiriladi.

Turli sanoq tizimlaridagi sonlarning natural qatori

O‘nlik sonlar	Ikkilik sonlar	Sakkizlik sonlar	O‘noltilik sonlar
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10

Masalan: Berilgan o‘nlik son $(21)_{10}$ ni ikkilik, sakkizlik va o‘n oltilik sanoq tizimlariga o‘tkazilsin.

Butun sonlarni ikkilik sanoq tizimidan sakkizlik yoki o‘n oltilik sanoq tizimlariga o‘tkazish uchun ikkilik sonni kichik raqamidan boshlab mos ravishda uch razryadli va to‘rt razryadli qismlarga ajratiladi, eng katta uchlik yoki to‘rtlik to‘liq bo‘lmagan holatlarda chap tomondagi bo‘sh razryadlar “0” raqami bilan to‘ldiriladi. Hosil bo‘lgan uchliklarning har bir to‘plami bitta sakkizlik raqam bilan, to‘rtliklarning har bir to‘plami esa bitta o‘n oltilik raqam bilan mos ravishda almashtiriladi.

Sakkizlik va o‘n oltilik sanoq tizimlarida berilgan butun sonlarni ikkilik sanoq tizimiga o‘tkazish uchun berilgan sonning har bir raqami mos ravishda uch va to‘rt razryadli ikkilik sonlar bilan almashtiriladi.

Masalan: $(46)_8 = (100\ 110)_2$, $(39)_{16} = (0011\ 1001)_2$.

O‘nlik kasrlarni boshqa sanoq tizimlariga o‘tkazishga misollar:

<p><u>Qoldiq</u></p> $\begin{array}{r} 21/2 \quad 1 \\ 10/2 \quad 0 \\ 5/2 \quad 1 \\ 2/2 \quad 0 \\ 1 \end{array}$ <p>$(21)_{10} = (10101)_2$</p>	<p><u>Qoldiq</u></p> $\begin{array}{r} 21/8 \quad 5 \\ 2 \end{array}$ <p>$(21)_{10} = (25)_8$</p>	<p><u>Qoldiq</u></p> $\begin{array}{r} 21/16 \quad 5 \\ 1 \end{array}$ <p>$(21)_{10} = (15)_{16}$</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ikkilik, sakkizlik va o‘n oltilik sanoq tizimlarida berilgan kasr sonlarni o‘nlik sanoq tizimiga o‘tkazish uchun berilgan sonning verguldan keyingi raqamidan boshlab har bir raqamini sanoq tizimi asosining mos darajasini manfiy qiymatiga ko‘paytirib, hosil bo‘lgan ko‘paytmalar yig‘indisi olinadi. Ya’ni, sonning verguldan keyingi raqami sanoq tizimi asosining “-1” - darajasiga ko‘paytiriladi, keyingi raqami sanoq tizimi asosining “-2” - darajasiga ko‘paytiriladi, navbatdagi raqami sanoq tizimi asosining “-3” - darajasiga ko‘paytiriladi va h.k., so‘ngra hosil bo‘lgan ko‘paytmalar yig‘indisi hisoblanadi.

Masalan:

$$(0,1010)_2 = 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} + 0 \times 2^{-4} = 0,5 + 0 + 0,125 + 0 = (0,625)_{10}$$

$$(0,24)_8 = 2 \times 8^{-1} + 4 \times 8^{-2} = 0,25 + 0,0625 = (0,3125)_{10}$$

$$(0,S)_{16} = 12 \times 16^{-1} = (0,75)_{10}$$

Ikkilik sanoq tizimida berilgan kasr sonlarni sakkizlik va o‘n oltilik sanoq tizimlariga o‘tkazish uchun verguldan keyingi raqamdan boshlab mos ravishda uchta va to‘rtta razryadli bo‘laklarga ajratiladi. Har bir bo‘lak sakkizlik va o‘n oltilik sanoq tizimlarining mos raqamlari bilan o‘zgartiriladi.

Masalan:

$$0, \boxed{110101} \quad (0, \boxed{6} \boxed{5})_2 = (0,65)_{10}; \quad 0, \boxed{11010100} \quad (0, \boxed{D} \boxed{4})_{16} = (0,D4)_{16}$$

Sakkizlik va o‘n oltilik sanoq tizimlarida berilgan kasr sonlarni ikkilik sanoq tizimiga o‘tkazish uchun berilgan sonning har bir raqami mos ravishda uch va to‘rt razryadli ikkilik sonlar bilan almashtiriladi.

$$\text{Masalan: } (0,47)_8 = (0,100 \ 111)_2, \quad (0,2A)_{16} = (0,0010 \ 1010)_2$$

Axborotni tasvirlash uchun binar o'zgaruvchilardan foydalaniladi, bu o'zgaruvchilar ustida turli amallarni bajaruvchi raqamli tizimlarni ko'rib chiqamiz.

2.3. Mantiqiy funksiyalar.

Mantiq algebrasining asosiy qoidalari va teoremlari

Ikkilik kodlar ustida turli amallarni bajarish uchun Mantiqiy algebra – Bul algebrasi asos bo'lib xizmat qiladi. Mantiqiy algebrasi oddiy algebradan farqi uning argumentlari va funksiyalari faqat “0” va “1” qiymatlarni qabul qiladi. Shuning uchun bu algebra ancha sodda ko'rinishga ega.

n o'zgaruvchining ruxsat etilgan barcha mantiqiy funksiyalarini uchta asosiy amal yordamida hosil qilish mumkin:

- **mantiqiy inkor** (inversiya, INKOR amali), mos o'zgaruvchi ustiga “-” belgi qo'yish bilan amalga oshiriladi;

- **mantiqiy ko'paytirish** (kon'yunksiya, VA amali), “.” belgi qo'yish bilan amalga oshiriladi;

- **mantiqiy qo'shish** (diz'yunksiya, YOKI amali), “+” belgi qo'yish bilan amalga oshiriladi.

Ifodalar ekvivalentligini ifodalash uchun “=” belgisi qo'yiladi.

Mantiqiy funksiyalar va amallar turli ifodalanish shakllariga ega bo'lishlari mumkin: algebraik, jadval, so'z bilan va shartli grafik (sxemalarda). Mantiqiy funksiyalarni berish uchun mumkin bo'lgan argumentlar majmuidan talab qilinayotgan mantiqiy funksiya qiymatini berish yetarli. Funksiya qiymatlarini ifodalovchi jadval **haqiqiylik jadvali** deb ataladi.

2.2, 2.3 va 2.4–jadvallarda ikkita o'zgaruvchi x_1, x_2 uchun mantiqiy amallarning algebraik va jadval ifodasi keltirilgan.

2.2–jadval. Inversiya amali haqiqiylik jadvali

x	$y = \bar{x}$
0	1
1	0

2.3–jadval. Diz'yunksiya amali haqiqiylik jadvali

x_1	x_2	$y = x_1+x_2$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

2.4–jadval. Kon'yunksiya amali haqiqiylik jadvali

x_1	x_2	$y = x_1 \cdot x_2$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Mantiqiy amallarni ko'rib chiqish uchun 2.5 – jadvalda keltirilgan aksioma va qonunlar qatoridan foydalanamiz.

2.5 – jadval. Mantiq algebrasining asosiy aksioma va qonunlari

Aksiomalar	$0 + x = x$	$0 \cdot x = 0$
	$1 + x = 1$	$1 \cdot x = x$
	$x + x = x$	$x \cdot x = x$
	$x + \bar{x} = 1$	$x \cdot \bar{x} = 0$
Kommutativlik qonunlari	$x_1 + x_2 = x_2 + x_1$	$x_1 \cdot x_2 = x_2 \cdot x_1$
Assotsiativlik qonunlari	$(x_1 + x_2) + x_3 = x_1 + (x_2 + x_3)$	$(x_1 \cdot x_2) \cdot x_3 = x_1 \cdot (x_2 \cdot x_3)$
Distributlik qonunlari	$x_1 \cdot (x_2 + x_3) = (x_1 \cdot x_2) + (x_1 \cdot x_3)$; $x_1 + (x_2 \cdot x_3) = (x_1 + x_2) \cdot (x_1 + x_3)$	
Duallik qonunlari (de - Morgan teoremasi)	$\overline{x_1 + x_2} = \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2$	$\overline{x_1 \cdot x_2} = \bar{x}_1 + \bar{x}_2$
Yutilish qonunlari	$x_1 + x_1 \cdot x_2 = x_1$	$x_1 \cdot (x_2 + x_2) = x_1$
Ikkilamchi inkor qonuni	Juft sonli inkorlar inkorsizlikka aylanadi	

Assotsiativlik qonunlaridan foydalanib, ko'p o'zgaruvchi ($n > 2$) ixtiyoriy mantiqiy funksiyasini ikkita o'zgaruvchi funksiyalar kombinatsiyasi ko'rinishida ifodalash mumkin. $2^{2^2} = 16$ ikkita o'zgaruvchi funksiyalarining to'liq majmui 2.2 – jadvalda keltirilgan.

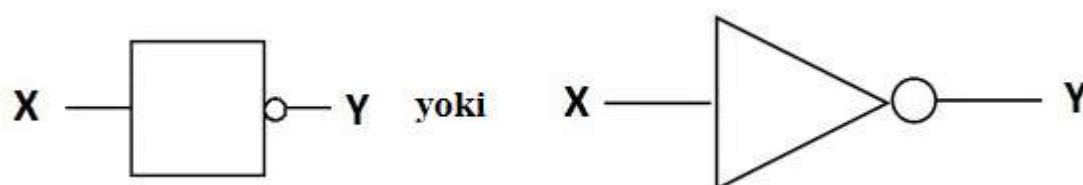
“IstisnoliYOKI”, Pirs va Sheffer elementlari kabi yangi funksiyalar kon’yunksiya, diz’yunksiya va inversiya amallari orqali ifodalangani e’tiborga loyiq. Bir funksiya argumentlarini boshqa funksiya argumentlari bilan almashtirish amali *superpozsiya* deb ataladi. Superpozisiyani bir necha marta qo’llash ikkita o’zgaruvchi funksiyasi asosidagi ixtiyoriy sondagi argumentlar uchun (ya’ni, turli murakkablikdagi) funksiyalar olish imkonini beradi. Mazkur funksiyalar superpozisiyasi yordamida ifodalash mumkin bo’lgan ixtiyoriy ikkilik funksiya majmui, *funksional to’liq majmua* (FTM) deb ataladi. FTM kon’yunksiya va inversiya, diz’yunksiya va inversiya, ta’qiq va bir konstantasi, ta’qiq va inversiya, tengma’nollik emas va implikasiya, hamda ikkita yakka funksiyalar – Pirs va Sheffer elementini hosil qiladi. Kon’yunksiya, diz’yunksiya va inversiya funksiyalari majmui *asosiy funksional to’liq majmua* (AFTM) nomini olgan.

2.4. Mantiqiy elementlar va ularning parametrlari

Mantiqiy elementlar– kirishidan bir yoki bir nechta ikkilik signallarni olib, chiqishida yangi ikkilik signal ishlab chiqaruvchi eng sodda raqamli sxemalardir. Mantiqiy elementlarni grafik tasvirlashda bir yoki bir nechta kirish signallarini va chiqish signalini belgilashda maxsus simvollardan foydalaniladi. Agar mantiqiy elementning tasviriga qaralsa, kirish signallari odatda chap tomonda (yoki yuqorida), chiqish signali esa – o’ng tomonda (yoki pastda) joylashgan bo’ladi. Raqamli tizimlarni loyihalovchilar odatda kirish signallarini belgilash uchun lotin alifbosining boshlang’ich harflaridan, chiqish signali uchun esa lotin alifbosining Y harfidan foydalanadilar. Mantiqiy elementlarning kirish signallari va chiqish signali orasidagi bog’liqlik xaqiqiylik jadvali yoki Bul mantiqiy funksiyasi yordamida tasvirlanadi. Xaqiqiylik jadvalining chap tomonida kirish signallari, o’ng tomonida esa mos chiqish signali qiymati joylashtiriladi. Bu jadvalning har bir qatori kirish signallarining mumkin bo’lgan kombinatsiyalaridan biriga mos keladi. Bul mantiqiy –mantiqiy elementni ikkilik o’zgaruvchilar yordamida tasvirlovchi matematik ifodadir

“INKOR” mantiqiy elementi

“INKOR” mantiqiy elementi 2.1 – rasmda tasvirlanganidek bitta kirishga (X) va bitta chiqishga (Y) ega. Bunda chiqish signali Y kirish signali X ga nisbatan teskari ko‘rinishdagi signal, boshqacha aytganda inverslangan X bo‘ladi. Agar X kirishdagi signal – “yolg‘on” bo‘lsa, Y chiqishdagi signal – “rost” bo‘ladi. 2.1-rasmdagi haqiqiylik jadvali va Bul mantiqi kirish va chiqish signallarining bog‘lanishini jamlaydi. Bul mantiqida signal belgisi ustidagi chiziqcha “INKOR” belgisi deb o‘qiladi, ya’ni matematik ifoda “Y chiqish X ning inkoriga teng” deb o‘qiladi. Aynan shuning uchun ham “INKOR” mantiqiy elementi *invertor* deb ham ataladi.



2.1–rasm. “INKOR” MEning elektr sxemalardagi shartli belgilari

“INKOR” MEning mantiqiy algebraik

funksiyasi:

$$Y = \bar{X}$$

“INKOR” MEning

xaqiqiylik jadvali

X	Y
0	1
1	0

Mantiqiy sxemada mantiqiy element chiqishidagio, ingliz tilida “pufakcha” deb nomlanadi va signalning inversiyasini bildiradi.

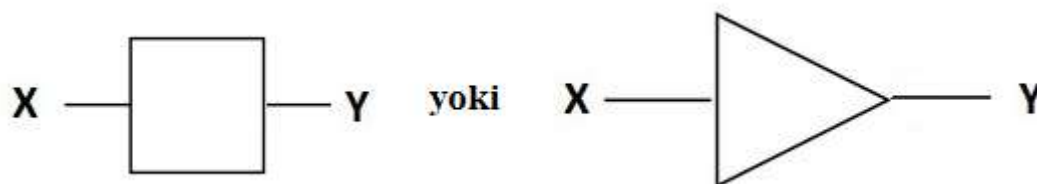
“BUFFER” mantiqiy elementi

Bitta kirishga ega bo‘lgan boshqa mantiqiy elementga 2.2 – rasmda keltirilgan “BUFFER” misol bo‘ladi.

“BUFFER” kirish signali nushasini chiqish signaliga uzatadi. Agar buferni mantiqiy sxemaning bir qismi deb qaralsa, u oddiy simning bir qismi bo‘lib, hech qanday foydasi yo‘qqa o‘xshaydi. Shu bilan birga sxemani analog darajasida

qaralganda yaratilayotgan qurilmaning normal ishlashi uchun bufer zarur xarakteristikalarini hosil qilishi mumkin.

Masalan, bufer katta tokni elektr yuritmaga uzatish uchun yoki bir nechta mantiqiy elementlarga signalni tez uzatish uchun zarur. Agar biz istalgan tizimni to'liq tushunmoqchi bo'lsak, bu misol tizimning ishlashini bir necha abstrakt darajada o'rganishimiz zarurligini isbotlaydi. Buferni faqat raqamli daraja abstraksiyasidan qarash uning real funksiyasini ko'rishimiz uchun imkoniyat bermaydi.



2.2–rasm. “BUFFER” MEning elektr sxemalardagi shartli belgisi

“BUFFER” MEning mantiqiy algebraik funksiyasi:

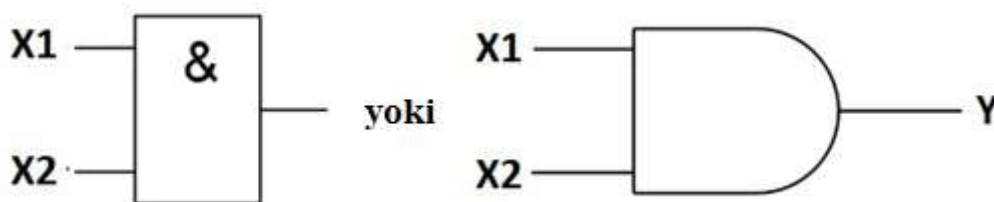
$$Y = X$$

“BUFFER” MEning haqiqiylik jadvali

X	Y
0	0
1	1

“VA” mantiqiy elementi

Kamida ikkita kirish signaliga ega bo'lib mantiqiy element chiqishidagi signal faqat va faqat ikkala kirishidagi X_1 va X_2 signallar mantiqiy “1” bo'lsagina mantiqiy “1” ga teng bo'ladi. Aks holda chiqish signali Y qiymati mantiqiy “0”ga teng bo'ladi.



2.3–rasm. “2 VA” MEning elektr sxemalardagi shartli belgilari

“2 VA” MEning mantiqiy algebraik

funksiyasi:

$$Y = X_1 \cdot X_2$$

“2 VA” MEning

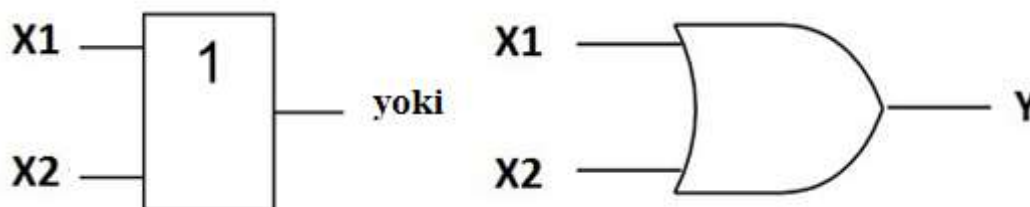
haqiqiylik jadvali

X_1	X_2	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Ikkilik sanoq tizimida qabul qilingan qoidaga asosan kirish signallari sanash tartibiga mos ravishda 00,01,10, 11 ketma-ketlikda keltirilgan. 2.3 – rasmda keltirilgan “VA” mantiqiy elementi uchun Bul mantiqi tenglamasini bir nechta usullarda yozish mumkin: $Y = X_1 \cdot X_2$, $Y = X_1 \wedge X_2$ yoki $Y = X_1 \cap X_2$. Matematik mantiq mutaxassislari ko‘p qo‘llaydigan \cap simvoli “kesishish” sohasi sifatida o‘qiladi.

“YOKI” mantiqiy elementi

Kamida ikkita kirish signaliga ega bo‘lib mantiqiy element chiqishidagi signal biror X_1 yoki X_2 kirishidagi signallar mantiqiy “1” bo‘lsa mantiqiy “1” ga teng bo‘ladi. Aks holda chiqish signali Y qiymati mantiqiy “0” ga teng bo‘ladi.



2.4–rasm. “2 YOKI” MEning elektr sxemalardagi shartli belgilari

“2 YOKI” MEning mantiqiy algebraik

funksiyasi:

$$Y = X_1 + X_2$$

“2 YOKI” MEning

haqiqiylik jadvali

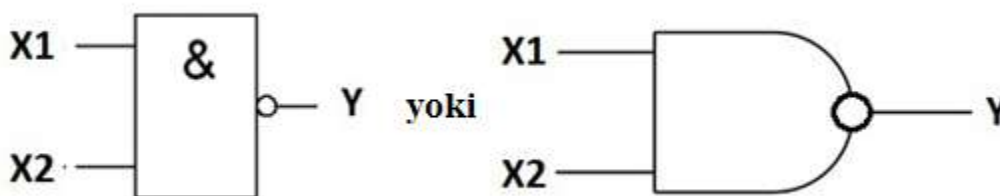
X_1	X_2	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Ikkilik sanoq tizimida qabul qilingan qoidaga asosan kirish signallari sanash tartibiga mos ravishda 00,01,10,11 ketma-ketlikda keltirilgan. 2.4 – rasmda keltirilgan “YOKI” mantiqiy elementi uchun Bul mantiqi tenglamasini bir nechta usullarda yozish mumkin: $Y = X_1 + X_2$, $Y = X_1 \vee X_2$ yoki $Y = X_1 \cup X_2$. Matematik mantiq mutaxassislari ko‘p qo‘llaydigan U simvoli “to‘plash” sohasi sifatida o‘qiladi.

“VA-INKOR” mantiqiy elementi

“VA-INKOR” mantiqiy elementi kirishga berilayotgan axborotlarni mantiqiy ko‘paytiradi va so‘ngra natijani inkor etadi va chiqishga uzatadi. Boshqacha qilib aytganda, “VA” elementining “INKOR” elementini bilan to‘ldirilgan varinanti hisoblanadi (2.5 – rasm).

“VA-INKOR” mantiqiy elementining haqiqiylik jadvali “VA” mantiqiy elementi haqiqiylik jadvaliga teskari bo‘ladi. “VA-INKOR” mantiqiy elementi “Sheffer elementi” deb ham ataladi (1913 yili mazkur amalning mohiyatini ochib bergan matematik Genri Morris Sheffer sharafiga). Bu mantiqiy element “VA” mantiqiy elementi kabi belgilanadi, faqat chiqishida doiracha qo‘yiladi.



2.5–rasm. “2 VA-INKOR” MEning elektr sxemalardagi shartli belgilari

“2 VA-INKOR” MEning mantiqiy algebraik funksiyasi:

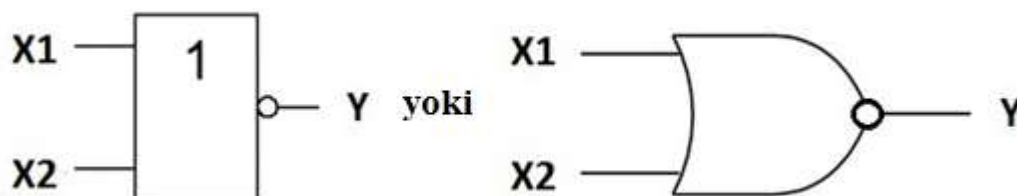
$$Y = \overline{X_1 \cdot X_2}$$

“2 VA-INKOR” MEning haqiqiylik jadvali

X_1	X_2	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

“YOKI-INKOR” mantiqiy elementi

“YOKI-INKOR” mantiqiy elementi kirishga berilayotgan axborotlarni mantiqiy qo‘shadi va so‘ngra natijani inkor etadi va chiqishga uzatadi. Boshqacha qilib aytganda, “YOKI” elementining “INKOR” elementini bilan to‘ldirilgan varinanti hisoblanadi (2.6 – rasm).



2.6–rasm. “2 YOKI-INKOR” MEning elektr sxemalardagi shartli belgilari

“2 YOKI- INKOR” MEning mantiqiy
algebraik funksiyasi:

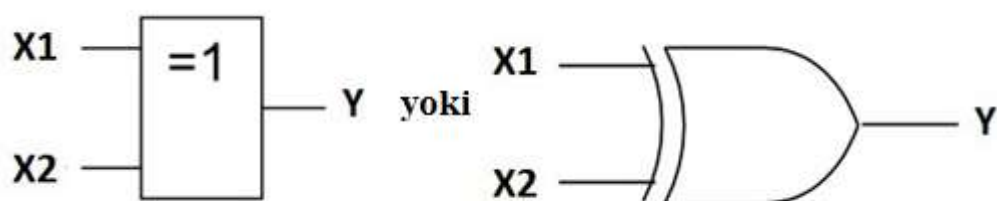
$$Y = \overline{X_1 + X_2}$$

“2 YOKI- INKOR” MEning
haqiqiylik jadvali

X_1	X_2	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

“YOKI-INKOR” mantiqiy elementining haqiqiylik jadvali “YOKI” mantiqiy elementi haqiqiylik jadvaliga teskari bo‘ladi. “YOKI-INKOR” mantiqiy elementi “Pirs strelkasi” deb ham ataladi. Bu mantiqiy element “YOKI” mantiqiy elementi kabi belgilanadi, faqat chiqishida doiracha qo‘yiladi.

“Istisnoli YOKI” mantiqiy elementi



2.7–rasm. “Istisnoli YOKI” MEning elektr sxemalardagi shartli belgilari

“Istisnoli YOKI” MEning mantiqiy algebraik funksiyasi:

$$Y = X_1 \oplus X_2$$

“Istisnoli YOKI” MEning haqiqiylik jadvali

X_1	X_2	U
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

“Istisnoli YOKI” – mantiqiy elementi, kirishga berilayotgan ma’lumotlar ustidan 2 moduli bo‘ymcha qo‘shish amalini bajaradi. Bunday sxemalarda odatda nazorat sxemalarida qo‘llaniladi (2.7–rasm).

Masalan, “Istisnoli YOKI” amalini bajarishda $x_1 \neq x_2$ bo‘lgandagi $u = 1$; $x_1 = x_2$ bo‘lgandagi $u = 0$ ikkita o‘zgaruvchi uchun tengsizlik signali paydo bo‘ladi.

Bu vaqtda, har bir ME o‘z funksiyasini bexato bajarishi va o‘zgartirishlarni buzilishlarsiz ta’minlashi kerak. Raqamli sxemalar va raqamli qurilmalarni tayyorlash, sozlash va ishlatish jarayonlarida MELarni har birini alohida moslashtirish va sozlash ta’qiqlangani sababli, MELarning o‘zi quyidagi fundamental xossalarga ega bo‘lishi lozim.

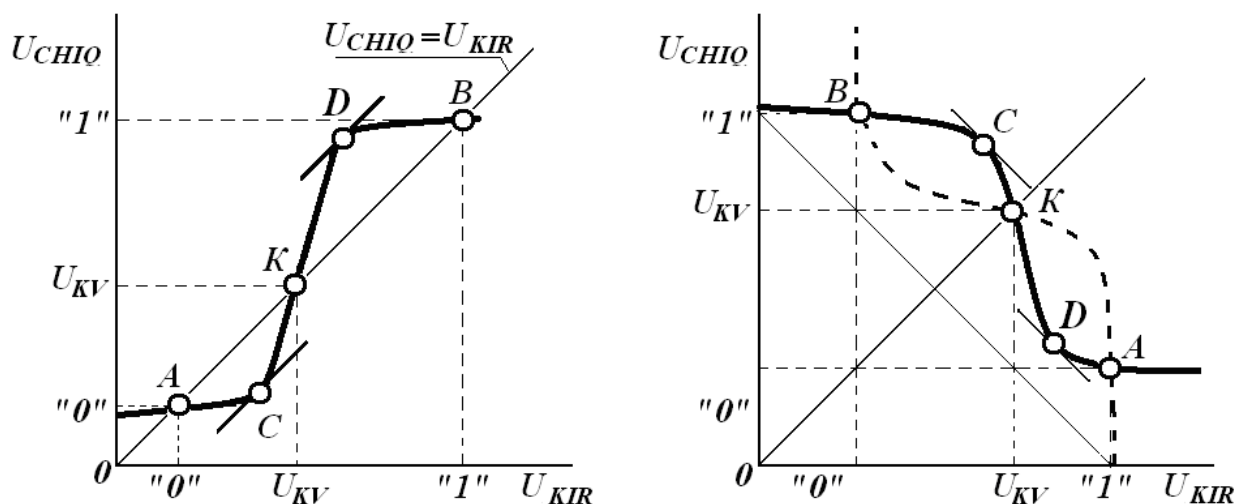
1. Kirish va chiqish bo‘yicha 0 va 1 signal sathlarining mosligi. Faqat bu shart bajarilganda zanjirning ishga layoqatligi sathlarni moslashtirish uchun maxsus elementlar qo‘llanmasdan amalga oshirilishi mumkin.

2.Kirish va chiqish bo'yicha yetarli yuklama qobiliyati. Bu shart, ME signallarni bir necha kirishlardan olganda va bir vaqtning o'zida bir necha MELarni boshqarishida lozim bo'ladi. MENing yuklama qobiliyati odatda chiqish bo'yicha tarmoqlanish koeffitsiyenti K_{TARM} va kirish bo'yicha birlashish koeffitsiyenti K_{BIRL} bilan ifodalanadi. K_{BIRL} ME kirishiga ulanishi mumkin bo'lgan bir turdagi MELar soniga, K_{TARM} esa element chiqishiga ulanishi mumkin bo'lgan bir turdagi MELar soniga teng. Bu vaqtda signal shakli va amplitudasi ME bexato ishini kafolatlashi kerak.

3.Signalni shakllantirish (kvantlash) qobiliyati. RIS ishlashi uchun, signal har bir MEDan o'tganda standart (asimptotik) amplituda va davomiylikka ega bo'lishi lozim.

4.Xalaqitbardoshlik. Xalaqitbardoshlik deganda MENing xalaqitlarga ta'sirchan emasligi tushuniladi. Bu vaqtda xalaqitlar ma'lum belgilangan darajadan ortmasligi kerak. Aks holda ME bir holatdan ikkinchisiga yolg'on asosda o'tishi mumkin.

MENi parametrlari va shakllantirish xossalari ularning statik va dinamik xarakteristikalaridan aniqlanadi.



2.8–rasm. MENing amplituda uzatish tasniflari

MEning asosiy statik tasnifi bo‘lib chiqish kuchlanishining kirish kuchlanishiga boligligi hisoblanadi. Bu xarakteristika **amplituda uzatish tasnifi** (AUT) deb ataladi. AUT ko‘rinishi MEda qo‘llanilgan elektron kalit turiga bog‘liq bo‘ladi. Kichik qirish signallariga yuqori chiqish signallari mos keladigan element, **inverslaydigan**, kichik kirish signallariga kichik chiqish signallari mos keladigan element - **inverslamaydigan (bufer)** deb ataladi. Tasniflarning ikkila turi 2.8–rasmda keltirilgan.

Normativ – texnik xujjatlarda barcha raqamli integral sxemalar turlari uchun quyidagi yagona **statik parametrlar** tizimi va ularni aniqlash qoidalari o‘rnatilgan:

- mantiqiy 0 va mantiqiy 1 chiqish va kirish kuchlanishlari (U^0, U^1);
- mantiqiy 0 va mantiqiy 1 chiqish va kirish bo‘zag‘aviy kuchlanishlari ($U^0_{BO'S}, U^1_{BO'S}$);
- mantiqiy 0 va mantiqiy 1 chiqish va kirish toklari ($I^0_{KIR}, I^1_{KIR}, I^0_{CHIQ}, I^1_{CHIQ}$);
- mantiqiy 0 va mantiqiy 1 holatlardagi iste‘mol toklari (I^0_{IST}, I^1_{IST});
- iste‘mol quvvati (R_{IST});
- mantiqiy 0 ga o‘zgarish soha bo‘zag‘asi ($U^0_{BO'S}$);
- mantiqiy 1 gao‘zgarish soha bo‘zag‘asi ($U^1_{BO'S}$);
- minimal mantiqiy o‘zgarish ($U_{MO} = U^1 - U^0$).

Bundan tashqari, statik parametrlarga mantiqiy 0 va mantiqiy 1 larning xalaqitbardoshligi, hamda kirish bo‘yicha birlashish koeffisiyenti K_{BIRL} va chiqish bo‘yicha tarmoqlanish koeffisiyenti K_{TARM} ham kiradi.

MElarning asosiy **dinamik parametrlariga**, kirish va chiqish impulslari ossilogrammalaridan aniqlanadigan quyidagi parametrlar kiradi:

- $t^{1,0}$ – mantiqiy 1 holatidan mantiqiy 0 holatiga o‘zgarish vaqti;
- $t^{0,1}$ – mantiqiy 0 holatidan mantiqiy 1 holatiga o‘zgarish vaqti;
- $t_{kech}^{1,0}$ – ulanishni kechikish vaqti – kirish impulsining 0,1 va chiqish impulsining 0,9 sathlari bilan aniqlangan vaqt intervali;
- $t_{kech}^{0,1}$ – uzilishni kechikish vaqti – kirish impulsining 0,9 va chiqish impulsining 0,1 sathlari bilan aniqlangan vaqt intervali;

$t_{tarq.kech}^{1,0}$ – ulanganda signal tarqalishini kechikish vaqti – kirish va chiqish impulslarining 0,5 sathlari bilan aniqlangan vaqt intervali;

$t_{tarq.kech}^{0,1}$ – uzilganda signal tarqalishini kechikish vaqti – kirish va chiqish impulslarining 0,5 sathlari bilan aniqlangan vaqt intervali.

Ketma – ket ulangan MELar signallarini vaqt bo'yicha kechikishi hisoblanganda signal tarqalishining o'rtacha kechikishi ishlatiladi (ma'lumotnomalarda keltiriladi)

$$\tau_{tarq.o'rt.kech} = 0,5(t_{tarq.kech}^{0,1} + t_{tarq.kech}^{1,0})$$

MELarning *integral parametrlar* texnologiya va sxemotexnikaning rivojlanish darajasini aks etadi. Asosiy integral parametrlar bo'lib ulanish ishi A_{UL} va integrasiya darajasi N hisoblanadi.

Qayta ulanish ishi o'rtacha iste'mol quvvatini o'rtacha qayta ulanish vaqtiga ko'paytmasi orqali aniqlanadi

$$A_{QU} = P_{IST} \cdot \tau_{tarq.o'rt.kech} \cdot$$

Texnologiyaning rivojlanish darajasiga ko'ra qayta ulanish ishi har o'n yilda bir yarim darajaga kamayib bormoqda. Shu sababli bu parametrdan integral sxema turlarini solishtirishda foydalanish mumkin. Masalan, bir xil $A_{QU} = \text{const}$ da element yoki yuqori iste'mol quvvatida yuqori tezkorlikka, yoki, aksincha, yetarlicha kichik tezkorlikda juda kichik iste'mol quvvatiga ega bo'ladi.

2.5. Asos (basis) mantiqiy elementlari

Malumki, YOKI, VA, INKOR sodda mantiqiy funksiyalar birligi funksional to'liq tizim (basis)ni ifodalaydi, ya'ni mazkur funksiyalar yordamida ixtiyoriy murakkablikdagi mantiqiy funksiyalarni yozish mumkin. Bunday amallar MELar tomonidan mantiq algebrasi aksiomalariga mos holda amalga oshiriladi. MELar fizik jihatdan elektr kalit sxemalari yoki diodlar va tranzistorlarni qo'llagan holda elektron sxemalarda yasalishi mumkin.

VA-INKOR va YOKI-INKOR MELari alohida e'tiborga loyiq bo'lib, ularning ikkita o'zgaruvchilar uchun ifodalari quyidagi ko'rinishda keltiriladi:

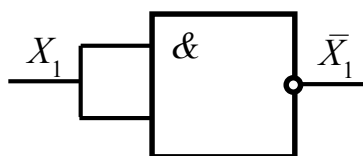
$$\text{VA-INKOR funksiyasi} - Y_{VA-INKOR} = \overline{X_1 \cdot X_2};$$

$$\text{YOKI-INKOR funksiyasi} - Y_{YOKI-INKOR} = \overline{X_1 + X_2}.$$

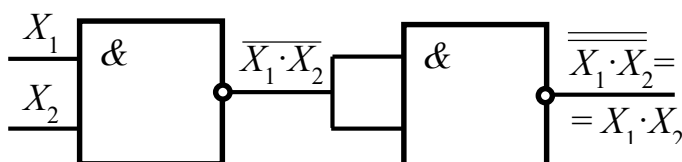
Bir xil VA-INKOR (YOKI-INKOR) MELari to'plami yordamida VA, YOKI, INKOR funksiyalarini amalga oshirish mumkinligini isbotlash mumkin. Demak, har bir shunday to'plam asos (bazis) hisoblanadi.

VA-INKOR funksiyasi Sheffer funksiyasi (Sheffer shtrixi) deb ataladi va $u=x_1|x_2$ ko'rinishda ifodalanadi, YOKI-INKOR funksiyasi esa Pirs funksiyasi (Pirs strelkasi) deb ataladi va $u=x_1 \uparrow x_2$ ko'rinishda ifodalanadi. Demak, VA-INKOR bazisi *Sheffer bazisi*, YOKI-INKOR bazisi esa *Pirs bazisi* deb ataladi.

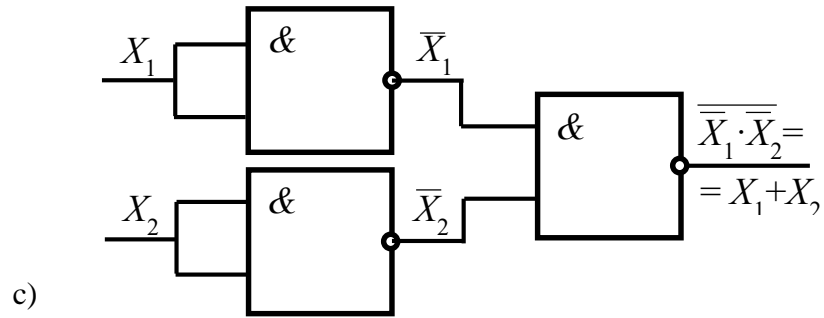
VA-INKOR(YOKI-INKOR) bazislarida amalga oshirilgan mantiqiy qurilmalar YOKI, VA, INKOR bazisida amalga oshirilgan qurilmalardan bir muncha afzalliklarga ega. Hususan, elementlar nomenklaturasi bitta elementgacha qisqartiriladi, demak qurilmani komponovka qilish va ta'mirlash soddalashadi; har bir elementda invertorning (kuchaytirgichning) mavjudligi tufayli potentsiallar so'nishi kompensasiyalanadi, ya'ni bir nechta ketma-ket ulangan elementlarda o'tganda signal so'nmaydi (ya'ni sathlar o'zgarmaydi). Bundan tashqari, inverter elementning yuklama qobiliyatini oshiradi.



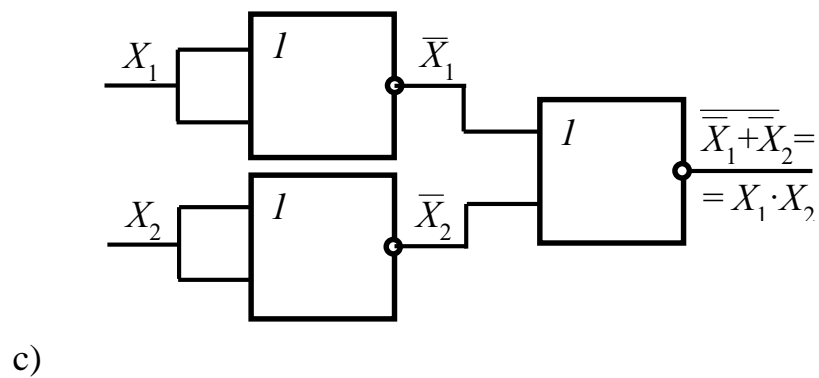
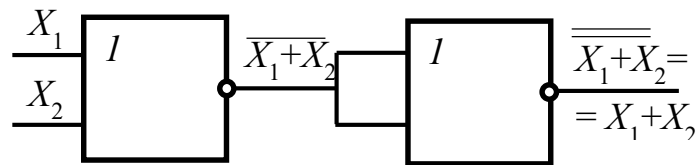
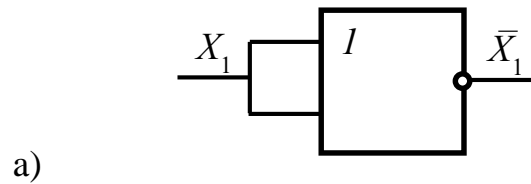
a)



b)



2.9–rasm. VA-INKOR ME asosida mantiq algebrasining INKOR (a), VA (b) va YOKI (c) amallarini bajarish



2.10–rasm. YOKI-INKOR ME asosida mantiq algebrasining INKOR (a), YOKI (b) va VA (c) amallarini bajarish

2.6. Mantiqiy elementlarni ishlab chiqarish texnologiyalari

MELar sanoatda murakkablik darajasiga ko'ra turli seriyalar ko'rinishida ishlab chiqariladi. Seriya deganda, turli funksiyalar bajara oladigan, yagona konstruktiv – texnologik usulda bajarilgan va birgalikda ishlashga mo'ljallangan IMS majmuiga aytiladi. Shundayligiga qaramasdan, har bir seriyada ushbu seriyadagi boshqa sxemalarga asos hisoblanadigan negiz MELar (invertorlar, VA-INKOR ME, YOKI-INKOR ME, triggerlar, hisoblagichlar, registrlar va x.z.) mavjud.

Hozirgi vaqtda raqamli ISlarni loyihalashda quyidagi negiz MELar keng qo'llaniladi: tranzistor – tranzistorli mantiq; emitterlari bog'langan mantiq; integral–injeksion mantiq; bir turdagi MDYA – tranzistorli mantiq; komplementar MDYA–tranzistorli mantiq.

Negiz MELarning sxema variantlarini *tranzistorli mantiqlar* deb atash qabul qilingan. Mantiq turi qo'llanilgan elektron kalit va elementlar orasida o'rnatilgan bog'liqlik bilan aniqlanadi. Sanab o'tilgan MELarning hech biri tezkorlik, iste'mol quvvati, joylanish zichligi va texnologikligi bilan sxemotexnikaning barcha talabalariga to'liq javob bera olmaydi. Shuning uchun IS ishlab chiqarishda u yoki bu negiz sxemani tanlash buyurtmachining texnik talabalari va ishlatish sharoitlariga bog'liq.

Shu bilan birga mantiqiy elementlarni ishlab chiqarish texnologiyalarining xar biri o'z yutuq va kamchiliklariga ega.

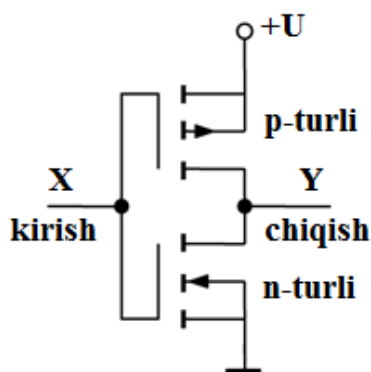
Masalan:

- MDYa- tranzistorlarga asoslangan texnologiyalar (n -MDYa, p -MDYa, KMDYa)da bajarilgan elementlar kristalda joylashgan elementlar zichligini yuqoriligi, kam quvvat talabligi, narhining arzonligi bilan xarakterlanadi, lekin tashqi tasirlarga o'ta ta'sirchan, nisbatan tezkorligi past (2.11–rasm);

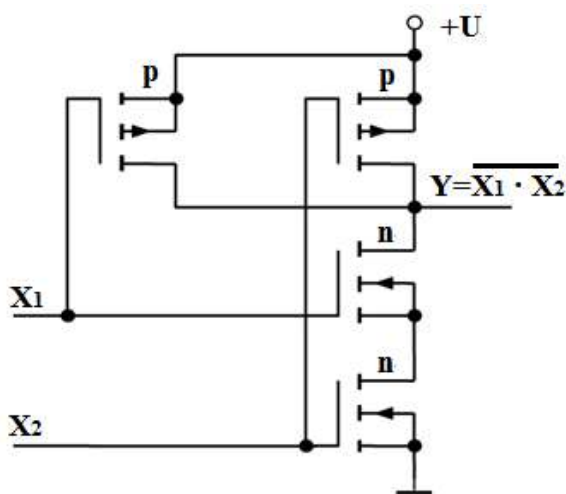
- bipolyar tranzistorlarga asoslangan texnologiyalar (DTM, TTM, TTMSH, EBM, I²M) da bajarilgan elementlar o'ta tezkorligi va ishonchli ishlashi bilan

xarakterlanadi, lekin elementlar zichligi kam va ko'p energiya talab qilinadi, tan narxi qimmat (22.12–rasm);

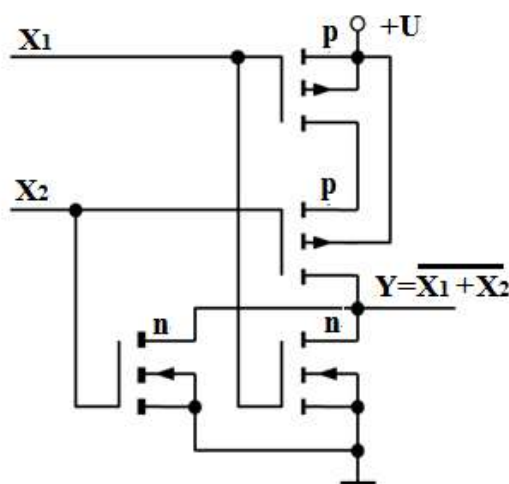
- integral-injeksion texnologiya (I^2M) da bajarilgan elementlar yuqoridagi ikki texnologiya orasidagi ko'rsatkichlarga ega (2.13–rasm).



a)

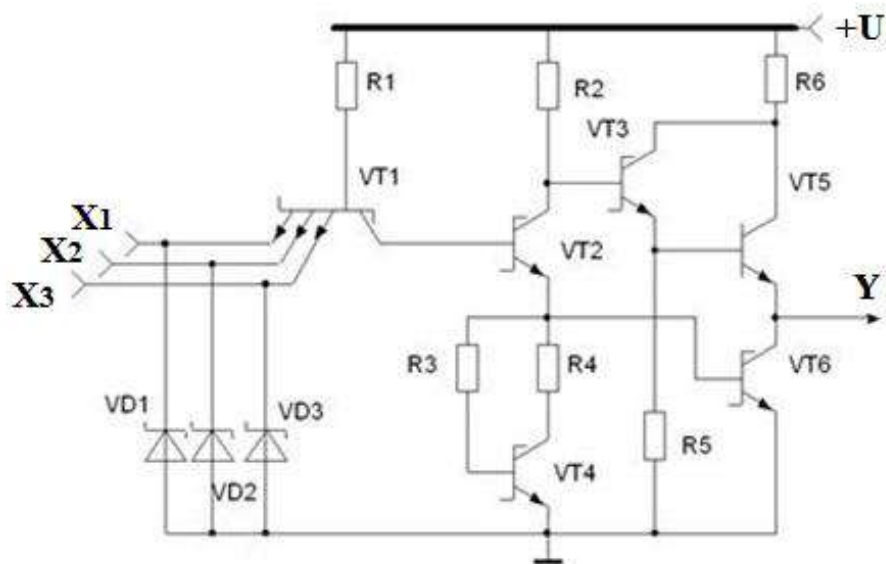


b)

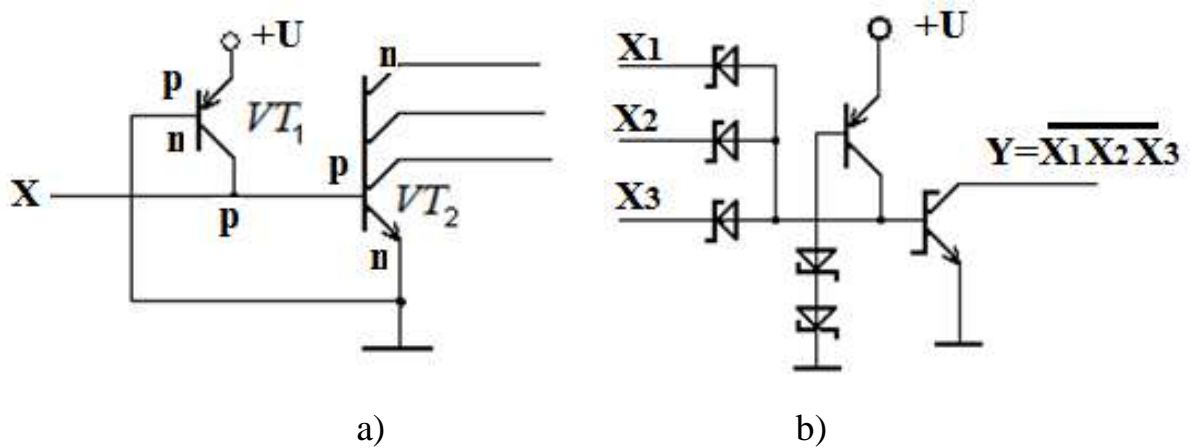


c)

2.11–rasm. KMDYa texnologiyada bajarilgan:
a) «INKOR»; b) «VA»; c) «YOKI» mantiqiy elementlari sxemalari



2.12–rasm. TTMSH texnologiyada bajarilgan «3 VA-INKOR» ME sxemasi



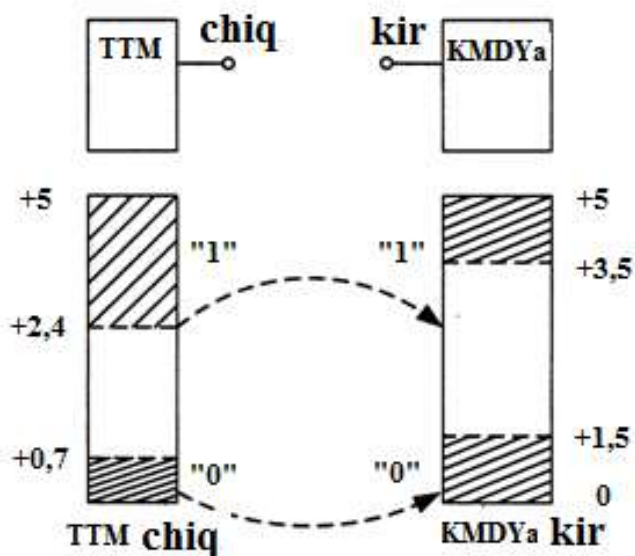
2.13–rasm. I²M texnologiyada bajarilgan a) «INKOR»; b) «VA-INKOR» mantiqiy elementlari sxemalari

Yuqorida aytib o‘tilganidek, bitta mantiqiy amalni ham TTM, ham EBM va KMDYa-elementlarda bajarish mumkin. Agar yuqori tezkorlik talab etilmasa, lekin iste’mol qilinayotgan quvvat bo‘yicha qattiq shartlar qo‘yilsa, u holda KMDYa-qurilmalarni qo‘llagan ma’qul. O‘rta va yuqori tezkorlikka ega bo‘lgan tugunlar uchun TTMSH, o‘ta yuqori chastotali uskunalarda esa yuqori quvvat iste’molidan qat’iy nazar EBM-elementlarni o‘rnatish lozim.

Raqamli qurilmalarda bir vaqtning o‘zida ham tez, ham sekin o‘zgaruvchan signallarga ishlov beriladi, shuning uchun bunday hollarda tugunlarning bir qismini KMDYa-elementlarda, kolganlarini esa TTMSH yoki boshqa elementlarda bajarish

maqsadga muvofiqdir. Ammo, bunda bunday ventillarni bir-biri bilan muvofiqlashtirish muammosi yuzaga keladi.

Muvofiqlashtirish masalalarini ikkita jihatda qarash lozim: kuchlanish va tok bo'yicha muvofiqlashtirish. Qator holatlarda, xususan, turli ventillardagi kirish va chiqishdagi signallari sathlari bir-biriga yaqin bo'lsa, ularni biror qo'shimcha elementlarsiz birgalikda ishlatish mumkin. Boshqa vaziyatlarda birlashtirilayotgan elementlarning chiqishi va kirishidagi kuchlanish sathlari toklarini moslashtiruvchi maxsus muvofiqlashtirish qurilmalari talab etiladi.



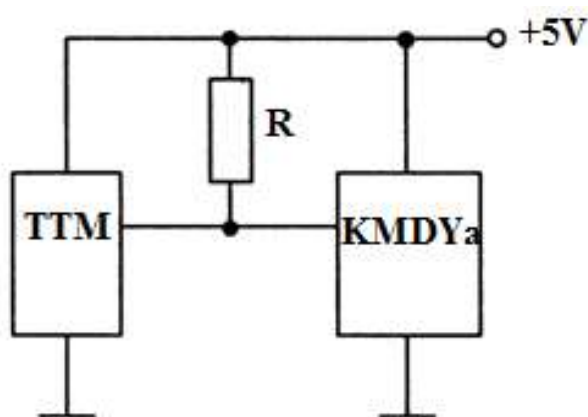
2.14–rasm. TTM- va KMDYa-ventillarning kirishi va chiqishidagi signallar diagrammasi

TTM ventilni KMDYa MEda ishlashini ta'minlash mumkinligini ko'rib chiqamiz, bunda ikkala sxema yagona kuchlanish manbaidan manbalanadilar (+5V). Vaziyatni tahlil qilish uchun 2.14–rasmda keltirilgan diagrammani qo'llagan ma'qul. Bu yerda TTM-chiqishi hamda KMDYa-ventil kirishidagi mantiqiy nol va bir sathlarining moslik zonalari shtrixlangan.

Kuchlanish qiymatlarini taqqoslashdan shu kelib chiqadi-ki, TTM-ventili tomonidan shakllantirilayotgan mantiqiy nol signali KMDYa ME kirishi bilan bir xil qabul qilinadi. Bunda TTM-ventildagi maksimal tok qiymati 16 mAni tashkil etadi; KMDYa-tuzilma chiqishidagi toklarni esa nolga teng deb hisoblash mumkin.

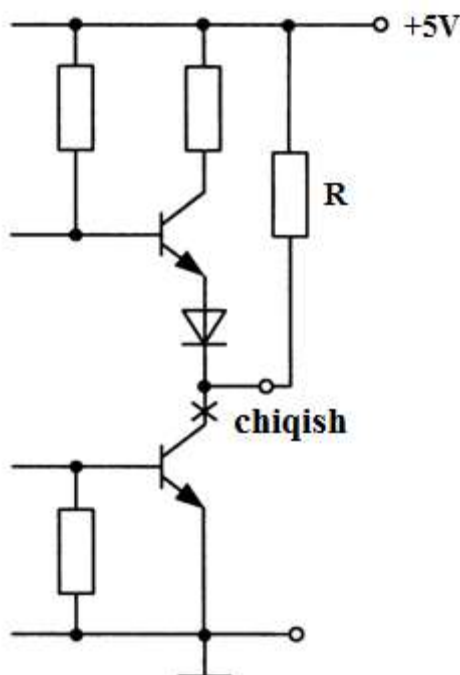
Shunday qilib, mazkur vaziyatda tok va kuchlanish bo‘yicha holatlar muvofiqligi ta’minlanadi.

Agar TTM-ventil chiqishida mantiqiy bir signal shakllansa, u holda tok bo‘yicha moslik ta’minlanadi, ammo mantiqiy birning sathi KMDYA-element kirishida mantiqiy bir kabi qabul qilinmaydi. Demak, bu kuchlanish qiymatini sun’iy ravishda mos keladigan qiymatgacha ko‘tarish talab etiladi.



2.15–rasm. Yagona kuchlanish manбайдan ta’minlanadigan TTM va KMDYA MElarning muvofiqlashtirish usuli

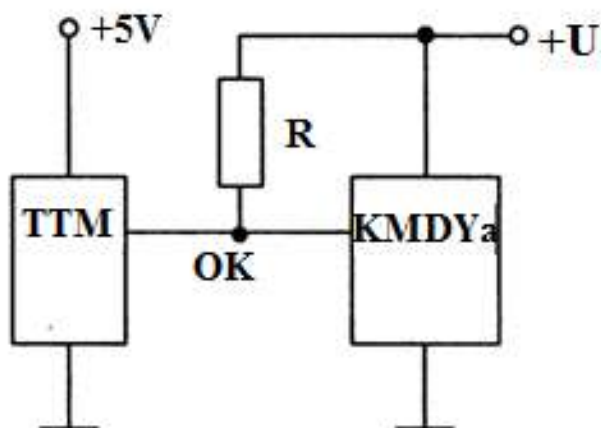
Buning uchun ME chiqishi va kuchlanish manbaining musbat qutbi orasiga qiymati 1 kOm bo‘lgan tashqi rezistor R ni o‘rnatish lozim (2.15–rasm). Rezistorning harakati (yuklama mavjud bo‘lmaganda) faol chiqish kaskadiga ega TTM-ventilning yuqorisidagi tanzistorning emitter zanjiridagi diodni berkilishiga olib keladi. Buning uchun uning katodiga kuchlanish manбайдan musbat potensial beriladi (2.16–rasm).



2.16-rasm. TTM-ventil chiqishidagi mantiqiy nol sathini ko‘tarish usuli

Vaziyat pastki yelkadagi berk tranzistorining ochiq kollektor chiqishidagi ventilda kuzatiladigan holatga o‘xshash. Umuman olganda, mantiqiy bir sathi yuklama tokiga bog‘liq bo‘ladi, ammo KMDYa-ventil kirishidagi toklarning mavjud emasligi tufayli bu jihat sezilarli rol o‘ynamaydi.

Ochiq kollektorli va yuqori kuchlanishli chiqish tranzistorlariga ega TTM-elementlarining qo‘llanilishi TTM- va MDYa-ventillarni muvofiqlashtirishga imkon beradi. Bunda ular turli kuchlanishga ega manbalardan manba olishlari mumkin. Sxemalarni muvofiqlashtirishning bir usuli 2.17–rasmda keltirilgan.

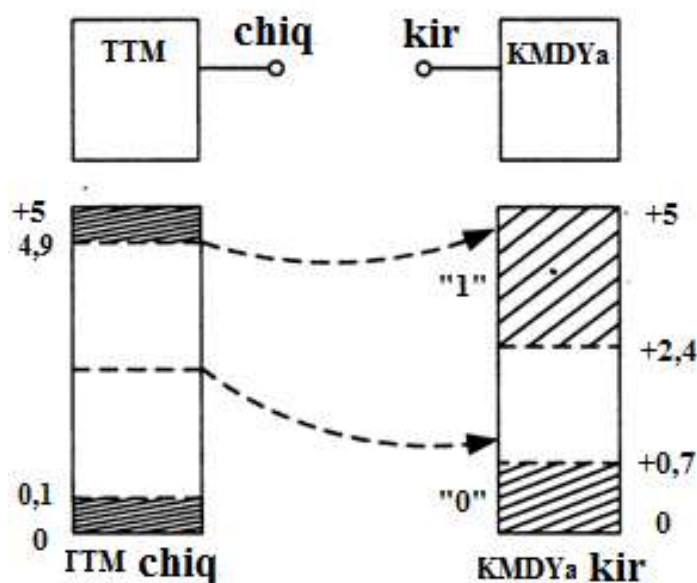


2.17–rasm. Turli kuchlanish manbalarida ishlaydigan TTM- va KMDYA-elementlarni muvofiqlashtirish

Bir qator holatlarda TTM-ventilni KMDYa ME yordamida boshqarish ehtiyoji yuzaga keladi. Bunda ular yagona yoki turli manbalardan ishlashlari mumkin.

KMDYa-ventilning chiqishidagi mantiqiy bir va nolga mos kuchlanishlari TTM ME kirishidagi signallarning mos zonalariga kelib tushadi. Ammo bunday sathga ega chiqishdagi kuchlanish qiymatlari KMDYa-ventil tomonidan yuklama toki 0,1 mA tartibida bo‘lganda ta’minlanadi.

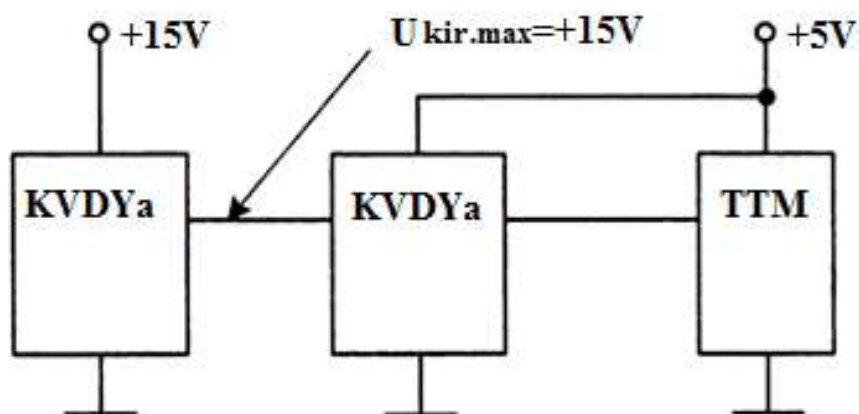
Mantiqiy bir holatida toklar bo‘yicha muvofiqlashtirishda muammo kuzatilmaydi, chunki TTM MEning kirishidagi tok 0,04 mAdan oshmaydi. Ammo, oddiy KMDYa-ventil chiqishida TTM ME uchun mantiqiy nol sathiga mos keladigan signal shakllantirib bo‘lmaydi, chunki uning kirish toki 1 mAni tashkil etadi, kuchlanishi esa 0,7 Vdan oshmasligi lozim. KMDYa-ventil bunday tokni ta’minlay oladi, ammo bunda uning chiqish kaskadi o‘ta yuklanish bilan ishlaydi va chiqishdagi kuchlanish qiymati TTM-ventil tomonidan mantiqiy nol sifatida qabul qilinayotgan sathdan katta bo‘ladi.



2.18–rasm. TTM- va KMDYa-ventillarning kirishi va chiqishidagi signallari diagrammasi

Mazkur muammoni bir nechta sinxron ishlayotgan KMDYa-elementlarni parallel ulash yo‘li bilan hal qilish mukmin. Chiqishdagi natijaviy tok ularning soniga proporsional ravishda ortadi. Ammo, bunda katta miqdordagi ventillar talab etiladi, ular qayta ulanish vaqtida turlicha kechikishga ega bo‘lib, sizish toklarini yuzaga keltiradi va qurilma ishining ishonchliligini pasayishiga olib keladi. Shuning uchun raqamli mikrosxemalarning KMDYa-seriyasi tarkibiga quvvati yuqori bo‘lgan chiqish kaskadidan tashkil topgan maxsus muvofiqlashtiruvchi elementlar kiritiladi. Ular bitta kirishga ega bo‘lgan TTM ME bilan ishlashni ta‘minlashga qodir.

Agar KMDYa-ventillar kuchlanish qiymati 5 Vdan yuqori bo‘lgan manbadan ta‘minlansalar, u holda KMDYa-mikrosxemalar chiqishidagi sathlarni TTMning kirishidagi sath qiymatlariga keltirish talab etiladi. Demak, 2.19–rasmda ko‘rsatilgani kabi qo‘shimcha KMDYa-ventillarni qo‘llash mumkin. Ammo, bu maqsadga erishish uchun standart diodli himoya elementlarini qo‘llash mumkin emas. Mazkur vaziyatlarda himoya sxemalari, o‘zgartirilgan maxsus ventillar qo‘llaniladi. Ular kirishga manba kuchlanishi qiymatidan katta boshqaruv signallari berilish imkonini beradilar.



2.19–rasm. Kuchlanish manbai qiymatlari turlicha bo‘lgan holatda KMDYa va TTM MElarini muvofiqlashtirish usuli

MDYa-tranzistorlarning yasash texnologiyasining takomillashtirishi, xususan, ularning o'lchamlarining kichrayishi, boshqa geometriyaning qo'llanilishi, yangi sxemotexnik yechimlarning ishlatilishi yangi sinfga mansub bo'lgan tezkor KMDYa raqamli MElar va ular asosidagi sxemalarni yaratish imkonini berdi. Kremniy polikristallidan yasalgan zatvorlarning qo'llanilishi MTlarning bo'sag'aviy kuchlanish qiymatlarini kichraytirishga, ularning uzilmalarini takomillashtirish esa - ochiq holatida kanal qarshiligi kichik bo'lgan elementlarni yaratish imkonini berdi. Bu o'z navbatida KMDYa MElarning tezkorligi va yuklama qobiliyatining ortishiga olib keldi.

Raqamli qurilmalar yordamida yechiladigan masalalarning murakkabligining ortishi ularning tuzilmalarini mukrakkablashishiga olib keladi, jumladan, mos tugunlarni amalga oshirish uchun talab etilayotgan MElar sonini ortishiga. Bunday qurilmalarning yuqori darajadagi ishonchliligini ta'minlash maqsadida bosma platadagi elementlar orasidagi bog'lanishlar sonini, ya'ni bitta kristallda joylashgan tugunlar sonini kamaytirish lozim. Buning uchun ventildagi tranzistorlar va boshqa elementlarning o'lchamlarini kichraytirish va ularning quvvat iste'molini kamaytirish orqali yechish mumkin. Shunda tugunda sochilayotgan quvvat churada belgilangan qiymatdan oshmaydi.

Bunga bir tomondan KMDYa-tuzilmalarni qo'llash, boshqa tomondan esa bunday qurilmalarning iste'mol qilayotgan kuchlanishini kamaytirish orqali erishish mumkin. Natijada funksional tugallangan (yakunlangan) murakkab raqamli tugunlar yuzaga keldi, ular 3,3 V, 2,8 V va undan kichik kuchlanish manbaida ishlaydigan integral texnologiya usulida bajarilgan MElarning majmuasidan tashkil topadi. Ammo, qator holatlarda bunday qurilmalarning chiqishidagi signallarni qo'shimcha qayta ishlash talab etiladi, bu esa 5V manbada ishlaydigan standart mantiq elementlari yordamida amalga oshiriladi. Ularning mutanosibligini ta'minlash maqsadida past kuchlanishli ventilning chiqish kaskadlari, chiqishidagi mantiqiy bir qiymati 2,4 Vdan kichik bo'lgan modifikasiyalangan sxemalar bo'yicha tuziladi. Bu qiymat esa TTM- va TTMSH-mantiq uchun standart hisoblanadi.

Nazorat savollari

1. Raqamlarni bir sanoq tizimidan ikkinchisiga o'tkazish qanday amalga oshiriladi?
2. Mantiq algebrasidagi *Bul* konstantasi va o'zgaruvchisi deb nimaga aytiladi?
3. *Bul* algebrasining asosiy amallarini sanab bering. Ular haqiqiylik jadvallari va algebraik ifodalar orqali qanday ifodalanadi?
4. Mantiq algebrasi funksiyalari ishiga so'z bilan; haqiqiylik jadvali yordamida; algebraik ifodalar yordamida misollar keltiring.
5. Qanday amal funksiya superpozitsiyasi deb ataladi?
6. Funktsional to'liq majmua deb nimaga aytiladi?
7. Raqamli tizimlarda qanday fizik kattalik mantiqiy o'zgaruvchilarning mumkin bo'lgan qiymatlari bilan namoyon qilinadi?
8. *ME*ning uzatish tasnifi deb nimaga aytiladi ?
9. Uzatish xarakteristikalarining qanday turlarini bilasiz?
10. Mantiqiy o'zgaruvchilarning statik parametrlarini aytib bering.
11. Mantiqiy o'zgaruvchilarning dinamik parametrlarini aytib bering.
12. Asos (bazis) mantiqiy elementlar deb nimaga aytiladi ?
13. Mantiqiy elementlarni ishlab chiqarishni qanday texnologiyalarini bilasiz?
14. Mantiqiy elementlarni ishlab chiqarishni texnologiyalarini qiyosiy tahlil qiling.

3. MANTIQUIY ELEMENTLAR ASOSIDA TURLI QURILMALARNI LOYIHALASH

3.1. Mantiqiy elementlar asosida kombinasion qurilmalarni loyihalash

Raqamli (mantiqiy) elektron qurilmalar turli belgilariga ko‘ra sinflanishlari mumkin. Ishlash prinsipiga ko‘ra barcha MELar ikki sinfga bo‘linadilar: kombinasion va ketma-ketli.

Kombinasion qurilmalar yoki avtomatlar deb, chiqish signallari kirish o‘zgaruvchilari kombinasiyasi bilan belgilanadigan, ikkita vaqt momentiga ega bo‘lgan, *xotirasiz* mantiqiy qurilmalarga aytiladi. Kombinasion qurilmalar yoki VA-INKOR, YOKI-INKOR va boshqa alohida elementlar yordamida, yoki o‘rta integral sxemalar, yoki katta va o‘ta katta integral sxemalar tarkibiga kiruvchi integral sxemalar lar ko‘rinishda tayyorlanadi. Mazkur va keyingi boblarda faqat kombinasion MELarni ko‘rib chiqamiz.

3.1.1. Jamlagichlar va yarimjamlagichlar, ularni loyihalash

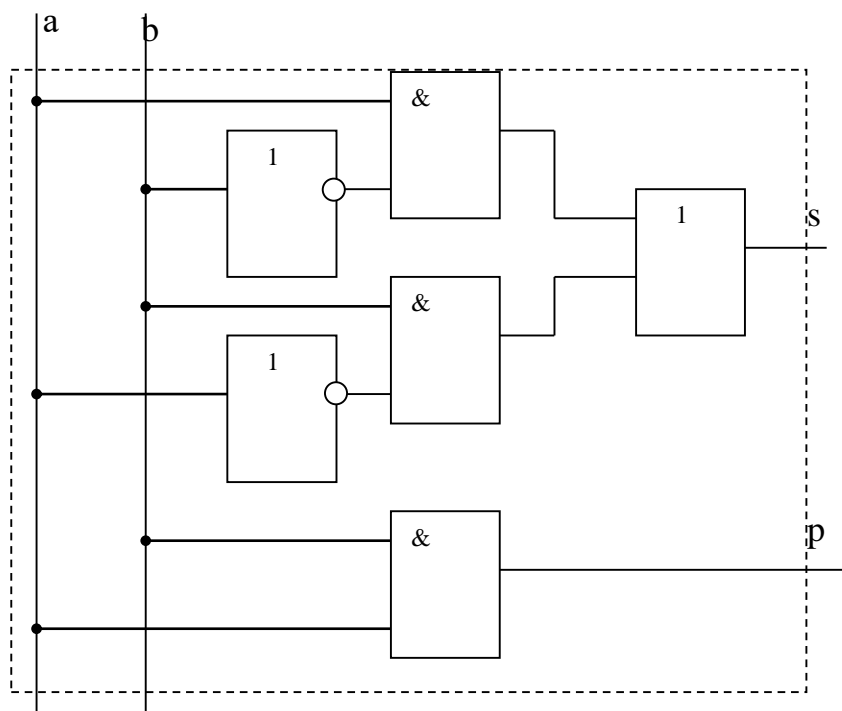
Raqamli xisoblash texnikasining asosiy qurilmalaridan biri – *jamlagich*dir. Bir razryadli ikkilik sonlarni qo‘shish uchun qo‘llaniladigan «Yarim jamlagich» sxemasini loyihalash jarayonini ko‘rib chiqamiz:

Berilgan “a” hamda “b” bir razryadli ikkilik sonlarni qo‘shish natijasida “s” - yig‘indi razryadi va “r”- o‘tish razryadi xosil bo‘ladi.

“a” va “b” bir razryadli qo‘shiluvchilardan faqat bittasi «1» ga teng bo‘lsa, yig‘indi razryadi $s=1$ bo‘ladi va “a” va “b” bir vaqtda «1» ga teng bo‘lgandagina $p=1$ bo‘ladi. Shu holatlar uchun mantiqiy funksiyalar quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$S = a \cdot \bar{b} + \bar{a} \cdot b, \quad P = a \cdot b.$$

Bir razryadli yarimjamlagich sxemasini shu ifodalarga mos ravishda mantiqiy elementlar asosida qurish mumkin.



3.1–rasm. Bir razryadli yarimjamlagich sxemasi

3.1.2. Solishtirish sxemalarini loyihalash

Ikkita 2 razryadli ikkilik sonlarni solishtirish vazifasini bajaruvchi qurilmani yaratish bilan bog‘liq masalani ko‘rib chiqamiz:

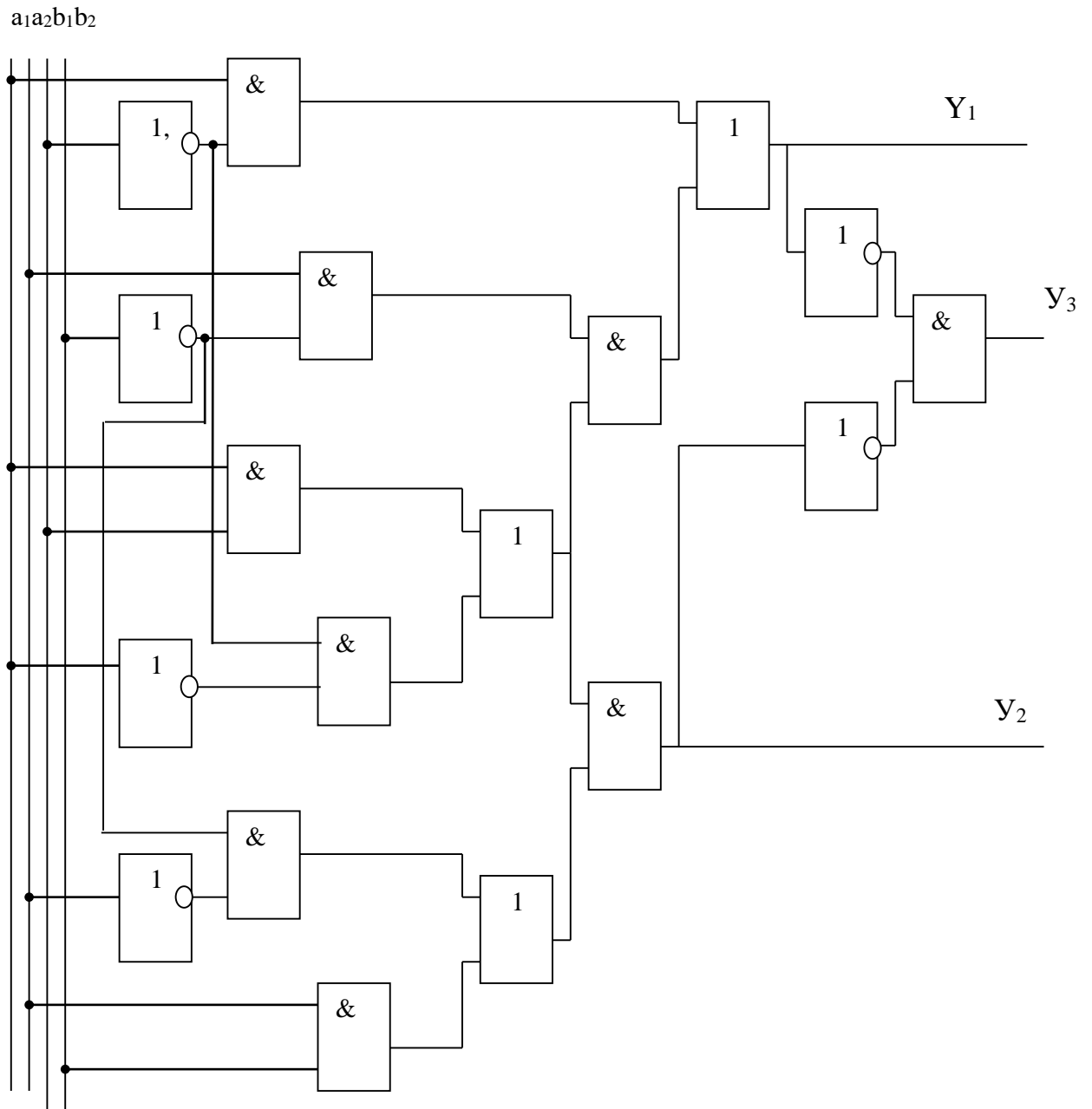
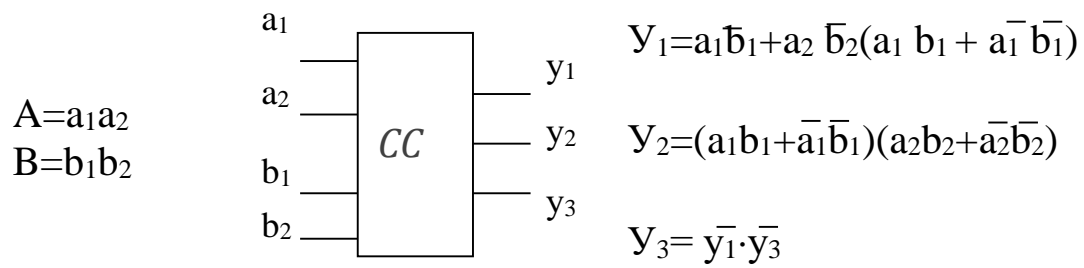
$A=a_1a_2$ va $B=b_1b_2$ – ikki razryadli sonlar.

Shunday solishtirish sxemasi (SS)ni yaratish kerakki u 4 ta kirishga (a_1, a_2, b_1, b_2), hamda 3 ta chiqishga (Y_1, Y_2, Y_3) ega bo‘lsin.

Bu sxemaning chiqishlari quyidagi shartlarni iqanoatlantirsin: $Y_1=1$ bo‘lsin, agar $A>B$ bo‘lsa, $Y_2=1$ bo‘lsin, agar $A=B$ bo‘lsa va $Y_3=1$ bo‘lsin, agar $A<B$ bo‘lsa.

Bu shartlarga mos mantiqiy funksiyalar asosida solishtirish sxemasini qurish mumkin.

3.2–rasmda ikkita ikki razryadli ikkilik sonlarni solishtirish vazifasini bajaruvchi qurilmaning sxemasi keltirilgan.



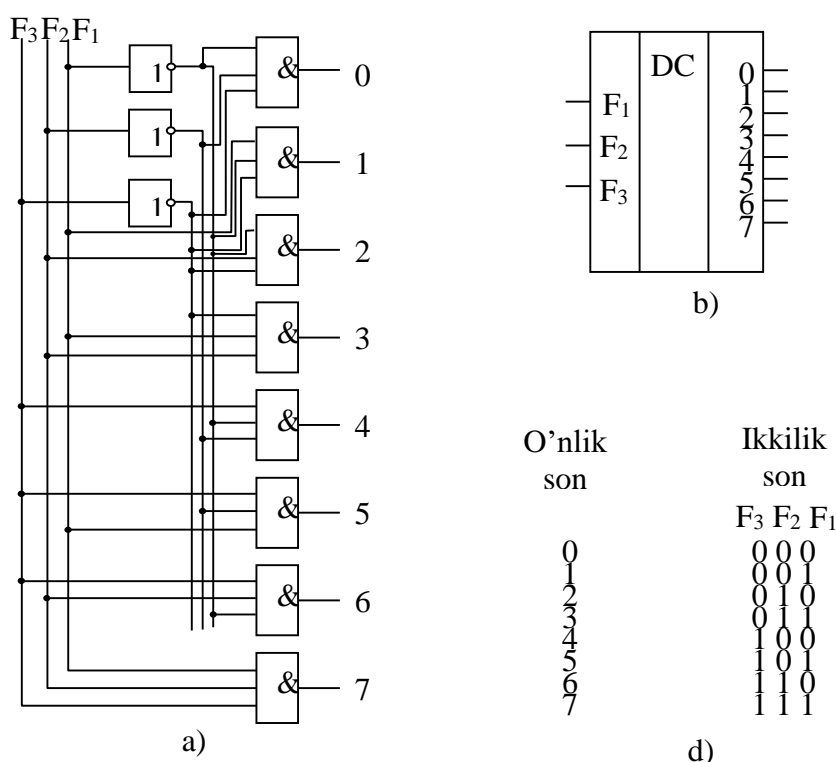
3.2–rasm. Ikkita ikki razryadli ikkilik (binar) sonlarni solishtirish sxemasi

3.1.3. Shifradorlar va deshifradorlar

Shifradorlar va deshifradorlar raqamli kodlarni o‘zgartirish uchun xizmat qiladi.

Deshifrador n kirishga va 2^n chiqishga ega bo‘lgan kombinasion qurilma bo‘lib, kirishdagi har bir kod kombinasiyasiga mos ravishda chiqishlardan faqat bittasida «1» signali hosil bo‘ladi.

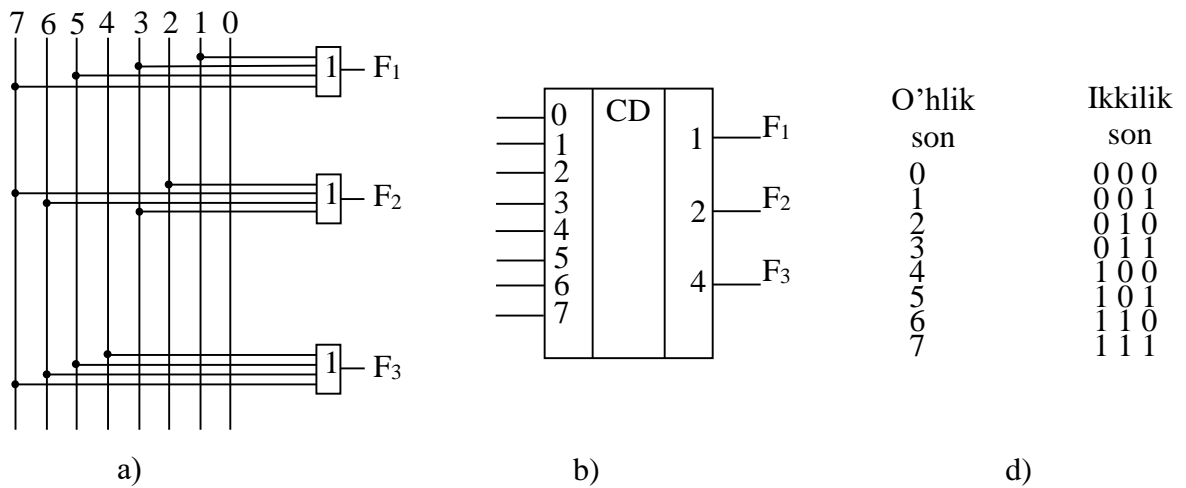
Deshifradorlarning bir pog‘onali yoki parallel (eng tez turi), piramidal va ko‘p pog‘onali turlari mavjud.



3.3–rasm. Deshifrador a) prinsipial sxemasi, b) sxematik belgisi, d) kodlar jadvali

Shifrador – deshifratorga nisbatan teskari funksiyani bajarish uchun xizmat qiladi, yani xar bir aktiv kirishga shifrador chiqishida mos kod xosil qilinadi.

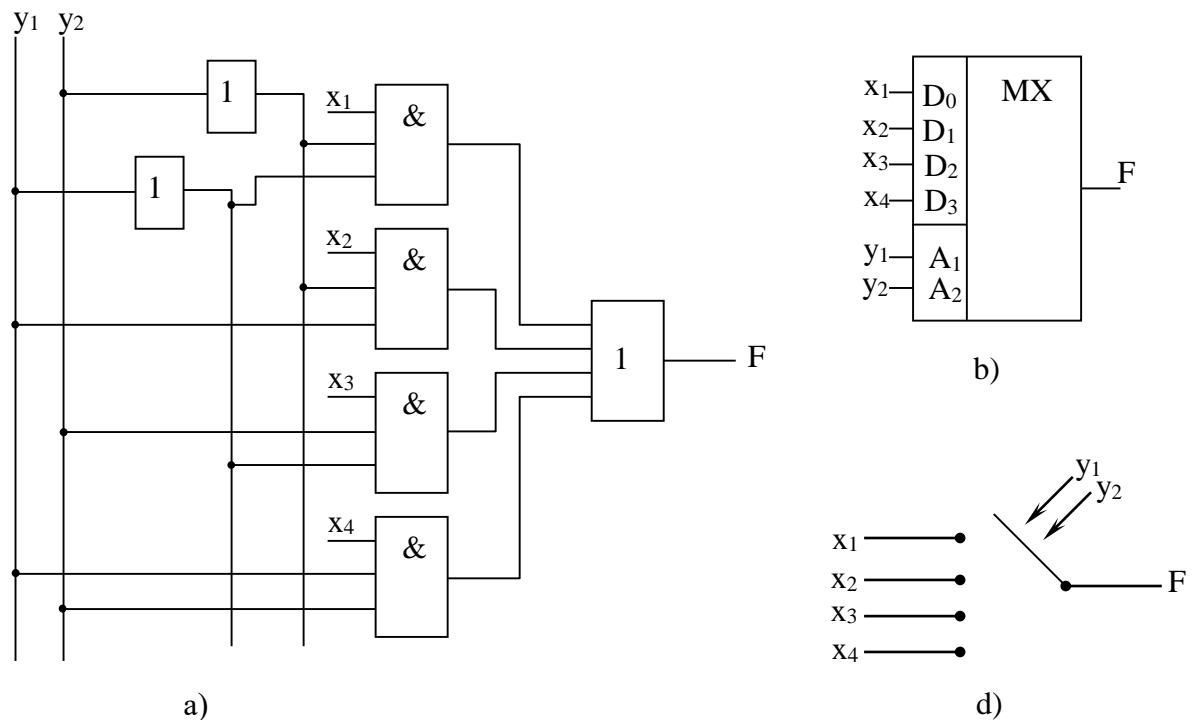
Shifratorning qo‘llanishiga misol sifatida klaviaturadagi ma’lumotlarni kiritish jarayonini olish mumkin. Har bir bosilgan klavisha uchun shifrador mos ikkilik kodi hosil qiladi.



3.4–rasm. Shifrador a) prinsipial sxemasi, b) sxematik belgisi, d) kodlar jadvali

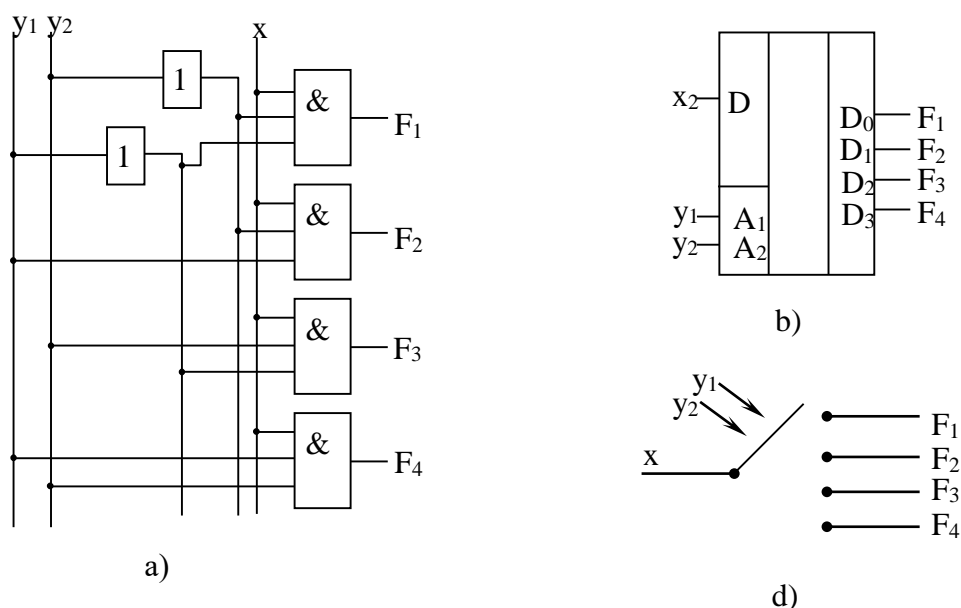
3.1.4. Multipleksorlar va demultipleksorlar

Multipleksor– boshqarish signallari (y_1, y_2)ga mos ravishda kirish signallari (x_1, x_2, x_3, x_4) dan birini chiqish (F)ga ulash uchun xizmat qiladi (3.5–rasm).



3.5–rasm. Multipleksor a) prinsipial sxemasi, b) sxematik belgisi, d) kodlar jadvali

Demultipleksor – boshqarish signallari (y_1, y_2)ga mos ravishda kirishdagi signal (x) ni chiqishlardan biri (F_1, F_2, F_3, F_4)ga ulaysh uchun xizmat qiladi (3.6–rasm).



3.6–rasm. Demultipleksor a) prinsipial sxemasi, b) sxematik belgisi, d) kodlar jadvali

Multipleksor va demultipleksorlarni raqamli komutatorlar yoki ma'lumotlar syelektori deb ham atash mumkin.

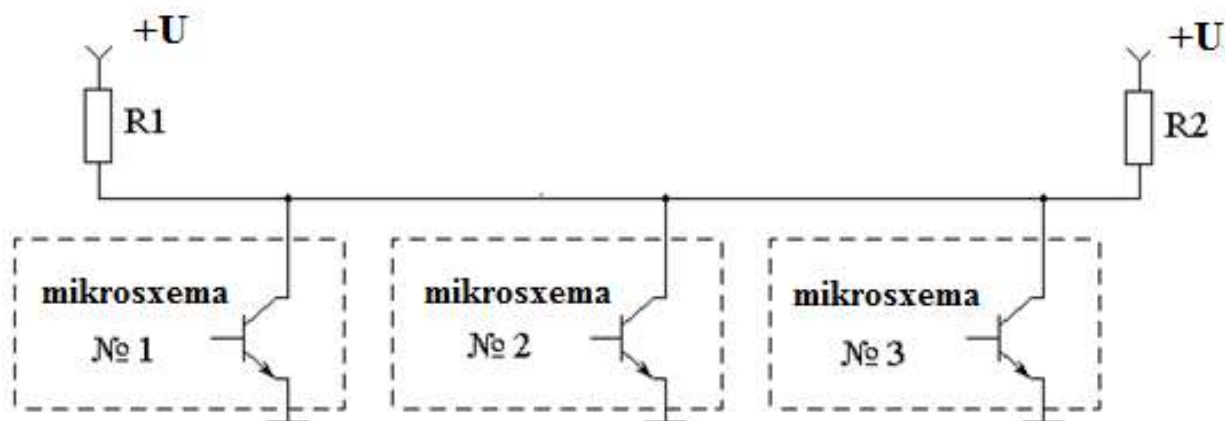
Xar qanday EHM yoki tizimga xos bo'lgan eng asosiy qismlar arifmetik va mantiqiy operiasiyalarni bajaruvchi qurilma, boshqarish qurilmasi, xotira qurilmasi va kiritish-chiqarish qurilmalari - jamlagichlar, registrlar, sanash qurilmalari, triggerlar, deshifrador va shifradorlar, multipleksor va demultipleksorlar va mantiqiy elementlar asosida qurilgan boshqa sxemalardan iborat bo'ladi.

3.1.5. Shina shakllantirgichlar

Multipleksorlar bir nechta chiqishlarni birlashtirish uchun mo'ljallangan bo'lib, chiqishlar soni avvaldan ma'lum bo'lishi lozim. Bundan tashqari, ko'p hollarda qurilmani ekspluatasiya qilish jarayonida birlashtiriladigan mikrosxemalar soni o'zgarishi mumkin. Bunga kompyuterlar misol bo'ladi, ularda ekspluatasiya

jarayonida operativ xotira hajmi, kiritish-chiqarish portlari soni va boshqalar o‘zgaradi. Bunday vaziyatlarda bir nechta chiqishlarni birlashtirish uchun “YOKI” MEDan foydalanib bo‘lmaydi.

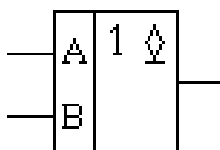
Bir nechta chiqishlarni birlashtirish zarur bo‘lib, bunda chiqishlar soni avvaldan ma’lum bo‘lmagan hollarda ikki usuldan foydalaniladi: *montajli YOKI* va *shina shakllantirgichlar*.



3.7–rasm. Montajli YOKI sxemasi

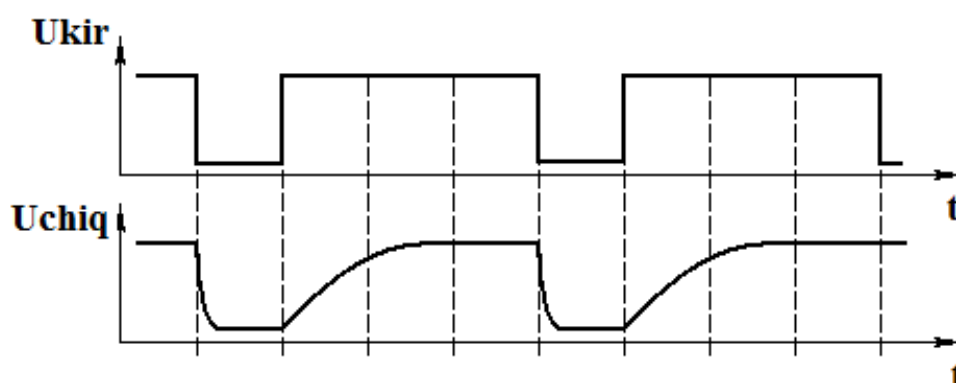
Dastlab chiqishlarni birlashtirish uchun kollektori ochiq sxemalar (montajli YOKI) keng qo‘llanilgan (3.7–rasm).

Mikroshemalarni bunday birlashtirish *shina* deb ataladi va bitta simga 10 tagacha mikroshemalarni birlashtirish imkonini beradi. Ma’lumki, mikroshemalar bir-biriga xalaqit bermasligi uchun faqat bitta mikroshema simga axborot berishi kerak bo‘ladi. Bu vaqtda qolgan mikroshemalar shinadan uzilgan bo‘lishi (ya’ni chiqishdagi tranzistor berk bo‘lishi lozim). Bu vazifa rasmda keltirilmagan boshqaruvchi tashqi mikroshema tomonidan ta’minlanadi. Prinsipial sxemalarda bunday elementlar quyidagicha belgilanadi:

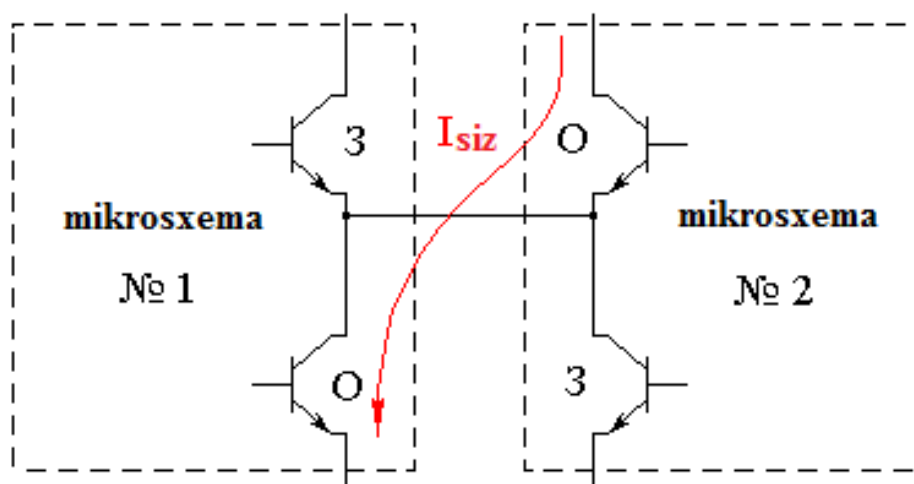


3.8–rasm. Chiqishda kollektori ochiq mikroshemaning shartli grafik belgilanishi

Bir nechta mikrosexmalarni bitta simga birlashtirishning ko'rsatilgan sxemasiningk amchiligi bo'lib axborot uzatish tezligining pastligi hisoblanadi. Natijada oldli front cho'ziladi, bunga shinning parazit sig'imining zaryadlanish va razryadlanish qarshiliklarining turlicha ekanligi sabab bo'ladi. Qarshiligi ochiq tranzistor qarshiligidan katta bo'lgan parazit sig'im R1 va R2 qarshiliklar orqali zaryadlanadi. Bu qiymatni ma'lum chegaraviy qiymatdan kamaytirib bo'lmaydi. Kollektori umumiy bo'lgan mikrosexema shinasidagi kuchlanishning kirishi va chiqishidagi vaqt diagrammasi 3.9–rasmda keltirilgan.



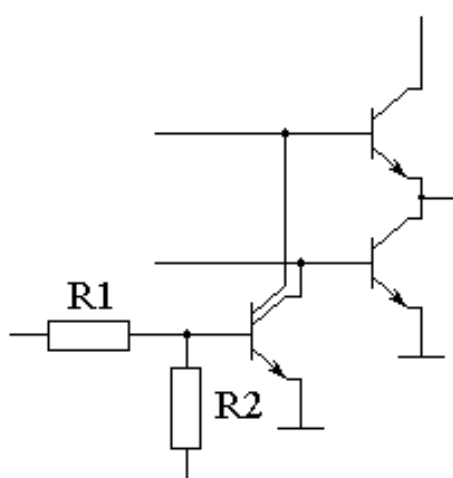
3.9–rasm. Kollektori umumiy bo'lgan mikrosexema shinasidagi kuchlanishning kirishi va chiqishidagi vaqt diagrammasi



3.10–rasm. Raqamli mikrosexema chiqishlarini bevosita birlashtirishda sizish tokining oqib o'tish yo'li

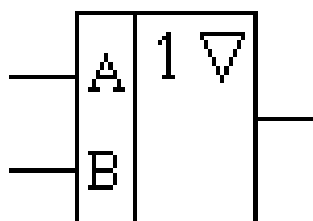
Bu muammoni tabiiy yo‘l bilan yechish uchun sxemaning yuqori yelkasiga tranzistorni ulash lozim, ammo bunda sizish toklarida muammo yuzaga keladi va natijada raqamli mikrosxemaning chiqishlarini bevosita ulab bo‘lmaydi. Sizish toklarining yuzaga kelish sabablarini 3.10–rasmdan tushunib olish mumkin.

Agar chiqish kaskadining ham yuqori, ham pastki yelkalaridagi tranzistorlarni yopish imkoniyati yuzaga kelishi bo‘lishi bilan bu muammo yo‘qoladi. Agar mikrosxemada ikkala tranzistor berk bo‘lsa, u holda mikrosxema chiqishidagi holat uchinchi holat yoki z-holat deb ataladi. Bunday imkoniyat mikrosxema chiqishida uchinchi holat mavjud bo‘lgan maxsus mikrosxemalarda yuzaga keladi (3.11–rasm).



3.11–rasm. Chiqish kaskadining chiqishida uchta holat mavjud mikrosxemasining prinsipial sxemasi

Misol sifatida, Texas Instruments firmasining SN74LVC126A mikrosxemasni keltirish mumkin (3.12–rasm).

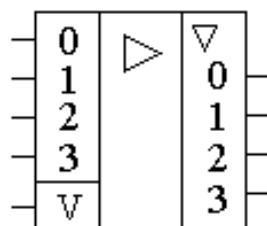


3.12–rasm. Chiqishida uchta holat mavjud bo‘lgan mikrosxemaning shartli belgisi

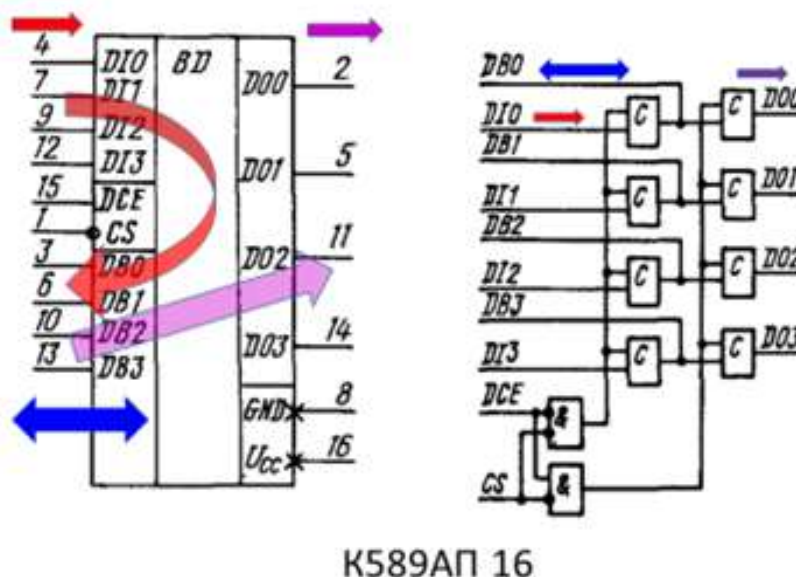
Hozirgi kunga kelib uchta holatga ega sxemalar shinalarni tuzishda keng qo'llaniladi. Shina sim bo'lib, unga bir nechta mikrosxemalar ulanishi mumkin. Bunda simlarning ba'zilar axborotni uzatish, qolganlari esa qabul qilish uchun ishlatiladi, ya'ni bu simlar kommutasiya elementi sifatida ishlatiladi.

Ammo, ular oddiy kommutatorlar (multipleksorlar va demultipleksorlar) dan farqli ravishdashinadagi kirishlar va chiqishlar soni avvaldan ma'lum bo'lmaydi. Shuning uchun shinaga qayta sozlashsiz prinsipial sxemalarni ulash (yoki uzish) mumkin.

Ko'p hollarda, chiqish kaskadida uchta holatga ega bo'lgan element mavjud mikrosxemalarda barcha elementlarning boshqaruv signallarini bir simda birlashtiriladi. Bunday mikrosxemalar shina shakllantirgichlar deb ataladi va quyidagi belgilanadi:



3.13–rasm. Shina shakllantirgichning shartli grafik belgilanishi



3.14–rasm. Shina shakllantirgichning ishlash tamoyili

Mahalliy shina shakllantirgichlar sifatida 589AP16, K1810VA86, 1533AP6 mikrosxemalarni keltirish mumkin. Horijiy mikrosxemalar sifatida esa Texas Instruments firmasining SN74LVC240A, SN74LVC2244A, SN74LVC540A mikrosxemalarini keltirish mumkin. Sanab o‘tilgan mikrosxemalar bitta boshqaruv signali bilan ochiladigan uchta holatga ega bo‘lgan 8ta elementni tashkil etadi. Shu kabi 16-razryadli shina shakllantirgichlar ham mavjud bo‘lib, ular o‘zaro 16-razryadli ma’lumotlar shinalarini birlashtiradilar (jumladan, SN74LVCH16646A.)

Hozirgi kunda shina shakllantirgichlar asosan markaziy prosessor, OXQ, DXQ yoki parallel yoki ketma-ketli portlar kabi murakkab mikrosxemalarda ishlatiladi.

3.1.6. Xotira elementlari - triggerlar

Trigger bir razryadli ikkilik axborot (“0” yoki ”1”)ni saqlaydigan xotira elementi hisoblanadi. Mantiqiy elementlardan farqli ravishda trigger musbat teskari aloqaga ega bo‘lgan ikkita turg‘un holat (chiqish)ga ega: Q - to‘g‘ri chiqish va \bar{Q} - invers chiqish.

Triggerlarning “1” holatiga to‘g‘ri chiqishdagi (Q) signalning yuqori holati “1”, inkorli chiqishidagi (\bar{Q}) signalning past holati “0” to‘g‘ri keladi. Trigger qurilmasining kirishlari axborot va yordamchi (boshqaruvchi) kirishlarga bo‘linadi. Axborot kirishlaridagi signallar trigger holatini boshqaradi, yordamchi kirishlardagi signallar esa triggerni talab qilingan holatga oldindan o‘rnatish uchun, hamda ularni sinxrosignal bilan ta’minlash uchun xizmat qiladi. Trigger kirishlarining soni uning tuzilmasiga va boshqariladigan vazifalariga bog‘liq. Triggerning axborot kirishlari S, R, J, K, D, T simvollarini orqali belgilanishi qabul qilingan, boshqaruvchi kirishlar esa C, V simvollar bilan belgilanadi.

Triggerlarning sinflanishi

Triggerlarni axborotni qabul qilish usuli, qurilish tamoyili, hamda funksional imkoniyatlari bo‘yicha sinflash mumkin.

Axborotni qabul qilish usuliga ko'ra: asinxron va sinxron triggerlar

mavjud. Asinxron triggerlarda axborot kirishlarida signal paydo bo'lgan vaqt momentida vevosita axborot yoziladi. Sinxron triggerlarda esa axborot signallaridan tashqari sinxron signal kirishi S dagi boshqaruvchi impuls signali mavjud bo'lgandagina axborot kirishlardagi signallarga triggerga yoziladi..

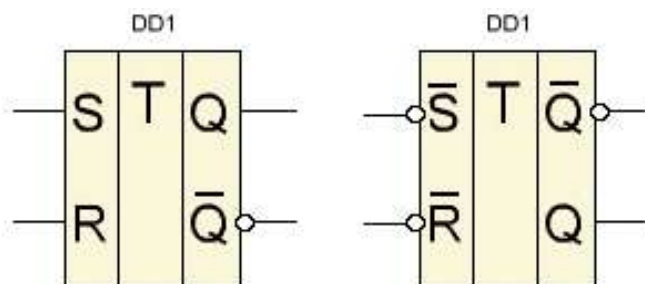
Sinxron triggerlar o'z navbatida S kirish orqali boshqariladigan *statik va dinamik* turlarga bo'linadi. Statik boshqarishli triggerlar axborot kirishlardagi signallarni kirishiga "1" yoki "0" signallar iberilgandagina qabul qila oladi. Dinamik boshqarishli triggerlar esa axborot kirishlardagi signallarni S kirishdagi signal "0" dan "1" ga o'zgarganda yoki "1" dan "0" ga o'zgarganda qabul qila oladi.

Statik triggerlar *bir pog'onali v ikki pog'onali* turlarga bo'linadi. Bir pog'onali triggerlar axborot saqlashning bir bosqichi, ikki pog'onali triggerlar esa axborot saqlashning ikki bosqichi mavjudligi bilan tasniflanadi. Dastlab axborot birinchi pog'onaga yoziladi, keyin ikkinchi pog'onaga ko'chirib o'tkaziladi va axborot trigger chiqishida paydo bo'ladi.

Funksional imkoniyatlariga ko'ra triggerlar quyidagi turlarga bo'linadi:

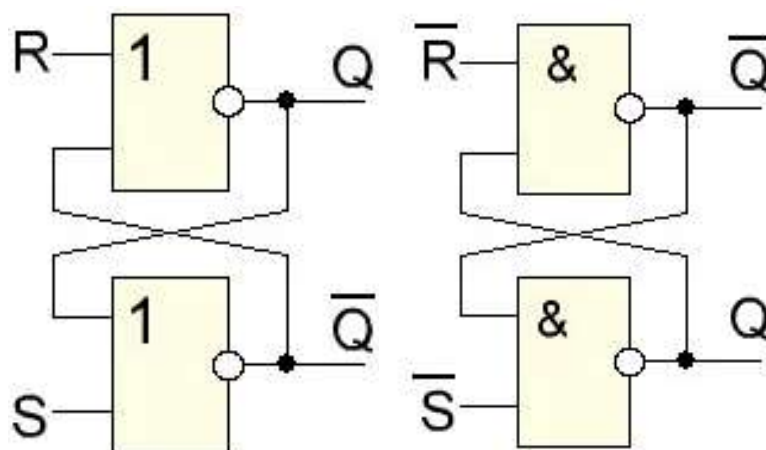
- "0" va "1" holatlarga alohida-alohida o'rnatiladigan triggerlar (RS-trigger);
- kirish bo'yicha axborotni qabul qiluvchi triggerlar (D-trigger yoki kechiktirish triggeri);
- sanoqli kirishga ega triggerlar (T-trigger);
- J va K axborot kirishli universal triggerlar (JK-trigger).

Asinxron RS-trigger. RS-trigger elektr sxemalarda quyidagicha belgilanadi (3.15-rasm). Ikkita kirish: S (**set**) – o'rnatish va R (**reset**) – olib tashlash hamda ikkita chiqish: Q-to'g'ri va \bar{Q} - invers.



3.15-rasm. Asinxron RS-triggerning elektr sxemalarda berilishi

Asinxron RS-trigger ikki xil usulda bajarilishi mumkin: 2 YOKI-INKOR va 2 VA-INKOR ME negizida (3.16–rasm).



3.16–rasm. 2YOKI-INKOR va 2 VA-INKOR ME larini negizida bajarilgan asinxron RS-trigger

Ularning farqi shundaki, 2 VA-INKOR ME da bajarilgan trigger “0” potentsiali, 2YOKI-INKOR ME da bajarilgan trigger esa “1” potentsiali yordamida faollashtiriladi. S kirishga yuqori potentsial berilsa to‘g‘ri Q chiqishda yuqori potentsial, invers Q chiqishda esa past potentsial shakllanadi. Bu vaqtda triggerga xotira yacheykasi sifatida “1” yoziladi.

Qachonki R kirishga yuqori potentsial berilmaguncha triggerning bu holati o‘zgarishsiz qoladi.

$Q(t)=0$ holda: $R=1, S=0$ bo‘lsa $Q(t+1)=0$ bo‘ladi,

$Q(t)=1$ holda: $R=1, S=0$ bo‘lsa $Q(t+1)=0$ bo‘ladi,

$Q(t)=0$ holda: $R=0, S=1$ bo‘lsa $Q(t+1)=1$ bo‘ladi.

$Q(t)=1$ holda: $R=0, S=1$ bo‘lsa $Q(t+1)=t$ bo‘ladi.

Bu triggerning ishlash jadvali quyidagicha:

S	R	Q(t)	Q(t+1)
0	0	0	0

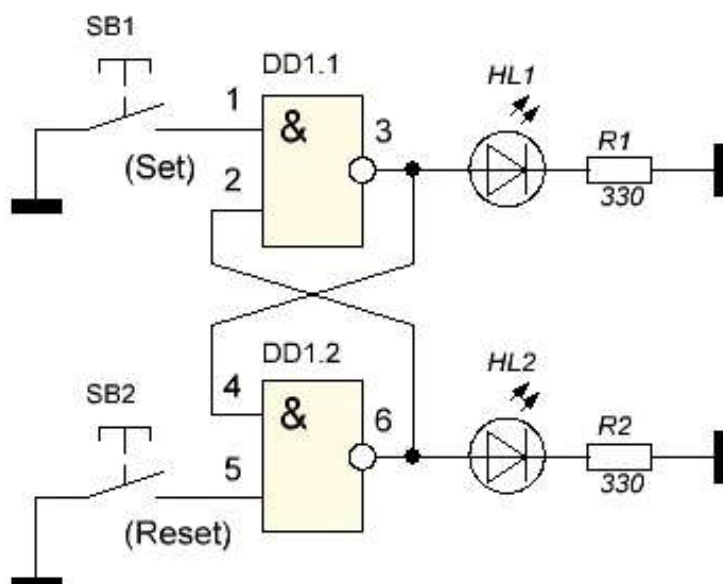
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	x
1	1	1	x

Asinxron RS-trigger 2YOKI-INKOR ME negizida bajarilgan bo'lsa, axborot kirishlarga R=S=1 (3.1), 2 VA-INKOR ME negizida bajarilgan bo'lsa, aksincha, axborot kirishlarga R=S=0 (3.2), kombinasiya berish mumkin emas:

$$Q^{t+1} = S^t + R^t Q^t \quad (3.1)$$

$$Q^{t+1} = \overline{S^t} + R^t Q^t \quad (3.2)$$

RS-trigger ishini ya'shi tushunish uchun ikkita 2 VA-INKOR ME da yig'ilgan sxemani tahlil qilamiz. Buning uchun K155LA3 mikrosxemasidan foydalanamiz, unda to'rtta 2 VA-INKOR ME joylashgan. Sxemadagi raqamlar mikrosxema chiqishlariga mos keladi. Manba kuchlanishi +5V 14-chiqishga, minusi esa 7-chiqishga beriladi. Manba ulangach trigger ikkita turg'un holatdan biriga o'rnatiladi (3.16-rasm).



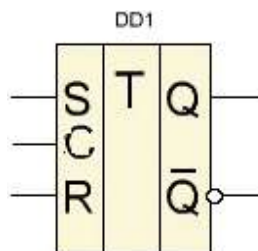
3.17–rasm. K155LA3 IMSda yig‘ilgan asinxron RS-trigger sxemasi

MElardagi tranzistorlardagi o‘tishlarning qarshiliklari mutlaq bir xil emasligi sababli, manba ulangach trigger odatda bir xil holatda o‘rnatiladi.

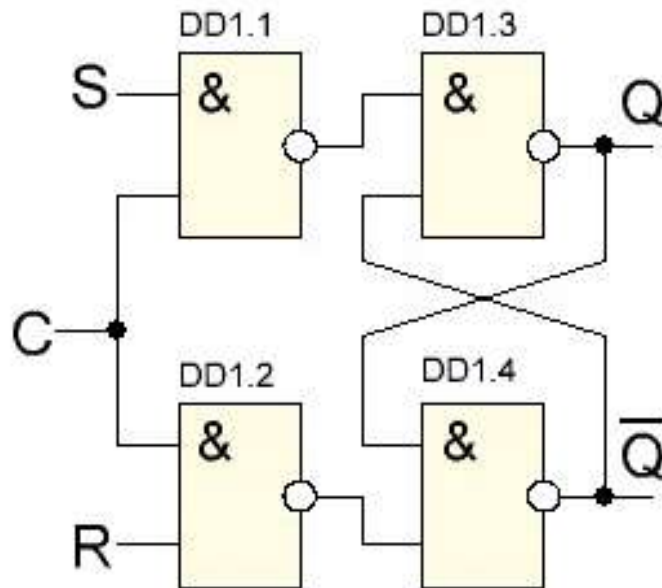
Deyslik, manba berilgan yuqoridagi yorug‘lik diodi HL1 yonsin. SB1 tugmani qancha bosmaylik vaziyat o‘zgarmaydi, lekin SB2 tugma qisqa muddatga bosilsa trigger o‘z holatini teskarisiga o‘zgartiradi. Yonib turgan yorug‘lik diodi HL1 so‘nadi va HL2 yonadi. Demak, trigger boshqa holatga o‘tadi.

Bu triggerning asosiy kamchiligi asinxron ekanligidir.

Sinxron RS-trigger. RS-trigger sinxron bo‘lishi ham mumkin, lekin buning uchun ikkita ME yetarli bo‘lmaydi. 3.18–rasmda sinxron RS-trigger sxemasi keltirilgan bo‘lib, u ham K155LA3 IMSda yig‘ilgan. Bu sxemada trigger bir holatdan ikkinchisiga faqat “S” kirishga sinxroimpuls berilgandagina o‘tishi mumkin (3.19–rasm).

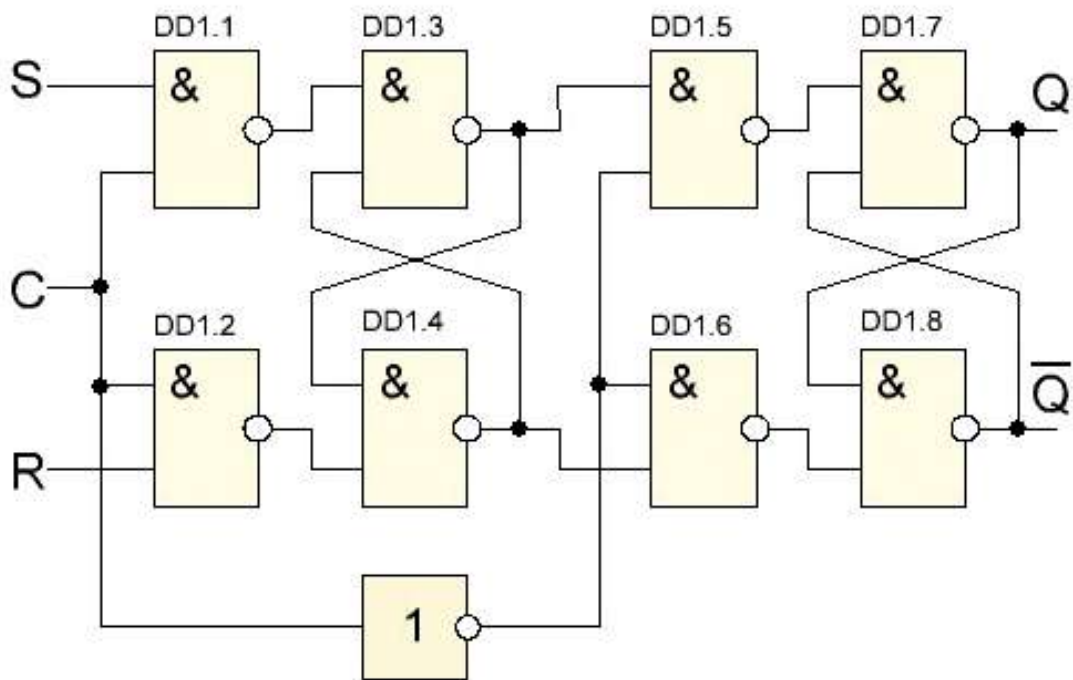


3.18–rasm. Sinxron RS-triggerning elektr sxemalarda berilishi



3.19–rasm. K155LA3 IMSda yig‘ilgan sinxron RS-trigger sxemasi

Soddaligi va narhining arzonligi sababli RS-triggerlar indikasiya sxemalarida keng qo‘llaniladi. Ishonchlilikni oshirish maqsadida RS-triggerni ikki pog‘onali sxemada yig‘ish ham mumkin (3.20–rasm)



3.20–rasm. K155LA3 IMSda yig‘ilgan ikki pog‘onali sinxron RS-trigger sxemasi

Bu sxema ikkita bir xil sinxron RS-triggerdan yasalgan bo‘lib, ikkinchi trigger uchun sinxrosignal inveratlanadi. Birinchi trigger **M (master)** – usta, ikkinchi trigger esa **S (slave)** – shogird deb ataladi. “S” kirishga yuqori potensial berilsa M-trigger axborotni qabul qiladi, lekin S-triggerning “S” kirishidagi past potensial unga axborot yozilishiga imkon bermaydi. Bu vaqtda u oldingi taktida berilgan axborotni saqlaydi. Potensial teskarisiga o‘zgarsa M-triggerdagi axborot S-triggerga uzatiladi, bu vaqtda M-triggerga axborot yozib bo‘lmaydi, u saqlash rejimiga o‘tadi. Bunday ikki pog‘onali tizim oddiy RS-triggerdan ancha ishonchli bo‘lib, sxemani behosdan ishlab ketishi oldini oladi.

D-trigger (ingl. Delay-kechikish) barcha triggerlarga xos kirishlarga ega: **S** (o‘rnatish), **R** (olib tashlash), **S** - sinxronizasiyava **D**-kirish.

Yana D-triggerni – *dinamik boshqaruvga ega trigger* deb ham atashadi. Bu triggerning D-kirishiga past potensial (“0”) berilsa va S-kirishda impuls tushishi kuzatilsa, trigger nol holatga o‘tkaziladi. Agar D-kirishiga yuqori potensial (“1”) berilsa, u holda S-kirishda impuls tushishi kuzatilganda trigger bir holatga o‘tkaziladi.

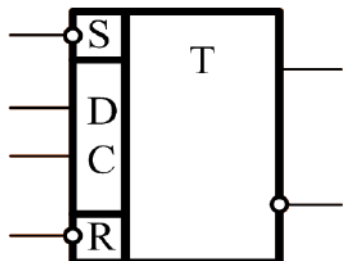
D-triggerquyidagi o‘tishlar jadvaliga mos ko‘rinishda ishlaydi va (3.3) ifoda orqali aniqlash mumkin.

D	Q(t)	Q(t+1)
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

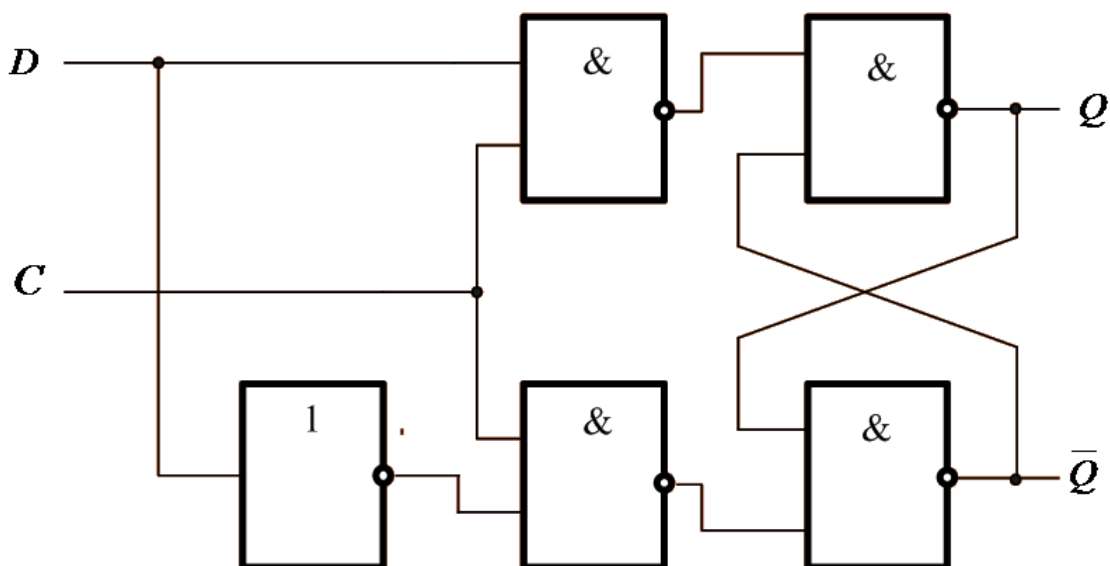
$$Q^{t+1} = D^t Q^t + \bar{D}^t Q^t = D^t \quad . \quad (3.3)$$

(3.3) ifodadan ko‘rinib turibdi-ki, D-triggerning chiqishida kirish signali deyarli takrorlanadi. Shu sababli asinxron D-trigger raqamli hisoblash qurilmalarida amalda keng qo‘llanilmaydi.

Sinxron D-trigger prinsipial sxemalarda quyidagicha belgilanadi (3.21–rasm).



3.21–rasm. Sinxron D-triggerning elektr sxemalardagi shartli blegilanishi



3.22–rasm. Sinxron D-triggernig ME negizida bajarilgan sxemasi

Sinxron D-trigger quyidagi o‘tishlar jadvaliga mos ko‘rinishda ishlaydi va (3.4) ifoda orqali aniqlash mumkin.

C	D	Q(t)	Q(t+1)
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

$$Q^{t+1} = C^t Q^t + C^t D^t . \quad (3.4)$$

(3.4) ifodadan ko‘rinib turibdi-ki, D-triggerning “S” kirishida sinxrosignal mavjud bo‘lsa (C=1), trigger D-kirishda o‘rnatilgan holatga, ya’ni $Q_{t+1} = D$ holatga o‘tadi. Sinxrosignal mavjud bo‘lmasa (C=0) trigger avvalgi holatini saqlaydi. Shunday qilib, trigger D-kirishga berilayotgan axborot signalini sinxrosignal kelguncha ushlab turadi. Shuning uchun ham bu trigger ***kechikish triggeri*** deb ataladi.

T-trigger (ingl. Toggle-ag‘darish) -***sanoq triggeri*** deyiladi. Bu triggerda faqat bitta kirish mavjud bo‘lib, unga impuls berilsa trigger chiqishidagi holati teskarisiga o‘zgaradi. Aynan shu bitta kirishga berilayotgan impuls sonini hisoblaganligi uchun ham u - ***sanoq triggeri*** deb ataladi. Trigger faqat birgacha sanaydi, keyingi impuls kelganda esa yana dastlabki holatga o‘tadi.

T	Q(t)	Q(t+1)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$Q^{t+1} = \overline{Q}^t T^t + Q^t \overline{T}^t . \quad (3.5)$$

(3.5) tenglama triggerning Q holati va T-kirishdagi signalni 2 moduli bo'yicha qo'shish amalini ifodalaydi.

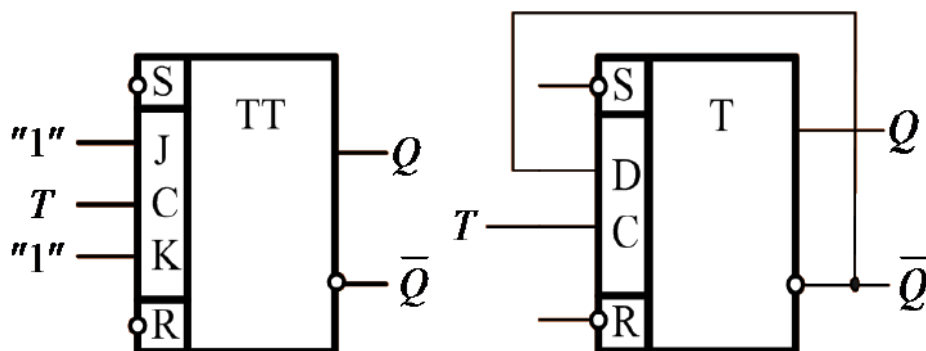
Sinxron T-trigger quyidagi o'tishlar jadvali va (3.6) ifodaga ga mos ishlaydi:

C	T	Q ^t	Q ^{t+1}
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

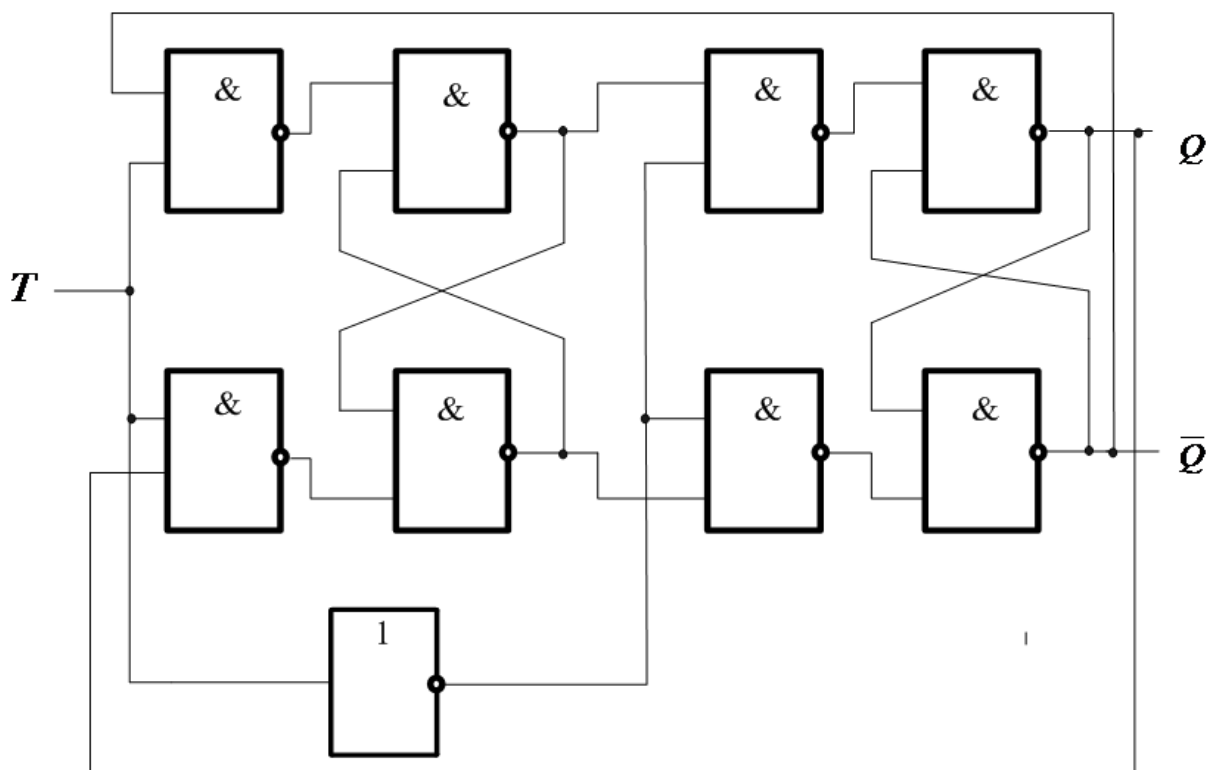
$$Q^{t+1} = \overline{C}^t \overline{Q}^t \overline{T}^t + \overline{C}^t Q^t T^t + C^t \overline{Q}^t T^t + C^t Q^t \overline{T}^t . \quad (3.6)$$

(3.6) ifodadan ko‘rinib turibdi-ki, $C_t = 1$ bo‘lganda trigger asinxron T-trigger kabi ishlaydi, $C_t = 0$, $Q_{t+1} = Q_t$ shartda esa trigger avvalgi holatni saqlab qoladi.

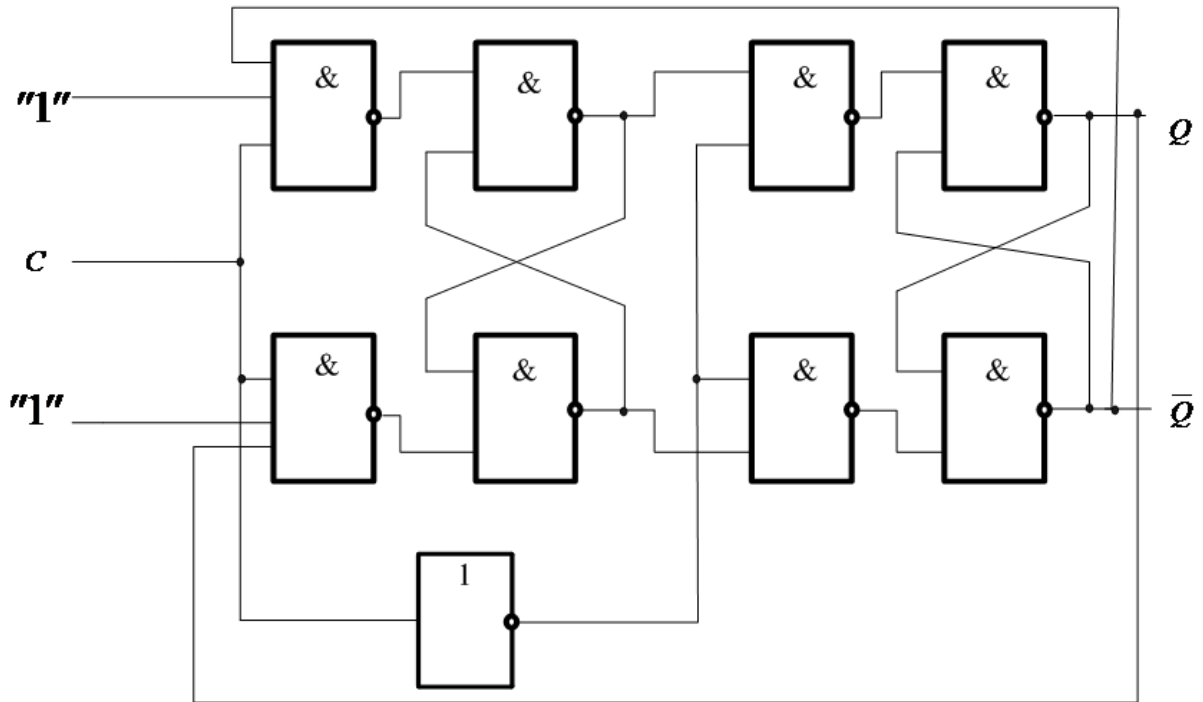
T-triggerni sinxrosignalning manfiy (orqa) fronti asosida ishlaydigan JK-triggerlar vasinxrosignalning musbat (oldi) fronti asosida ishlaydigan D-triggerlar negizida ham qurish mumkin.



3.23–rasm. T-triggerning elektr sxemalarda shartli belgilanishi



3.24–rasm. Asinxron T-triggerning MELarda bajarilgan sxemasi



3.25–rasm. Sinxron T-triggerning MELarda bajarilgan sxemasi

JK-trigger. JK-trigger universalligi tufayli boshqa triggerlarga nisbatan keng qoʻllaniladi. U beshta kirish: R (Reset) – olib tashlash, S (Set) – oʻrnatish, C – takt impulsi shakllantiruvchi, J (Jump) va K (Kill) hamda ikkita chiqish: toʻgʻri Q va invers \bar{Q} ga esa.

U quyidagi oʻtishlar jadvaliga mos ravishda ishlaydi:

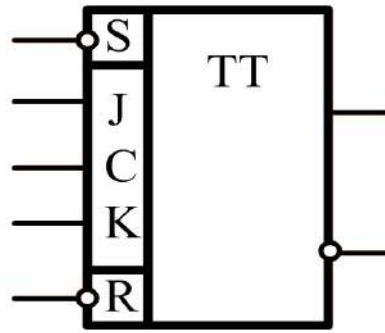
C	J	K	Q^t	Q^{t+1}
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0

0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

Asosiy kirishlar (**C**, **J**, **K**) ning ishlash mantiqiy quyidagichcha amalga oshirilgan. Agar J-kirishga yuqori potensial (“1”), K-kirishga esa past potensial (“0”) berilsa, trigger S kirishda impuls tushishi bilan triggerda mantiqiy bir holat o‘rnatiladi. Agar J-kirishga past potensial (“0”), K-kirishga esa yuqori potensial (“1”) berilsa, trigger S kirishda impuls tushishi bilan triggerda mantiqiy nol holat o‘rnatiladi. **J=K=0** berilsa, takt impulslaridan qanday bo‘lishidan qat’iy nazar trigger holti o‘zgarmaydi. **J=K=1** berilsa, har takt impulsi kelishi bilan triggerning holati teskarisiga o‘zgaradi. Bu vaqtda trigger chastota bo‘lgich kabi ishlaydi.

Agar **K=R**, **J=S** deb qabul qilsak, **C=1** bo‘lganda JK-trigger o‘zini RS-trigger kabi tutadi (**J=K=1** kombinasiya bundan mustasno). Kirishdagi signallar **J=K=1** bo‘lganda trigger sinxrosignalning manfiy (orqa) fronti bo‘yicha o‘z holatini teskarisiga o‘zgartiradi.

JK-trigger elektr sxemalarda quyidagicha belgilanadi:

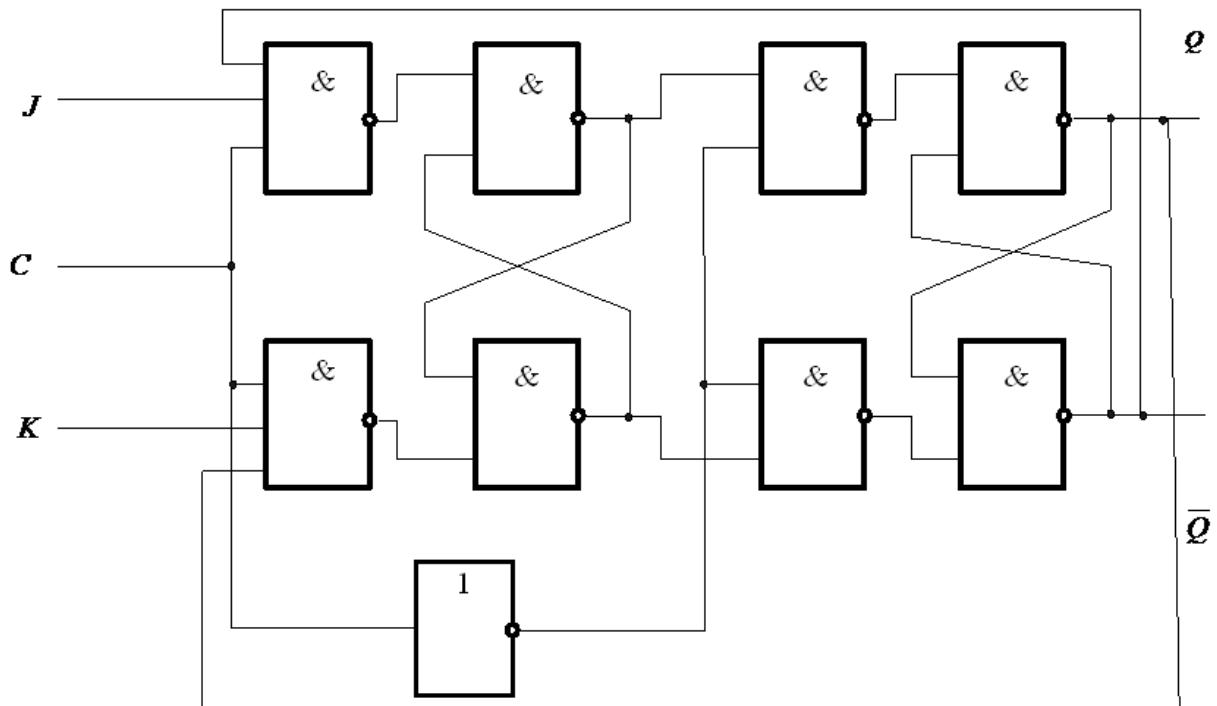


3.26–rasm. JK-triggerningelektr sxemalarda berilishi

Demak, JK-triggerni ikki pog‘onali sinxron RS-triggerdan hosil qilish mumkin ekan. Buning uchun triggerning inverslanuvchi kirishi va chiqishlari teskari aloqa yordamida tutashtiriladi.

Ko‘rib o‘tilgan ishlash mantiqi tufayli bu trigger yanada murakkab mantiqlarda keng qo‘llaniladi va uning negizida RS-, D- va T-triggerlarni ham hosil qilish mumkin.

Ikki bosqichli universal sinxron JK-triggerining MELar negizida bajarilgan prinsipial sxemasi 3.27–rasmda ko‘rsatilgan.



3.27–rasm. Sinxron JK-triggerningMELarda bajarilgan sxemasi

3.2. Mantiqiy elementlar asosida ketma-ketli qurilmalarni loyihalash

Ketma – ketli qurilmalar yoki avtomatlar deb, chiqish signallari kirish o‘zgaruvchilari kombinasiyasi bilan belgilanadigan, hozirgi va oldingi vaqt momentlari uchun, ya’ni kirish o‘zgaruvchilarining kelish tartibi bilan belgilanadigan, *xotirali* mantiqiy qurilmalarga aytiladi. Ketma – ketli qurilmalarga triggerlar, registrlar, hisoblagichlar misol bo‘la oladi.

3.2.1. Registrlar. Ularning ishlash tamoyillari va sxemalari

Bir nechta triggerlarni ketma-ket yoki parallel ulash va ularning kirishlarini mantiqiy elementlar bilan boshqarish orqali registrlar va sanash qurilmalari sxemalarini hosil qilish mumkin.

Registr deb axborotni qabul qiluvchi, saqlovchi, murakkab bo‘lmagan o‘zgartirishlar (chapga va o‘ngga surish)ni amalga oshiruvchi, hamda axborotni to‘g‘ri va teskari kodlarda uzatuvchi qurilmaga aytiladi. Registrlar ketma-ket kodlarni parallel kodga va aksincha o‘zgartirishda ham ishlatiladi. Registrlarning asosini triggerlar hosil qiladi va triggerlarni ketma-ket yoki iparallel ulash orqali registr sxemasi hosil qilinadi.

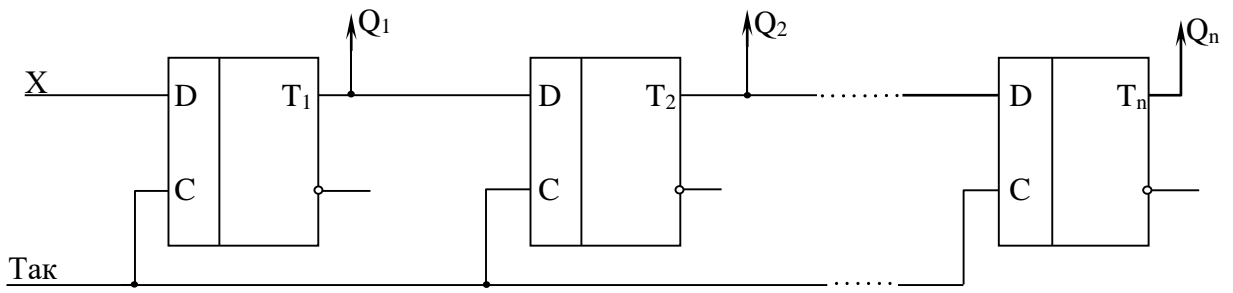
Sonning har bir razryadi registrning razryadiga (saqlovchi triggerga) mos keladi.

Registrlarning parallel, ketma-ket tamoyilda ishlovchi, o‘ngga va chapga suruvchi, hamda reversiv turlari mavjud.

Parallel tamoyilda ishlovchi registrlarda kodlar parallel yoziladi va o‘qiladi, ketma-ket tamoyilda ishlovchi registrlarda esa kodlar ketma-ket yoziladi va o‘qiladi.

O‘ngga va chapga suruvchi registrlar kodlarni o‘ngga va chapga surish uchun hizmat qiladi.

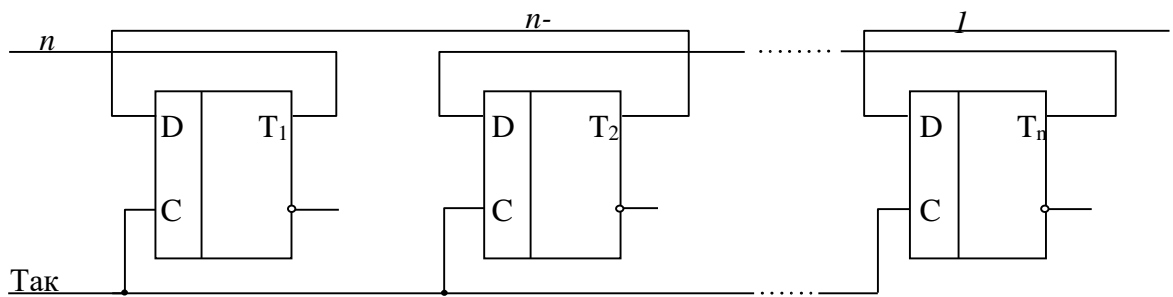
Quyidagi rasmda D-trigger asosida qurilgan o‘nga suruvchi, ketma-ket tamoyilda ishlovchi registr sxemasi keltirilgan (3.28–rasm).



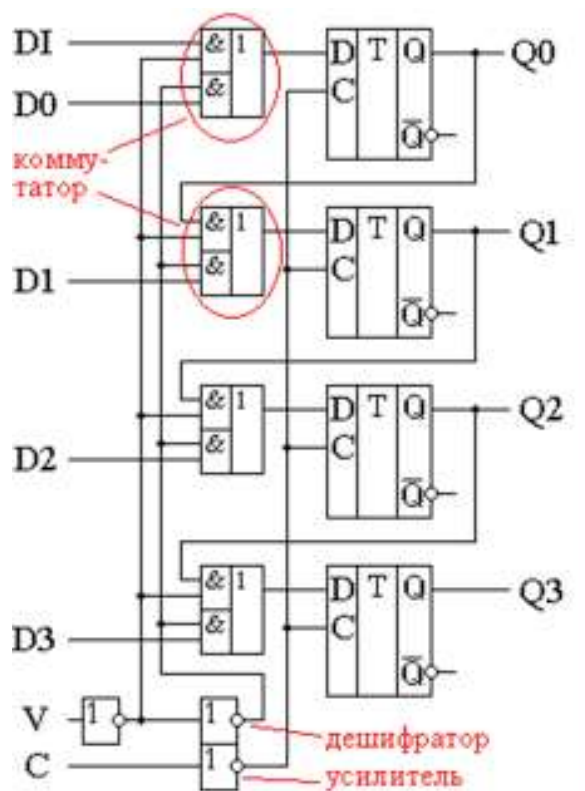
3.28–rasm. D -trigger asosida qurilgan o‘ngga suruvchi, ketma-ket tamoyilda ishlovchi registr sxemasi

Har bir taktida “X” kirishdan ikkilik raqamlar ketma-ket kodda kiritiladi, va bitta razryadga o‘ngga suriladi.

D-triggeri asosidagi chapga suruvchi registr sxemasi 3.29–rasmda keltirilgan.

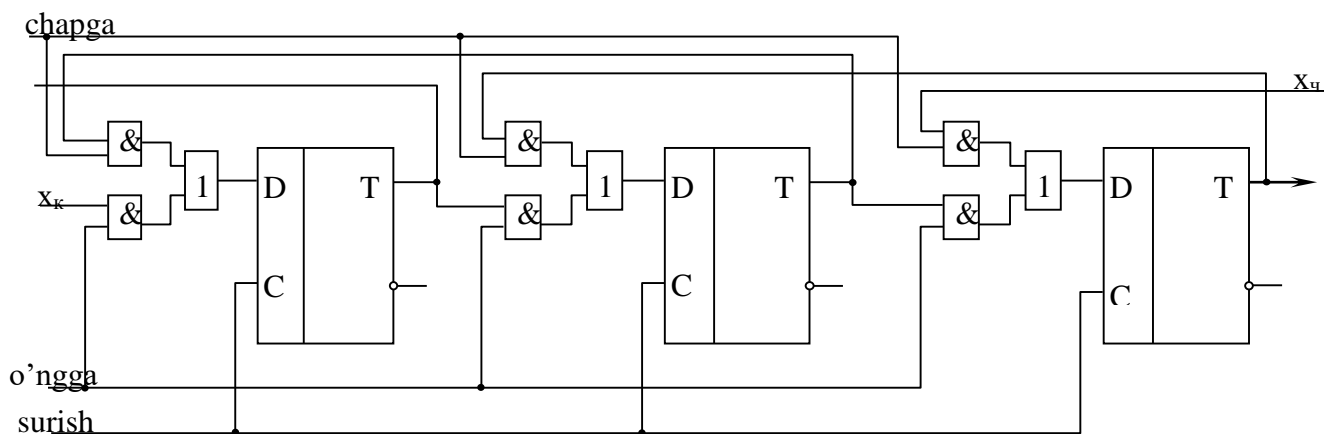


3.29–rasm. D-triggeri asosidagi chapga suruvchi registr sxemasi



3.30–rasm. Parallel-ketma-ketli registr

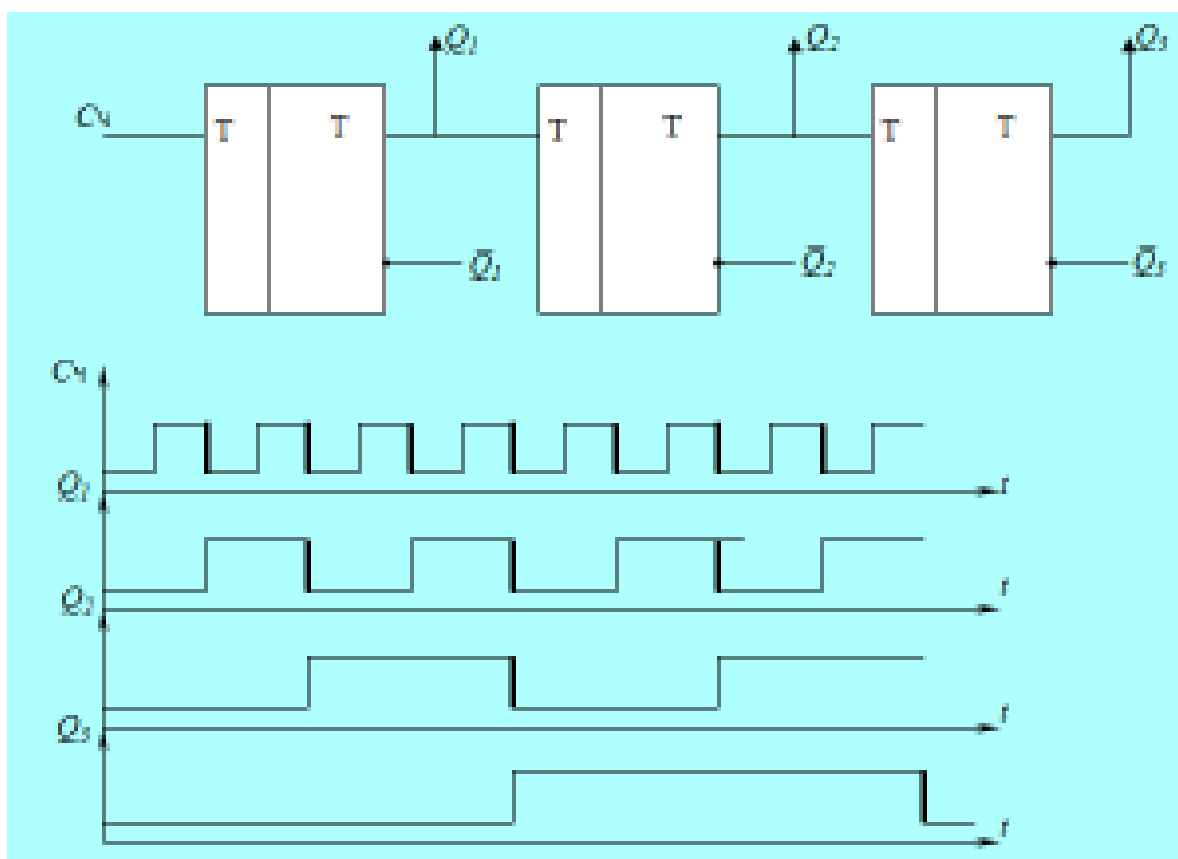
Reversiv registrlar saqlanayotgan axborotni ham o‘ngga, ham chapga surish uchun xizmat qiladi.



3.31–rasm. Reversiv registr sxemasi

3.2.2. Sanash qurilmalari. Ularning ishlash tamoyillari va sxemalari

Sanash qurilmasi– kirishdagi impulslar sonini hisoblash uchun xizmat qiladi. Har bir impuls sanash qurilmasida saqlanayotgan sonni bittaga o‘zgartiradi. Ular bajaradigan vazifasiga ko‘ra qo‘shuvchi, ayiruvchi va reversiv (ham qo‘shuvchi, ham ayiruvchi) turlarga bo‘linadi.



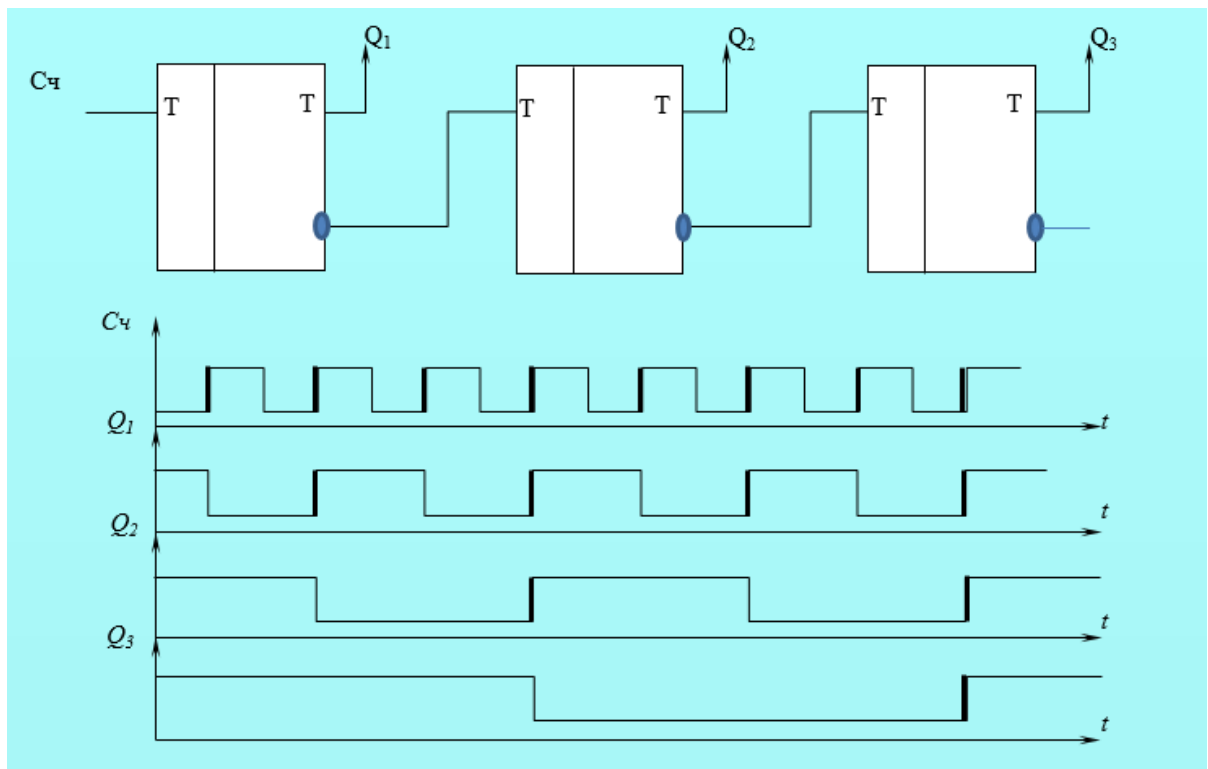
3.32–rasm. T-trigger asosida qurilgan, ketma-ket bog‘lanishli, qo‘shuvchi sanash qurilmasi sxemasi

Yuqoridagi rasmda T-trigger asosida qurilgan, ketma-ket bog‘lanishli, qo‘shuvchi sanash qurilmasi sxemasi keltirilgan (3.32–rasm). Kirishdagi har bir impuls qurilmadagi sonni bittaga oshiradi.

Bu qurilma dinamik tamoyilida ishlaydi, ya‘ni uning triggerlari kirishdagi impulsning orqa frontiga mos ravishda o‘z xolatini o‘zgartiradi.

Qo‘shuvchi sanash qurilmasining ishlash jadvali.

N_0	Q_3	Q_2	Q_1
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1



3.33–rasm. Ayiruvchi dinamik sanash qurilmasining sxemasi va ishlash vaqt diagrammasi

Ayiruvchi sanash qurilmasida kirishdagi har bir impuls undagi sonni bittaga kamaytiradi. 3.33–rasmda ayiruvchi dinamik sanash qurilmasining sxemasi va ishlash vaqt diagrammasi keltirilgan.

Bu qurilma dinamik prinsipida ishlaydi, ya'ni uning triggerlari kirishdagi impulsning frontiga mos ravishda o'z xolatini o'zgartiradi.

Ayiruvchi sanash qurilmasining ishlash jadvali quyidagicha.

№	Q ₃	Q ₂	Q ₁
7	1	1	1
6	1	1	0
5	1	0	1
4	1	0	0
3	0	1	1
2	0	1	0
1	0	0	1
0	0	0	0

Sanash qurilmalari kirishdagi impulsning maksimal chastotasi quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$\max f = \frac{1}{t_{cx} + nt_T},$$

bu yerda: t_{cx} - sinxrosignal davri; n – sanoq triggerlari soni; t_T – sanoq triggerida o'tish jarayoni vaqti

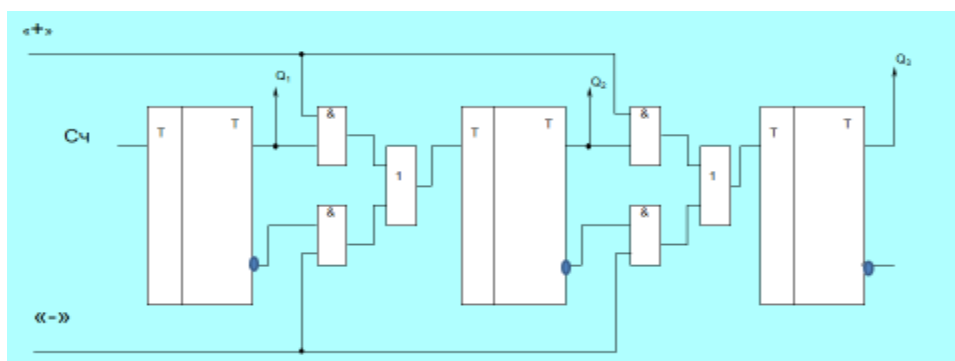
Sanash qurilmasining asosiy ko'rsatkichi sanash koeffitsiyenti bilan hisoblanadi

$$k_a = 2^n,$$

bu yerdan n -sanovchi triggerlarning soni.

Reversiv sanash qurilmasi ikki yoqlama yo'nalishda sanash imkoniyatiga ega bo'lib, sanash yo'nalishi uchun maxsus boshqarish kirishlari (“+” va “-”)ga ega.

Sanash qurilmalaridan chastota bo'lgichlari sifatida ham foydalanish mumkin. Uning triggerlari chiqishlari kirishga nisbatan chastotani Q_1 -ikki marta, Q_2 -to'rt marta, Q_3 - sakkiz marta bo'ladi.



3.34–rasm. Reversiv sanash qurilmasi sxemasi

Nazorat savollari

1. *Kombinatsion turli raqamli qurilmalarga ta'riy bering.*
2. *Jamlagich va yarimjamlagich qanday mantiqiy funksiyani bajaradi?*
3. *Deshifrador va shirfator qanday mantiqiy funksiyani bajaradi?*
4. *Multipleksor va demultipleksor qanday mantiqiy funksiyani bajaradi?*
5. *RS-, JK-, D- va T- triggerlar ishini izohlang.*
6. *Nima uchun T-trigger sanoq triggeri deb ataladi?*
7. *Nima uchun D –trigger kechikish triggeri deb ataladi?*
8. *Qayday triggerlar asosida ikkilik sanash qurilmai yasash mumkin?*
9. *Sanash qurilmaining qayta sanash koeffitsiyenti nima?*
10. *Sanash qurilmaining qayta sanash koeffitsiyenti qiymatini qanday usullar bilan o'zgartirish mumkin?*

4. GENERATORLAR VA O'ZGARTIRGICHLAR

4.1. Raqamli signallar va ularning asosiy parametrlari

Analog – raqamli o'zgartirgichlar (ARO') zamonaviy fan va texnikaning turli sohalarida keng qo'llanib kelinmoqda. Ular raqamli o'lchov asboblari, axborotlarni o'zgartirig va aks etish tizimlari, dasturlanuvchi kuchlanish manbalari, elektron-nur trubkali indikatorlar, radiolokasiya tizimlari, element va mikrosxemalarni nazorat qilish qurilmalarining ajralmas qismi bo'lib, hamda turli nazorat qilish va boshqarish avtomatik tizimlari, EHMLarning axborot kiritish va chiqarish qurilmalarinig muhim kompyoennti hisoblanadi. Ularning negizida ixtiyoriy funksiyalarning o'zgartirgichlari va generatorlari, raqamli boshqaruvga analog qayd etish qurilmalari, korrelyatorlar, spektr analizatorlari va boshqalarni tuzish mumkin. Hozirgi kunga kelib ARO' ishlab chiqarishning uch xil texnollogiyasi qo'llaniladi: modulli, gibrid va yarimo'tkazgichli. Bunda yarimo'tkazgichli IMSlarning ARO'dagi ulushi ortib bormoqda.

Analog signalni raqamli ko'rinishga o'tkazish uchun analog-raqamli o'zgartirgichlar ishlatiladi. Analog signalini raqamli signalga o'girish jarayonida quyidagi amallar bajariladi: *diskretlash, kvantlash* va *kodlash*.

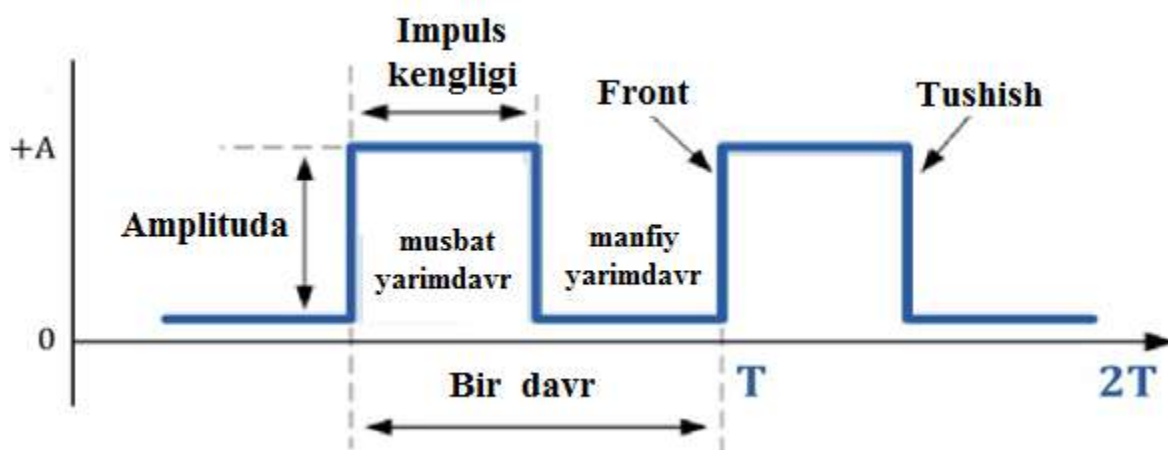
Diskretlash deganda vaqt bo'yicha uzluksiz signaldan ma'lum vaqt momentilariga to'g'ri keladigan, birin-ketin kelayotgan takt impulsarlari intervali va uzunligi bilan bog'liq ma'lum (diskret) qiymatlarini tanlash tushuniladi.

Kvantlash diskretlash natijasida tanlangan analog signal qiymatini yaqin turgan sath qiymatigacha yaxlitlashni nazarda tutadi. Bunda kvantlash sathlari tartib raqamiga ega bo'lib, bir-biridan ma'lum delta kattaligiga farq qiladi. Bu oraliq kvantlash qadami deb ataladi.

Umumiy qilib aytganda, *diskretlash* – uzluksiz funksiyani diskret qiymatlar qatori ko'rinishda ifodalash jarayoni, kvantlash esa – signal (qiymatlar)ni sathlarga

ajratishdir. **Kodlash** deganda esa kvantlash natijasida olingan elementlarni ma'lum kodli kombinasiya bilan solishtirish tushuniladi.

Takt impulslari generatorlari berilgan chastotada ma'lum davomiylikdagi bir ishorali (qutbli) to'g'ri burchakli impulslarning manbai hisoblanadilar. Ular ikki guruhga bo'linadilar: avtogeneratorlar va chastota o'zgartirgichlar. Avtogeneratorlar kuchlanish manbaiga ulangach ma'lum f_0 chastotaga ega bo'lgan impulslar ketma-ketligini shakllantiradilar, chastota bo'lgichlarning chiqishidagi signallarning chastotasi esa $f = \frac{f_0}{M} K$ nisbat bilan aniqlanadi, bu yerda M va K butun sonli koeffitsiyentlar.



4.1–rasm. Impulsning ko‘rinishi va asosiy parametrlari

Impulsi texnikada turli shakldagi impulslar qo'llaniladi. Eng keng tarqalganlari bo'lib: **to'g'ri burchakli**, **arrasimon** va **eksponensial egri chiziq shakliga yaqin** bo'ladi, shu bilan birga impulslar **musbat**, **manfiy** va **qutblari almashinuvchi** bo'lishi mumkin.

Bunday signal avvaliga maksimal qiymatigacha tez ortadi, so'ngra kuchlanish ma'lum muddat o'zgarimas qoladi va so'ngra impuls tez so'nadi.

Impuls **front (old front)**, **cho'qqi (tekis qism)** va **qirqim (orqa front)** qismlari bilan xarakterlanadi.

Impulslar quyidagi parametrlarga ega: **amplituda**, **davomiylilik (kenglik)**, **front davomiyligi**, **qirqim davomiyligi** va **cho'qqining tushishi**.

Impuls amplitudasi U_m impuls signalining eng katta kuchlanish qiymatini ifodalaydi.

Impulsning davomiyligi (kengligi) impulsning vaqt bo'yicha davomiyligini ifodalaydi.

Impuls fronti davomiyligi va tushish davomiyligi mos ravishda impulsning ortibborish va pasayib borish vaqtini belgilaydi.

Impuls cho'qqisining tushishi va uning nisbiy qiymati impulsning silliq qismida kuchlanish pasayishini aks etadi.

Impuls ketma-ketligi parametrlari bo'lib: **takrorlanish davri, takrorlanish chastotasi, pauza, to'lish koeffitsiyenti va skvajnost.**

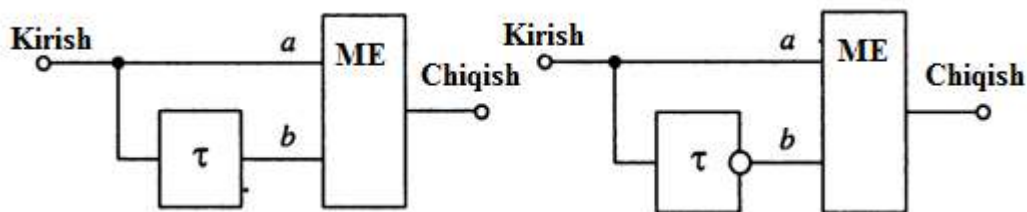
Impulsi signal (impulslar ketma-ketligi) ulkan informasion imkoniyatlarga ega. Elektr hamda noelektr parametrlarni impuls shaklidagi signalga o'zgartirish uchun **vaqt-impulsi** va **son-impulsi usullar** keng qo'llaniladi.

Impulsi uskunalar hisoblash texnikasi, o'zgartirish texnikasi, avtomatika, axborot o'lchov texnikasi, aloqa tizimlari va radiolokasiya, radioastronomiya va radionavigasiya va boshqalarda keng qo'llaniladi.

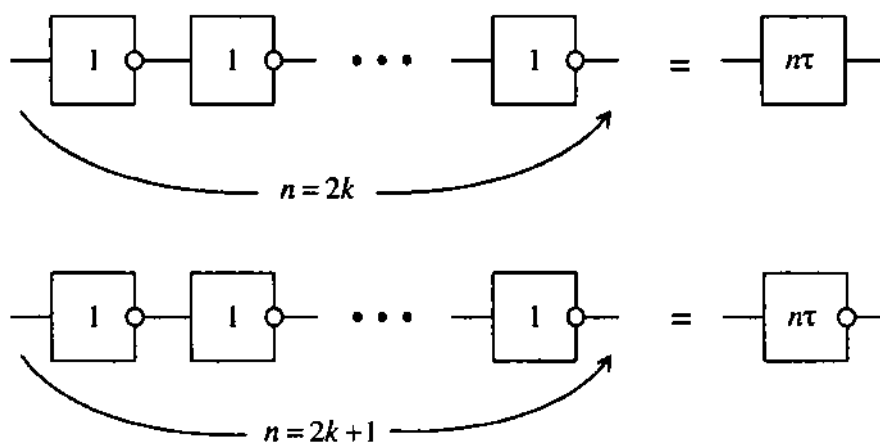
4.2. Takt impulslari generatorlari

Raqamli texnikada faqat to'g'ri burchakli impulsi signallar qo'llaniladi, shuning uchun impulslar shakllantirgichlari deganda impuls shaklini saqlab qolgan holda uning uzunligini o'zgartiruvchi yoki vaqt bo'yicha siljishni amalga oshiruvchi tugunlar tushuniladi.

Sodda shakllantirgichlar 4.2–rasmda keltirilgan tuzilmaga ega. Bu yerda τ orqali belgilangan blok yordamida kirish signalini kirish impulsi uzunligidan kichik bo'lgan τ vaqtga kechiktirib beruvchi element ko'rsatilgan. Bunday elementlar sifatida integrallovchi zanjirlar, hamda ketma-ket ulangan invertorlar yoki buferli ventillarning guruhidan foydalanish mumkin (4.3–rasm).



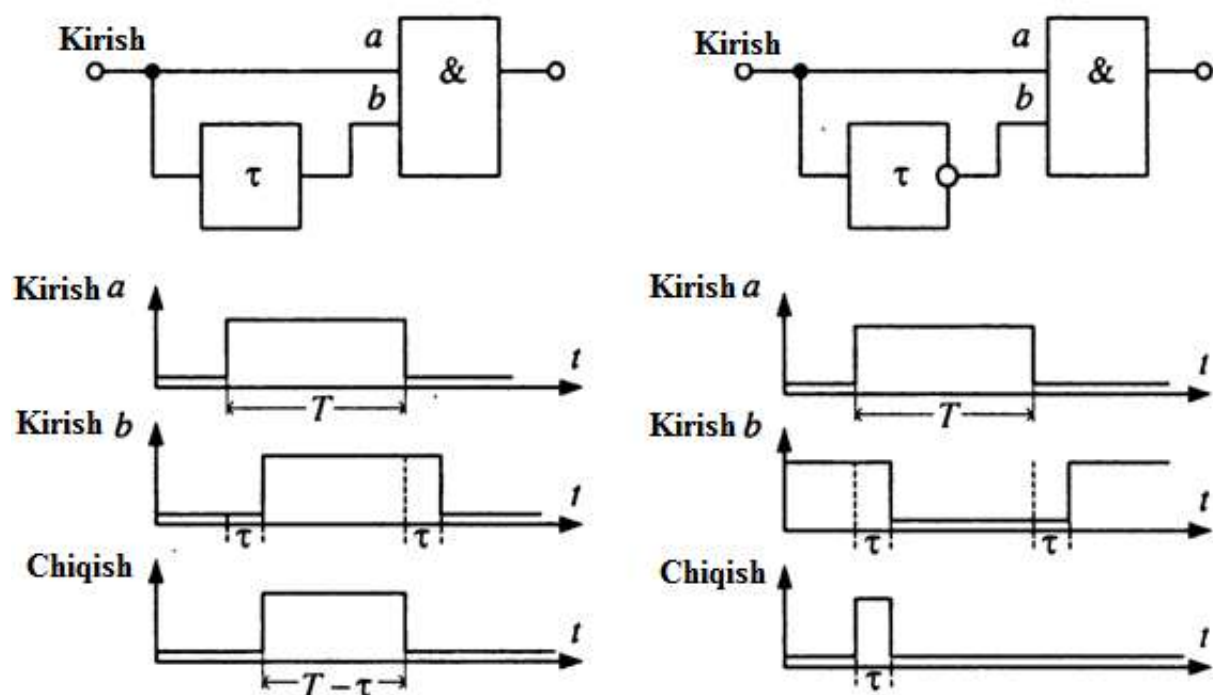
4.2–rasm. Impuls shakllantirgichlarning umumlashtirilgan sxemalari



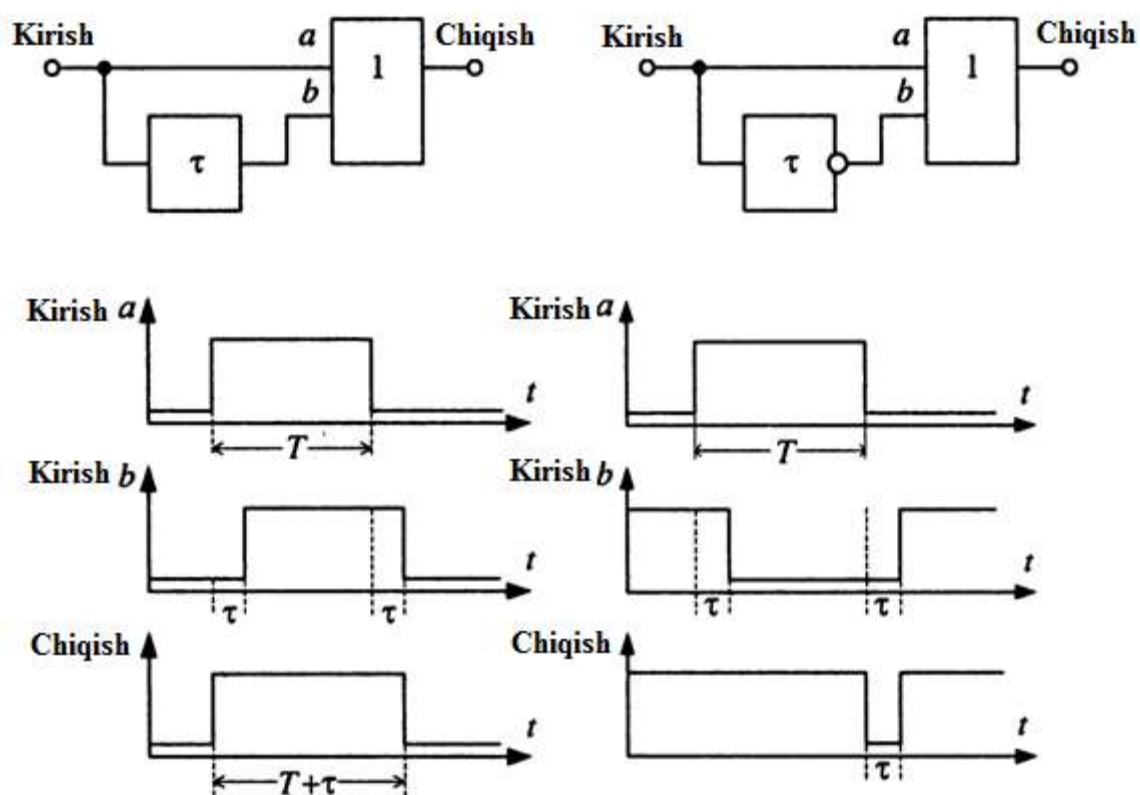
4.3–rasm. Inverslamaydigan va inverslaydigan kechiktirish elementi tuzilmasi

Agar bitta invertordan signal o‘tishining kechikishi τ ga teng bo‘lsa, u holda ularning miqdori n - juft bo‘lsa, signalning inversiyasiz umumiy kechikishi $n\tau$, toq bo‘lsa - signalning kechikishi $n\tau$ bo‘lgan holda, inverslangan bo‘ladi.

2 VA ME qo‘llanilgan shakllantirgich ishining vaqt diagrammalari 4.4–rasmda keltirilgan. Ikkala kirishda mantiqiy bir signali mavjud bo‘lganda yuqori darajali kuchlanish shakllanganligi sababli, chiqishdagi impulsning uzunligi kirishga nisbatan τ ga kam bo‘ladi. Inverlaydigan element qo‘llanilganda esa, chiqishdagi impulsning uzunligining kechikishi uning kattaligiga teng bo‘ladi, chunki ikkala kirishda mantiqiy bir signallari faqat kirish signallarining oldi fronti bo‘yicha τ vaqtga paydo bo‘ladi.



4.4-rasm. 2VA elementi qo‘llanilgan impuls shakllantirgich

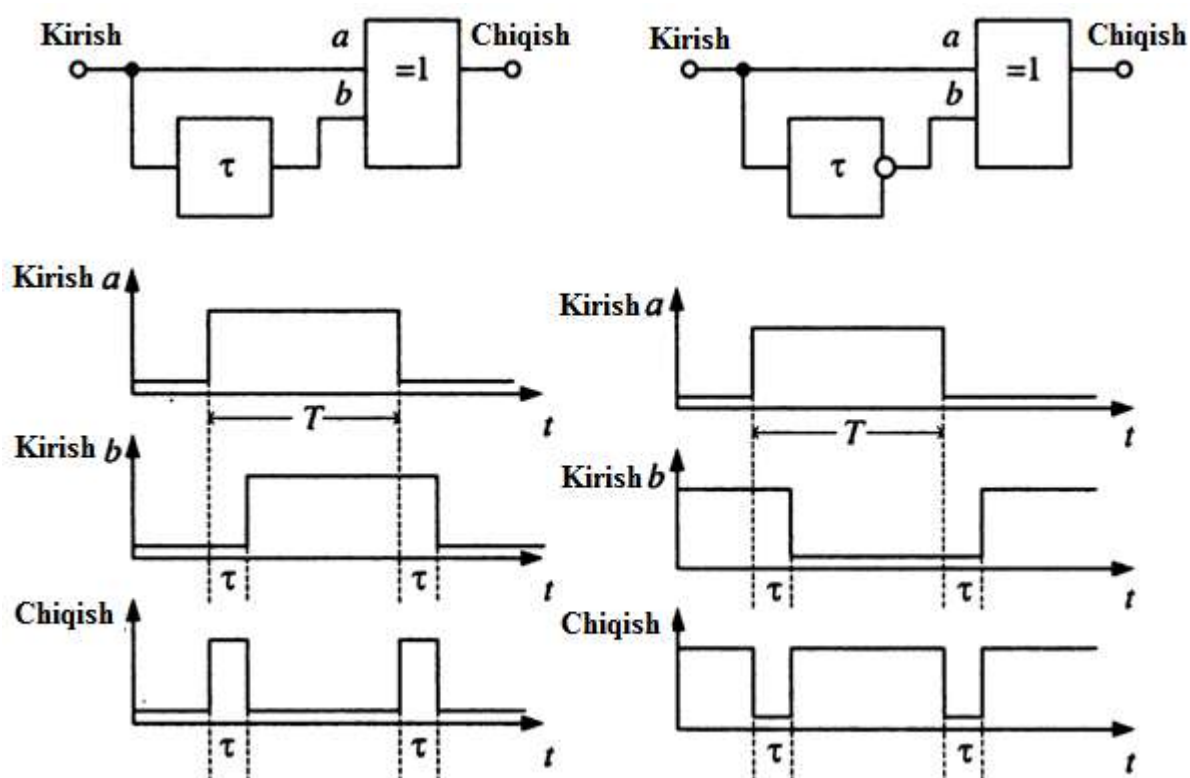


4.5-rasm. 2YOKI elementi qo‘llanilgan impuls shakllantirgich

2YOKI ME chiqishidagi signal mantiqiy birga teng bo‘ladi, agar ularning biror kirishida mantiqiy bir mavjud bo‘lsa. Bunda shakllantirgichda chiqishidagi impuls davomiyligi kirishdagi elementga nisbatan τ ga katta bo‘ladi, agar kechiktirish elementi inverslaymaydigan bo‘lsa. Xuddi shunday chiqishda davomiyligi τ ga teng bo‘lgan past mantiqiy sath yuzaga keladi, agar inverslovchi element qo‘llanilgan bo‘lsa (4.5–rasm).

Mantiqiy tengsizlik elementida kirishdagi signallar teng bo‘lmagan holdagina chiqishda mantiqiy bir signali shakllanadi. Demak, bunday elementga ega bo‘lgan shakllantirgich kirishdagi signalining oldi va orqa fronti bo‘yicha τ ga teng bo‘lgan davomiylikka ega impulslar shakllantiradi (4.6–rasm).

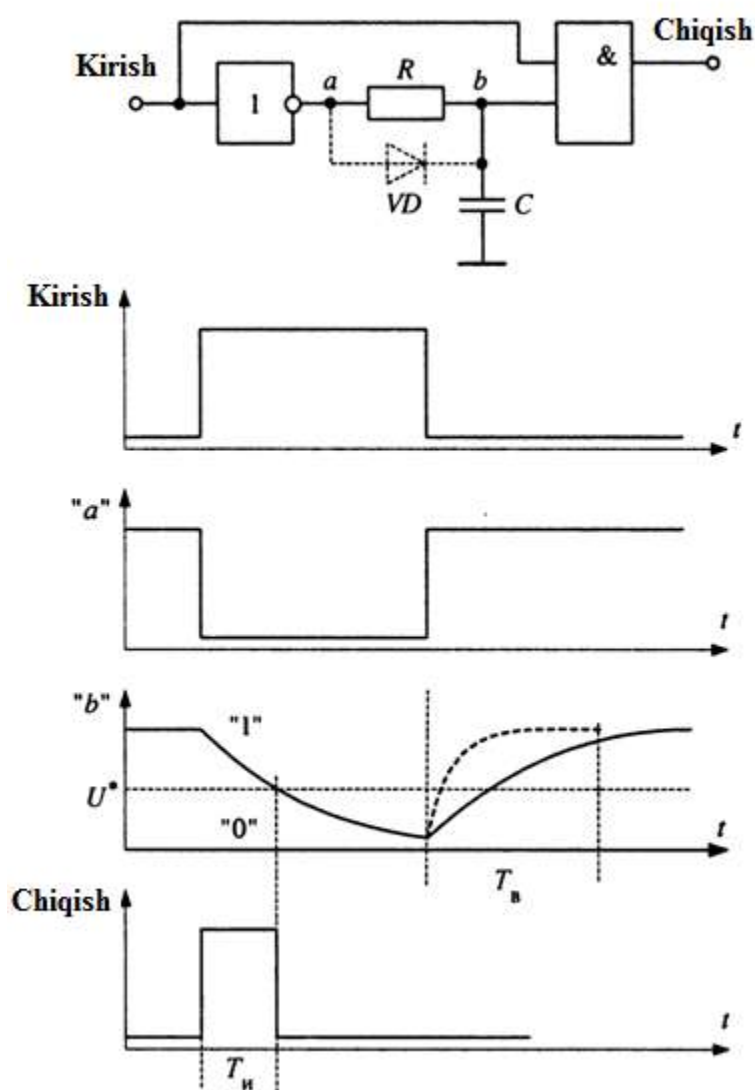
Amalda esa uncha katta bo‘lmagan miqdordagi MELar zanjiridan yuz nanosekunddan katta vaqtni kechiktirishni ta‘minlash mushkul. Shuning uchun kechikishi mikrosekund va undan katta bo‘lgan impuls shakllantirgichlarga ehtiyoj seziladi.



4.6–rasm. Mantiqiy tengsizlik elementi qo‘llanilgan impuls shakllantirgich

Bu vaziyatda 4.7–rasmda keltirilgan shakllantirgichni qo‘llash mumkin. Sxemada kechiktirish elementi sifatida rezistor R hamda kondensator S dan tashkil topgan integrallovchi zanjir qo‘llanilgan. Sxemaning vaqt diagrammalaridan quyidagi kelib chiqadi: kirish signali mavjud bo‘lmaganda INKOR elementi chiqishida yuqori sath mavjud bo‘ladi va kondensator mantiqiy bir kuchlanishigacha zaryalanadi. Chiqishdagi signal mantiqiy nolga teng bo‘ladi.

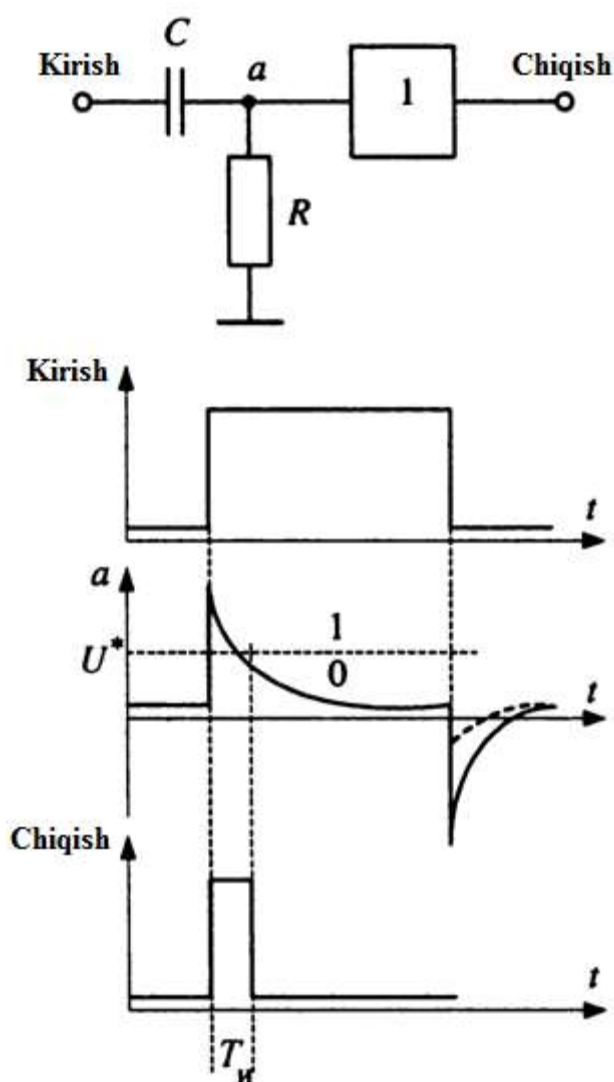
Kirishga musbat impuls kelganda invertor nol holatga o‘tadi va kondensator uning chiqish kaskadi orqali $\tau \approx RC$ vaqt doimiysi bilan razryadlana boshlaydi. "b" nuqtadagi kuchlanishi $2 U^*$ VA elementining U^* qayta ulanish bo‘lag‘asidan past holatga kelguncha, uning kirishidagi signallar mantiqiy bir deb qabul qilinadi va bu vaqt davomida (T_n) chiqishda yuqori kulchanish qiymati shakllanadi.



4.7–rasm. Integrallovchi RC-zanjiri qo‘llanilgan impuls shakllantirgich va uning vaqt diagrammalari

So'ngra 2 VA elementining pastki kirishidagi signal mantiqiy nol deb qabul qilinadigan sathga o'tadi, u nol holatga qayta ulanadi, kondensator esa kirish impulsining to'liq davomiyligida razryadlanadi. Tugagach, tizim dastlabki holatiga qaytadi. Ammo, buning uchun kondensatorni zaryadlash uchun kerak bo'ladigan tiklanish vaqti (T_V) talab etiladi.

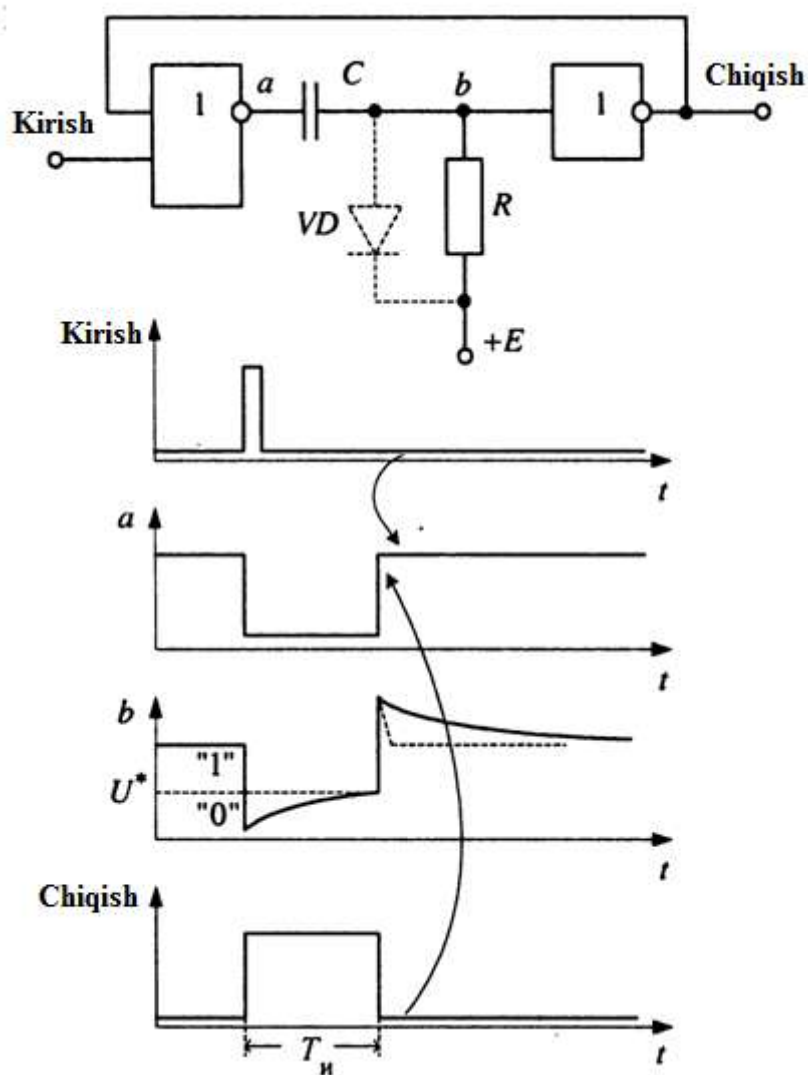
Tiklanish vaqtini tezlatish uchun qayta zaryadlanish zanjiridagi vaqt doimiysini, mazkur holatda qarshilik R qiymatini kichraytirish zarur. Bu maqsadda rezistorga parallel ravishda diod ulanadi (4.7-rasmda sxemaning shtrixlangan sohasi).



4.8-rasm. Differensiallovchi RC-zanjiri qo'llanilgan impuls shakllantirgich va uning vaqt diagrammalari

Ko‘rib chiqilgan shakllantirgichlar (4.7– va 4.8–rasmlar) nisbatan uzun bo‘lgan kirish impulsini chiqishdagi bir muncha qisqa impulsga o‘zgartiradilar. Bir qator holatlarda teskari masalani yechish talab etiladi.

Ikkinchi tur shakllantirgichga 4.9–rasmda keltirilgan sxemani misol keltirish mumkin. Dastlabki holatda invertorning kirishi rezistor R orqalikuchlanish manbaining musbat qutbiga ulanadi va uning chiqishida mantiqiy nolga mos kuchlanish shakllanadi. U nolga mos kirish signali sifatida 2YOKI-INKOR element kirishiga kelib tushadi, natijada uning chiqishida ("a" nuqtada) yuqori sath kulanishi shakllanadi. Bu holat turg‘un hisoblanadi. Kondensator S bunda deyarli razryadlangan bo‘ladi, chunki uning ikkala obkladkasi yuqori potensialga ega.

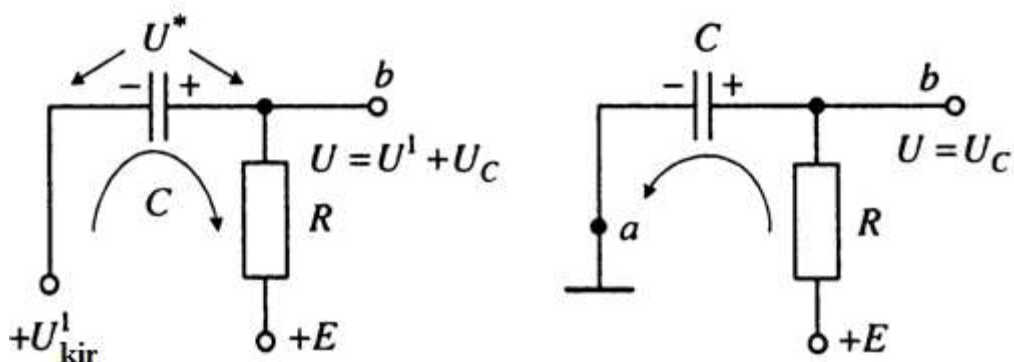


4.9–rasm. Teskari aloqa zanjiri qo‘llanilgan impuls shakllantirgich sxemasi va uning vaqt diagrammalari

Kirish impulsining musbat yarim davri kelishi bilan 2YOKI-INKOR elementini nol holatga o'tkazadi, kondensatordagi zaryad oniy o'zgarasizlik tufayli, kuchlanishning keskin ortishi invertorni kirishida ham kuzatiladi.

Natijada uning chiqishida birga mos signal shakllanadi va u teskari aloqa zanjiri orqali yuqoridagi 2YOKI-INKOR elementiga kelib tushadi. Qurilmaning yangi holati mantiqiy birga mos signal turguncha saqlanib qoladi.

Shu vaqt momentidan boshlab kondensator S kuchlanish manbaining musbat qutbi, rezistor, YOKI-INKOR elementining chiqish kaskadi bo'ylab zanjir orqali zaryadlanish boshlaydi (4.10–rasm). Uning o'ng obkladkasidagi kuchlanish ortib boshlaydi va u qayta ulanish bo'sag'asiga yetgach, inverter mantiqiy nol holatiga o'tadi. Bu signal YOKI-INKOR elementining yuqoridagi kirishiga kelib tushadi, u mantiqiy bir holatga o'tadi va qurilma dastlabki holatiga qaytadi. Impulsning shakllanish davomiyligi $T_i \approx RC \ln \frac{U_{chiq}^1}{U^*}$ nisbat bilan aniqlanadi.



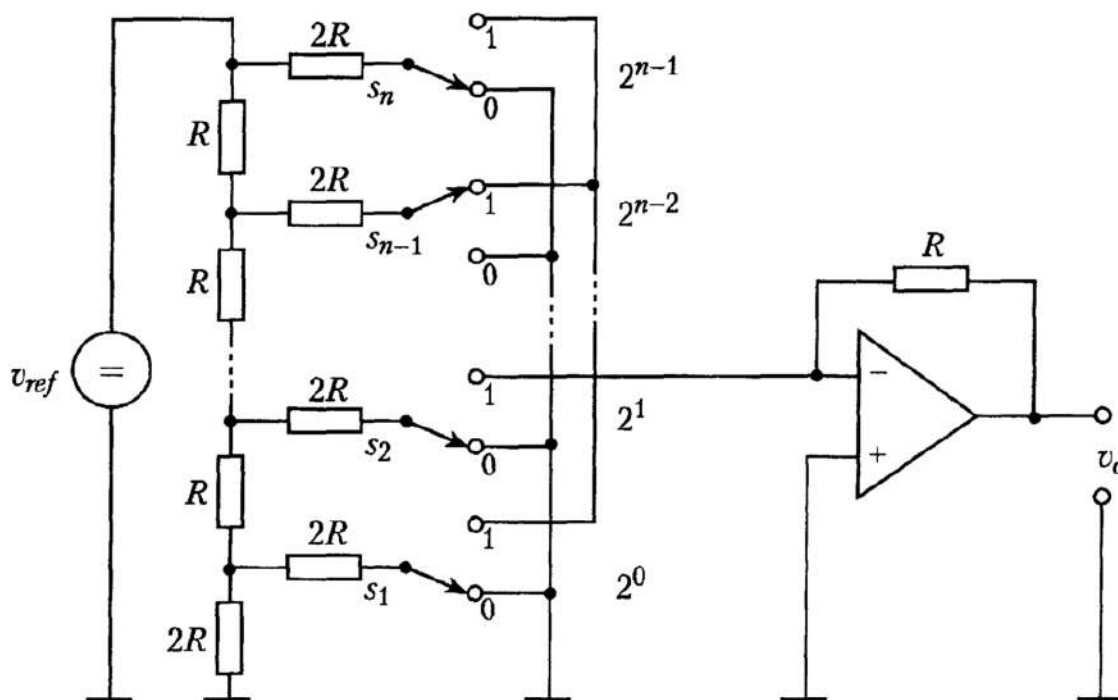
4.10–rasm. Vaqtni belgilab beruvchi kondensatorning zaryadlanish va razryadlanish zanjirlari

Bu vaqtga kelib kondensatorda ma'lum zaryad saqlanadi, "b" nuqtadagi sath keskin ortadi va $U_{chiq}^1 + U_C = U_{chiq}^1 + U^*$ ga teng bo'ladi. Bu vaqt davomida (u tiklanish vaqti deb ataladi) invertorni kirishida kuchlanish manbai potensialini uzuvchi kuchlanish ta'sir etadi. Bu jarayonning davomiyligini qisqartirish uchun sxemaga diod VD kiritiladi, u kuchlanishning keskin ortishi vaqtida ochiladi va kichik qarshilikka ega bo'lgan kondensatorning razryadlanish zanjirini hosil qiladi.

4.3. Raqamli-analog o'zgartirgichlar

Raqamli-analog o'zgartirgichlar (RAO) kirishga berilayotgan analog signalni kvantlaydi hamda diskretlaydi. Mazkur qurilmaning turlicha sxemalari mavjud bo'lib, ular signal quvvatlari, signal turlari va boshqa texnik xossalariga bog'liq bo'ladi. Bunday sxemalar analog va raqamli sxemalarni bir-biriga bog'lovchi (muvofiqlashtiruvchi) ko'priklar vazifasini bajaradilar.

RAO'lar tovush kuchaytirgichlari, audio-video signallarga ishlov berish qurilmalari, turli datchiklarni kalibrovkalash, radiapparatlarga, turli ko'irinishdagi ma'lumotlarni taqsimlash tizimlarida keng qo'llaniladi.



4.11-rasm. Raqamli-analog o'zgartirgich sxemasi

RAO'lar elektr hamda mexanik turlarga bo'lanadi. Elektr RAO'larda tok, kuchlanish, vaqt intervali, mexanik RAO'larda esa - chiziqli va burchak siljishlarchiqishdagi signallar bo'lib hisoblanadilar. RAO'lar quyidagi tizimlarda keng qo'llaniladi:

- raqamli aloqa tizimlari, teleo'lchash tizimlari (modemlar, kodeklar, aktiv va raqamli filtrlar), analog signallarni taqsimlash tizimlari;

- texnologik jarayonlarni boshqarish tizimlarida (raqamli dasturiy boshqarish stanoklari, presizion elektr termo ishlov berish, elektron-nurli fotolitografiya va boshqalar);

- sinash va o'lchash texnikasida (dasturlanuvchi kuchlanish manbalari, raqamli o'lchov asboblari va boshqalar).

Raqamli axborot mos kodlar yordamida ifodalanadi. Bunda ikkilik raqamli kod eng keng tarqalgani hisoblanadi. Bunday kodda razryad qiymatlari yuqori yoki past sathli kuchlanishlar yoki kuchlanishning mavjudligi va mavjud emasligi bilan aniqlanadi. Raqamli kod bitta liniyadan uzatilsa va kodning razryadlariga mos keladigan kuchlanish sathlari turli vaqt momentlarida kelib tushsa - u ketma-ketli hisoblanadi. Parallel kodlashda esa kod razryadariga mos keladigan kuchlanishning barcha sathlari bir vaqtda kelib tushadilar va bir vaqtda ishlov beriladi. Raqamli kod mantiqiy nol va birlar ketma-ketligi ko'rinishida ifodalandi, masalan:1101. Bu kod yordamida 4 raqami yozilgan bo'lib, ular razryad deb ataladi. Chapdagi chekka razryad-katta razryad, o'ngdagi chekka razryad esa-kichik razryad deb ataladi. Agar kodlash tizimi yoki kod turi ma'lum bo'lsa raqamli ekvivalentni aniqlash mushkul emas. RAO'larda 8-4-2-1 yoki 2-4-2-1 razryad vaznlariga ega bo'lan ikkilik va o'nlik-ikkilik kodlar keng qo'llaniladi.

Kodlar yana to'g'ri va teskari ham bo'lishi mumkin. Teskari kodlar to'g'ri kodlarning barcha razryadlarini inverslash orqali hosil qilinadi. RAO' kirishiga berilishi va chiqish kattaligiga o'zgarishi mumkin bo'lgan razryadlarning maksimal soni konkret integral sxema bilan aniqlanadi.

Razryadlar soni - RAO' kirishidagi kodli kombinasiyalarning maksimal qiymatining ikkilik logarifmidir. Razryadlar soni IMSning nominal funksional imkoniyatlarini belgilaydigan umumiy tasnifi hisoblanadi.

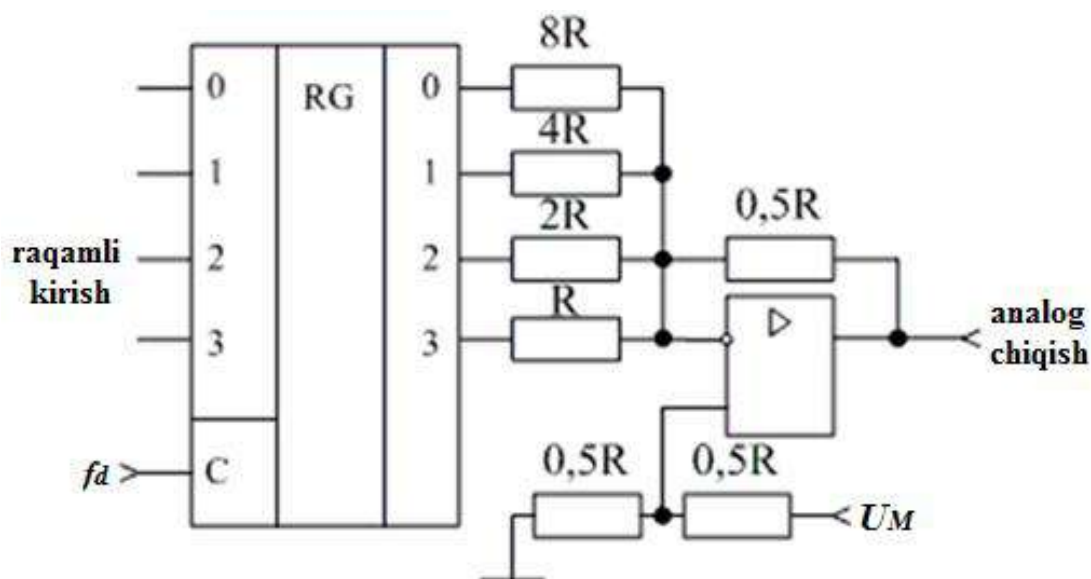
Kirishga berilayotgan raqamli kodga bog'liq ravishda chikishdagi kuchlanishni shakllantirish usuliga ko'ra RAO'lar uch guruhga bo'lanadi:

- toklar yig'inidisini oldish;

- kuchlanlarni yig'indisini olish;
- kuchlanishni bo'lish.

Katta integral mikrosxemalarni yasashda toklar yig'indisini olish sxemasi keng qo'llaniladi. Kuchlanishlar yig'indisini olishga hamda bo'lishga asoslangan RAO'lar unchalik texnologik emas, ammo hozirgi kungacha raqamli va analog mikrosxemalar asosidagi apparaturalarda qo'llaniladi.

Chiqishdagi kuchlanishlarni shakllantirishda toklar yig'indisini olishni qo'llaydigan RAO'lar ikki turga bo'linadi: o'lchangan rezistorlarni qo'llash va $R-2R$ rezistorlarda bajarilgan ko'p zvenoli zanjirlarni qo'llash. RAO'larning ishlash tamoyili shunga asoslangan-ki, ixtiyoriy ikkilik sonni 2 sonining darajalarining yig'indisi ko'rinishida ifodalash mumkin. Shuning uchun raqamli sonlarni analog kattalik (kuchlanish, tok va boshqa)ka o'zgartirishda har bir son birligiga mazkur raqamning razryadiga mos keluvchi vaznga ega bo'lgan analog kattalikni qo'yish, so'ngra bu kattaliklarni qo'shish lozim.



4.12–rasm. To‘rt razryadli RAO‘

4.12–rasmda ikkilik-o'lchangan rezistorlar asosidagi to'rt razryadli RAO' sxemasi keltirilgan bo'lib u ikkilik-o'lchangan rezistorlar matrisasi, har bir razryad uchun raqamli signallar yordamida boshqariladigan qayta ulagichlar, kirish (tayanch) kuchlanishi va invers ulanishli operasion kuchaytirigichda yig'ilgan jamlovchi kuchaytirigichdan tashkil topgan. Kirishdagi signal razryadlariga mos

keluvchi rezistorlarning qarshiliklari qo'shni bitga o'tishda ikki martaga farqlanadi. RAO'ning kirishlarigan-razryadli signal beriladi. Har bir raqamli signal o'zning qayta ulagichi yordamida boshqariladi. Bunda ixtiyoriy rezistor yoki umumiy shinaga, yoki kirishdagi kuchlanish manbaiga ulanadi. Soddalik uchun qayta ulagichlar qarshiligi va kirishdagi signal manbaining ichki qarshiliklari nolga teng deb olinadi.

4.4. Analog-raqamli o'zgartirgichlar

Kuchlanishni kodga o'girish usullari juda ko'p. Bunda har bir usul o'ziga xos xususiyatlari bilan ajralib turadi, jumladan: aniqligi, tezkorligi, murakkabligi. O'zgartirish usuliga ko'ra analog-raqamli o'zgartirgich (ARO')lar uch turga bo'linadi: parallel, ketma-ketli hamda ketma-ketli-parallel.

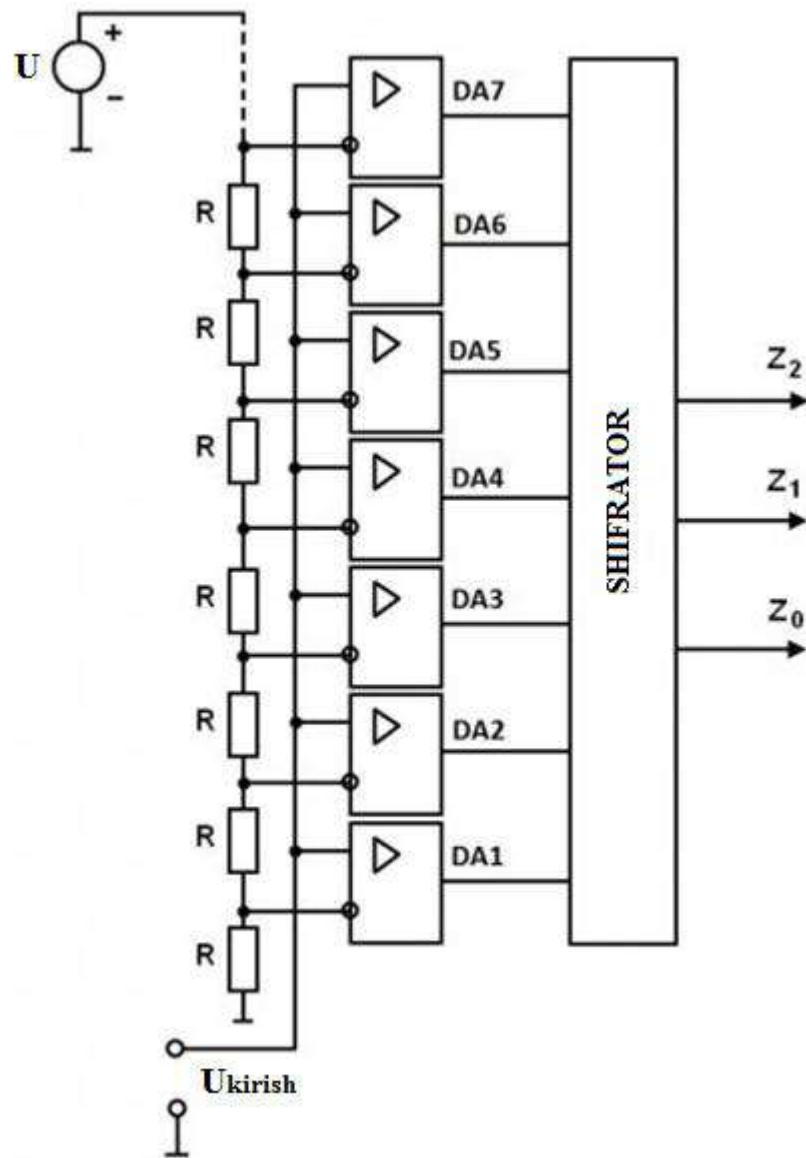
4.13–rasmda Parallel analog-raqamli o'zgartirgich sxemasi keltirilgan. Parallel ARO' – analog-raqamli o'zgartirgichlar ichida eng tezkori hisoblanadi.

Solishtirish elektron qurilmalari soni (komparatorlarning umumiy miqdori) ARO' razryadligiga mos keladi: ikki razryad uchun uchta komparator, uchta razryad uchun – yettita, to'rtta razryad uchun – 15 ta va x.z. yetarli bo'ladi. Rezistorlarda bajarilgan kuchlanish bo'lgich bir qator o'zgarimas tayanch kuchlanishlarni berish uchun mo'ljallangan.

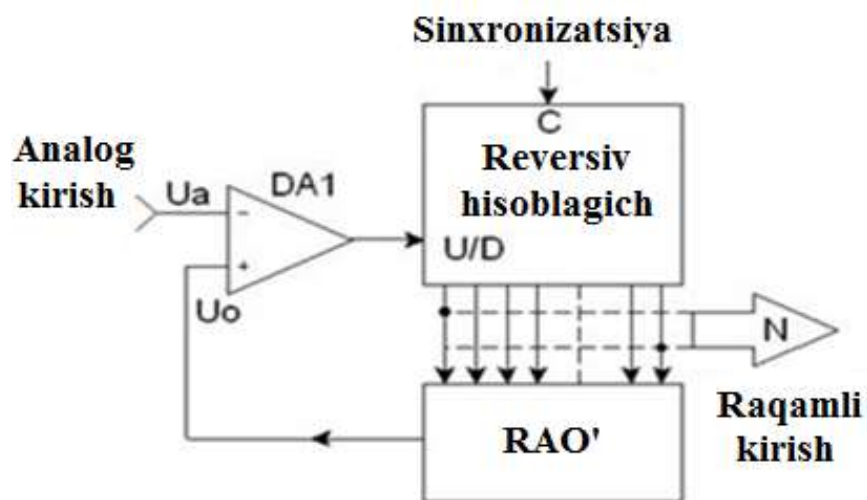
Kirish kuchlanishi barcha komparatorlarning kirishlariga bir vaqtda beriladi va rezistiv bo'lgichdan o'tgan ma'lum tayanch kuchlanishlar bilan solishtiriladi.

Inverslamaydigan kirishlariga tayanch kuchlanishdan katta kuchlanish berilayotgan komparatorlar chiqishida mantiqiy bir shakllanadi, qolgan chiqishlarda esa (kirishdagi kuchdanish tayanch kuchlanishdan kchiki yoki teng bo'lsa) – mantiqiy nol shakllanadi.

Sxemaning chiqishiga shifrador ulangan bo'lib, uning vazifasi – bir va nellar kombinasiyasini standart, adekvat binar kodga aylantirish hisoblanadi.



4.13–rasm.Parallel analog-raqamli o‘zgartirgich sxemasi



4.14–rasm.Ketma-ket analog-raqamli o‘zgartirgich sxemasi

Ketma-ket ARO‘ sxemalarining tezkorligi bir muncha kichik bo‘lib, ammo ularning yasalish sxemalari soddadir. Ularda komparator, “VA” ME, takt impuls-lari generatori, hisoblagich va RAO‘ ishlatiladi (4.14–rasm).

Nazorat savollari

1. *Analog signallarni raqamli ko‘rinishga o‘tkazish uchun qanday amallar bajariladi?*
2. *Impulslar texnikada qanday shakldagi impuls qo‘llaniladi?*
3. *Impulslarni asosiy parametrlarini sanab bering.*
4. *Elektr hamda noelektr parametrlarni impuls shaklidagi signalga o‘zgartirish uchun qanday usullarkeng qo‘llaniladi?*
5. *Takt impuls-lari generatorlari qanday fazifalarni bajaradilar?*
6. *VA ME yordamida bajarilgan impuls shakllantirgich sxemasini keltiring.*
7. *YOKI ME yordamida bajarilgan impuls shakllantirgich sxemasini keltiring.*
8. *Mantiqiy tengsizlik elementi qo‘llanilgan impuls shakllantirgich sxemasini keltiring.*
9. *Integrallovchi RC-zanjiri qo‘llanilgan impuls shakllantirgich sxemasini keltiring.*
10. *Differensiallovchi RC-zanjiri qo‘llanilgan impuls shakllantirgich sxemasini keltiring.*
11. *Teskari aloqa zanjiri qo‘llanilgan impuls shakllantirgich sxemasini keltiring.*
12. *Analog-raqamli hamda raqamli-analog o‘zgartirgichlar nima maqsadlarda qo‘llaniladi?*

5. MIKROPROTSESSORLAR

5.1. Mikroprotsektorlar va ularning sinflanishi

Hisoblash texnikasi vositalari uzluksiz (analog) va raqamli turlarga ajratilgan bo‘lib, ulardan birinchisi yuqori tezkorlikka ega, real vaqt rejimida ishlash imkoniyatini beradi, lekin aniqlik darajasi nisbatan kam bo‘ladi.

Raqamli hisoblash texnikasiga asoslangan vositalar yordamida esa nazariy jihatdan istalgan aniqlikka erishish mumkin. Buning uchun qayta ishlanadigan axborot razryadlari sonini kerakli aniqlikkacha uzaytirish zarur. Katta razryadli axborotlarni qayta ishlash uchun qo‘shimcha vaqt talab qilinadi. Bu xol tezkorlikni nisbatan pasayishiga olib keladi.

Mikroprotsektor (MP) deb – axborotni qayta ishlashga mo‘ljallangan, dastur bilan boshqariladigan va konstruktiv jihatdan bir yoki bir nechta katta integral sxemalarga asoslangan qurilmaga aytiladi. MP yoki markaziy protsektor har kandy kompyuterning eng asosiy va eng qimmat qurilmasi bo‘lib, u ma‘lumotlarni qayta ishlash bilan bog‘liq barcha hisoblash va boshqarish vazifalarini bajaradi. Zamonaviy kompyuterlarda ishlatiladigan MPlar Intel firmasida ishlab chiqarilgan mikrosxemalar oilasi bilan birga ishlashga moslashgan bo‘lib, ular nafaqat Intel firmasi tomonidan balki AMD, Cyrix, IDT va Rise technologies kompaniyalari tomonidan ham ishlab chiqarilmokda.

Hozirgi vaqtda MPlar bozorida Intel yetakchilik qilmokda. MPlar tarixiga nazar solinsa, o‘tgan asr 70-yillarining oxirlarida Zilog firmasining Z-80 va MOS Tehnologiyasining 6502 modellari yetakchilik qilgan. Z-80 protsektori Intel 8080 protsektorining mukammallashtirilgan va nisbatan tannarxi arzon nushasidir.

Intel va Microsoft firmalarining yulduzli onlari 1981 yilga to‘g‘ri kelib, IBM firmasi Intel 8080 protsektori (4,77 MGs) va Microsoft Disk Operationg Sistem (DOS) operasion tizimining 1.0 talqini asosida o‘zining birinchi shaxsiy kompyuteri “IBM PC” ni ishlab chiqardi. Shu vaqtdan boshlab amalda barcha shaxsiy

kompyutelarga Intel firmasi prosessori va Microsoft firmasining operasion tizimi o'rnatilgan boshladi.

Protsessorlarni 2 asosiy ko'rsatkichlar bo'yicha sinflarga bo'lish mumkin: *razryadlari soni* va *tezkorligi*.

Protsessor tezkorligi megagers (MGs)larda o'lchanadi. Tezkorlik qancha yuqori bo'lsa, shuncha yaxshi. Protsessor razryadlari soni nisbatan murakkab ko'rsatkich bo'lib, uchta asosiy qurilmalarni xarakterlaydi: ma'lumotlarni kiritish va chiqarish shinasini; ichki registrlar; xotira adresi shinasini.

Takt chastotasi 16 MGs dan kam bo'lgan protsessorlarda tezkor kesh-xotira nazarda tutilmagan. 486 protsessorigacha bo'lgan kompyuterlarda kesh-xotira tizimi platasiga o'rnatilgan. 486 protsessordan boshlab 1-pog'ona kesh-xotira protsessor kristallida joylashtirilgan va uning tezkorligi yadro, ya'ni protsessor tezkorligi bilan teng, tizim platasida joylashgan kesh-xotira esa 2-pog'ona nomi bilan yuritiladigan bo'ldi va uning tezkorligi tizim platasining tezkorligiga teng.

Kompyuterning tezkorligi kvartslar rezonatorida ishlab chiqariladigan takt chastotasi bilan harakterlanadi. Oddiy kompyuter mikroshemalari bir necha million Gs (1 Gs bir sekundda bitta tebranish) chastotada ishlaydi.

Protsessor uchun vaqt o'lchovining eng kichik birligi takt chastotasining davri – takt hisoblanadi.

8086 va 8088 protsessorlarida bitta buyruq o'rtacha 12 taktida bajarilsa, 286 va 386 protsessorlarida 4,5 taktida, 486da 2 taktida, Pentium protsessorida bitta taktida, Pentium PRO, Pentium II/III, Celeron va Xeon, hamda Athlon/Duron protsessorlarida bitta taktida kamida uchta buyruq bajarilishi mumkin.

Zamonaviy kompyuterlar tezkorligini yanada oshirish uchun asosiy protsessor bilan birga soprotsessor keng qo'llanilmoqda. Soprotsessorlar trigonometrik va logarifmik funksiyalarni hisoblash, katta razryadli operandlar ustida bo'lish amalini bajarish, ildiz chiqarish kabi murakkab operatsiyalarni tez bajarishga moslashgan bo'lib, bu operatsiyalarni asosiy protsessordan bir necha o'nlab barobar tezroq bajaradi. Qo'shish, ayirish va shu kabi oddiy operatsiyalar soprotsessorga uzatilmaydi va asosiy protsessorning o'zida bajariladi.

Zamonaviy MPlar 8, 16, 32 va 64 razryadli axborotlarni real vaqt rejimiga yaqin tezkorlikda qayta ishlash imkoniyatini beradi. Shu sababli raqamli hisoblash texnikasi vositalarini qo'llash sohalari analog vositalarga nisbatan ancha keng.

Raqamli hisoblash texnikasi vositalari, tuzilmasi va ishlash tamoyiliga ko'ra ikki guruhga bo'linadi: ***belgilangan mantiqqa ega vositalar; dasturlanadigan mantiqqa ega vositalar.***

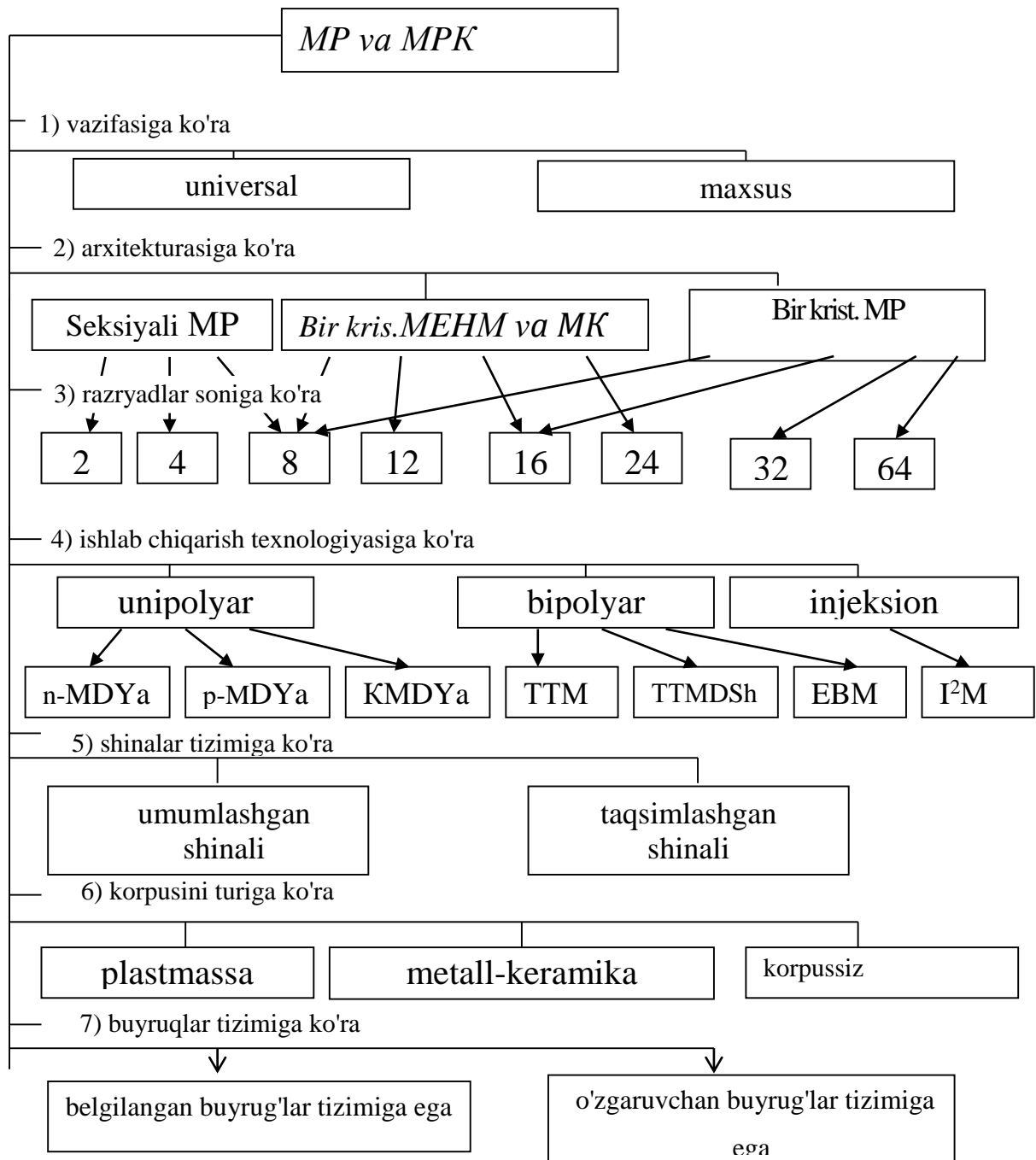
Belgilangan mantiqqa ega vositalar cheklangan apparat tuzilmasiga egavafakat ma'lum bir masalani yechishga mo'ljallangan bo'ladi. Ularni yangi masalaga yoki vazifaga moslashtirish imkoniyati cheklangan. Shu sababli har bir yangi masala uchun yangi apparat vositasi quriladi. Lekin ular o'ta tezkorligi, ishonchli ishlash darajasining yuqoriligi va narhining arzonligi bilan xarakterlanadi.

Dasturlanadigan mantiqqa ega vositalar universal tuzilmaga ega bo'lib, ular yordamida har qanday masalani hal qilish uchun shu masalani yechish algoritmini qurish va uni amalga oshiruvchi dasturni tuzib ishga tushirish yetarlidir. MPlar va ular asosidagi qurilmalar ikkinchi guruxga mansub.

Sanoatda turli xil sohalarda qo'llanilishga mo'ljallangan ko'p turdagi MPlar va MP komplektlari (MPK) ishlab chiqarilishi yo'lga qo'yilgan. MPli boshqarish tizimlarini loyihalashda kerakli MPni tanlash uchun uni bir qator ko'rsatkichlar bo'yicha baholash zarur. Bunday ko'rsatkichlar qatoriga quyidagilar kiradi: belgilangan vazifasi; razryadlari soni va ularni uzaytirish imkoniyati; buyruqlar tizimi; ishlab chiqarish texnologiyasi; tezkorligi; zarur tok, kuchlanish, quvvat ko'rsatkichlari; to'g'ridan-to'g'ri adreslash mumkin bo'lgan xotira hajmi; tashqi ta'sirlarga chidamliligi; konstruktiv nuqtai nazardan korpusining turi.

Sanab o'tilgan ko'rsatkichlar bo'yicha MP va MPKlarining sinflarga bo'linishi 5.1–rasmda keltirilgan.

MP va MPKlar vazifasiga ko'ra ***universal*** (580,581,1801,1810,1816, Intel: 8080,286,386,486,Pentium va h.k.) va ***maxsus*** (1813,1815,1823, AVR mikrokontrollerlari va h.k.) turlarga bo'linadi.



5.1–rasm. MP va MP komplekslarining klassifikatsiyasi

Arxitekturasiga bo'yicha esa *seksiya* (589,1804,1808) va *bir kristalli* MP larga (580,588,1801,1810, Intel: 8080,286,386,486, Pentium va x.k.), hamda bir *kristalli mikro-EHML* larga (1816 seriyadagi MP lar,1813,1815,1823, AVR mikrokontrollerlari va x.k.) bo'linadi.

Seksiya va bir kristalli MP larning asosiy farqi quyidagilardan iborat:

1. Operatsion qism va boshqarish qismi seksiyali MPKlarda alohida-alohida kristallarda, bir kristalli MP va mikro-EHMLarda esa bitta kristallda joylashgan.

2. Buyruqlar tizimi bir kristalli MPlarda cheklangan songa ega, seksiyali MPlarda esa loyihalovchi tomonidan tuziladi.

3. Protsessorning razryadlari soni bir kristalli MP va mikro-EHMLarda cheklangan, seksiyali MPlarda esa markaziy prosessor elementlaridan ibort seksiyalarni parallel ulash orqali kerakli razryaddagi protsessorlarni loyihalash mumkin.

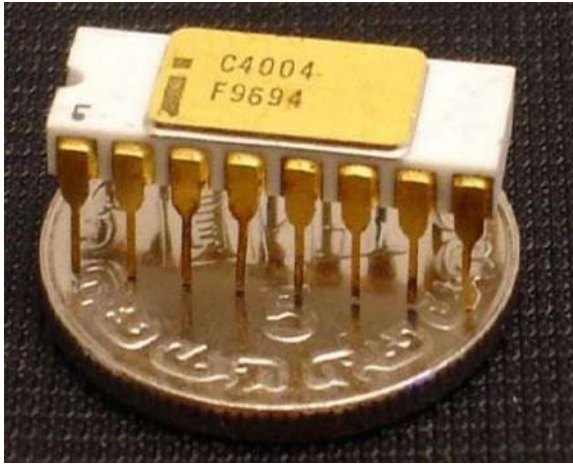
Buyruqlar formati bir kristalli MP va mikro-EHMLarda belgilangan bo'radi, seksiyali MPKlarda esa mikro-buyruq formatini va buyruqlar sonini loyihalovchi shakillantiradi.

5.2. Mikroprotsessorlarning yaratilish tarixi

Intel MPlar yaratish bo'yicha dunyoda birinchi kompaniyalardan bo'lib, o'zining dastlabki 4 razryadli 4004 MPini 1971 yilda ishlab chiqarishdan boshlab, hozirda zamonaviy 64 razryadli MPlarni ishlab chiqarish bo'yicha eng yetakchi hisoblanadi. Uning birinchi mahsuloti PMOS xotira mikrosxemalari edi. 4 razryadli mahsulotlari 4xxx belgisiga ega bo'lib, ikkinchi raqam mahsulot turini: 0 – protsessorlar; 1 – operativ xotira (RAM) mikrosxemalari; 2 – kontrollerlar; 3 – doimiy xotira (ROM); 4 – registrlar; 5 – EPLD mikrosxemalari; 6 – dasturlanadigan doimiy xotira (PROM); 7 – qayta dasturlanadigan doimiy xotira (EPROM); 8 – sinxronlash sxemalari; 9 – telekommunikasiya mikrosxemalarini belgilash uchun qabul qilingan. Uchinchi va to'rtinchi raqamlar mahsulotning tartib raqamiga mos keladi.

4004 MPlari avval Bisicom kalkulyatorlarida, so'ngra "Pioner 102" kosmik apparatida (1972 yil) ishlatilib, hayot davri 2 yilga mo'ljallangan edi.

Lekin kosmik apparat bilan 2003 yilda radioaloqa uzilgunga qadar MP va boshqa elektron tizimlar me'yorida faoliyatini davom ettirgan.



8008 MP 8 razryadga ega bo‘lib, terminallarda, kalkulyatorlarda va ichimliklar sotuvchi apparatlarda qo‘llanilgan. 8 razryadli ma‘lumotlar va 16 razryadli adreslar shinasiga ega 8080 MP lari Altair 8800 hisoblash mashina-larida qo‘llanilgan. Ular uchun uch turda-gi +5V, -5V va +12V manba zarur bo‘lgan.

Ma‘lumotlar va adreslar shinalari ajratilgan va birinchi marta faqat +5V manbadan ishlaydigan 8085 MP lari 1976 yilda ishlab chiqarilgan.

Birinchi 16 razryadli 8086 MP lar 1978 yilda ishlab chiqarilgan bo‘lib, segment registrlari yordamida 64 Kbayt ma‘lumotlarga murojat qilish mumkin bo‘lgan, lekin bu imkoniyat ko‘p yillar davomida dasturchilar uchun bir qator muammolarni keltirib chiqargan. IBM PC kompyuterlarida qo‘llanilgan 8088 MP lari ichki 16 razryadli va tashqi 8 razryadli ma‘lumotlar shinasiga, hamda 20 razryadli adreslar shinasiga ega bo‘lgan. Birinchi marta ko‘p masalali operasion tizimlarda har bir jarayon uchun alohida adreslar maydoniga ega himoyalangan xotira kiritilgan 80286 prosessorlari 1982 yildan ishlab chiqarila boshlangan va o‘z davrining shaxsiy kompterlarida keng qo‘llanilgan.

32 razryadli arxitekturaga ega HE-X86 protsessorlari: iAPX 432 -1981 yil, 80960 – 1988 yil, 80860 – 1989 yil ishlab chiqarilgan bo‘lib, 1 GBaytgacha xotirani adreslash imkoniyatini, hamda GDP (General Date Processor) va RISK – cheklangan buyruqlar tizimiga ega, turli funksiyalarni (kiritish/chikarish interfeysi, xotira nazorati protsessori, tarmoq protsessori va boshqalar) bajarishga mo‘ljallangan bir nechta protsessorlardan tashkil topgan.

80386 seriyasidagi 32 razryadli protsessorlar 1985 yildan boshlab ishlab chiqarilgan. Ular 16 MGs dan (1985 yil) 33 MGs gacha (1989 yil) ishlashga mo‘ljallangan, adreslanadigan xotira 4 Gbayt, virtual xotira 64 Tbayt, yuqori integrasiyaga ega bo‘lib, o‘z ichiga kesh-xotira va shina kontrollerlarini olgan.

80486 seriyasidagi 32 razryadli protsessorlar 1989-1994 yillarda ishlab chiqarilgan bo'lib, chastotasi 25 MGs dan 100 MGs gacha, birinchi pog'ona kesh-xotira prosessor kristallida joylashgan, adreslanadigan xotira 4 Gbayt, virtual xotira 64 Tbayt, o'rnatilgan matematik soprotsessorga ega bo'lgan.

32 razryadli Pentium protsessorlari 1993 yildan ishlab chiqarila boshlangan. Ularning superskolyar arxitekturasi 486 protsessorlariga nisbatan 5 barobar yuqori samaradorlikka ega, +5V manbadan quvvatlanadigan, 16 KBayt birinchi pog'ona kesh-xotiraga, 66 MGs chastotada ishlashga mo'ljallangan. Yadrosi «R54» - 0,6 mkm texprosessda, kristal 90 kv. mm maydonga ega bo'lib, 125 MGs chastotagacha, yadrosi «R54S» - 0,35 mkm texprosess, chastotasi esa 200 MGs gacha bo'lgan.

Pentium II protsessorlari kam byudjetli kompyuter tizimlari uchun mo'ljallangan, ikki MPLi: Covinton va Mendocino 242ta kontaktli korpusga ega bo'lib, 66 MGs chastotada ishlagan.

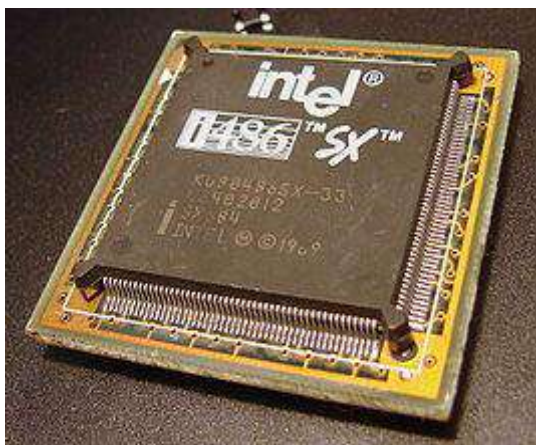
Pentium III protsessorlari Pentium II ning yaxshilangan varianti bo'lib, birinchi pog'ona kesh-xotira 32 KBaytga ega, ulardan 16 KBayti ma'lumotlar uchun va 16 KBayti instruksiyalar uchun ajratilgan, 4 kanalli assosiativ, qator uzunligi 32 Bayt ko'rsatkichlarga ega bo'lgan.

Serverlar va ishchi stansiyalar uchun mo'ljallangan Pentium Xeon protsessorlari (1999 yil) simmetrik ko'p protsessorlikni (SMP) qo'llash imkoniyatini beradi. Ishchi chastotasi 400-450 MGs.

Celeron protsessorlari Pentium III Cjhhtrmineva Tualatin yadrolariga asoslangan bo'lib, kam byudjetli shaxsiy kompyuterlarda keng qo'llanilgan.

2000 yilning noyabrida ishlab chiqarilgan Pentium 4 (yoki proosessor 786) prosessorlarning butunlay yangi avlodi namunasi dir (5.2-rasm).

Pentium 4 giperkonveyer texnologiyasini o'z ichiga olgan NetBurst yangi arxitekturaga, axborotni tezkor qayta ishlash mexanizmiga va tizim shinasining ishchi chastotasi 400 MGs ga, ham buyruqlar bajarilishini nazorat qiluvchi kesh-xotiraga ega.



5.2–rasm. Intel 486 SX protsessori



5.3 – rasm. Pentium 4 protsessori

Intel Pentium 4 da protsessor uchun 423 oyoqchali yangi oʻrnatish joyi - Socket 423, xotiraning yangi konfiguratsiyasi va yangi manba bloki nazarda tutilgan.

Quyida Pentium 4 ning asosiy koʻrsatkichlari keltirilgan:

- Protsessorning takt chastotasi 1,3-1,7 GGs oraliqda;
- Tranzistorlar soni -42 mln.,0,18-mikronli texnologiya;
- Dastur taʼminoti 32 razryadli Intel protsessorlarining avvalgi avlodlari bilan muvofiq;
- Protsessor shinasining takt chastotasi-400 MGs;
- Arifmetik-mantiqiy qurilmalar (AMQ) protsessor yadrosiga nisbatan ikki karra yuqori chastotada ishlaydi;
- Giperkonveyer texnologiyasi (20 pogʻona);
- Koʻrsatmalarni nostandart bajarilishi;
- Tarmoqlanishni oldindan hisobga olish imkoniyati;
- Birinchi pogʻona kesh-xotira hajmi 20 KBayt (12 Kbayt buyruqlarni bajarilishini nazorat qilish uchun, 8 KBayt maʼlumotlar uchun);
- Protsessor chastotasida ishlovchi 8 pogʻonali 128-razryadli ikkinchi pogʻona kesh-xotira 256 Kbayt hajmga ega;

- Ikkinchi pog‘ona kesh-xotira 4 GBaytgacha hajmdagi operativ xotirani qayta ishlash va xatolarni korrekcirovka qilish kodi (YeSS)ni qo‘llash imkoniyatini beradi;

- CCE2 ni 144 ta yangi ko‘rsatmalarini qo‘llaydi;
- O‘zgaruvchan nuqtali operatsiyalarni bajaruvchi kengaytirilgan modulь;
- Iste’mol quvvatini kamaytirishning bir necha rejimlari.

Pentium 4 – ishchi stansiyalarning boshlang‘ich pog‘onasida qo‘llanilgan, yuqori tezkorligi va energiya iqtisodi (Batteri Optimized Mode) rejimlarida yadro kuchlanishi mos ravishda 1,15V va 1,05V, talab qilishi hisobiga to‘liqo‘lchamli mobil shaxsiy kompyuterlarda keng qo‘llanilgan.

Itanium protsessorlari Intel kompaniyasining 2001–2007 yillarda ishlab chiqarilgan, eng yuqori samaradorlikka ega bo‘lgan, serverlar bozori uchun mo‘ljallangan, 64 razryadli ikki yadroli arxitekturaga ega.

Itanium 64-razryadli arxitekturaga ega IA-64 protsessorlar oilasining birinchisi hisoblanadi va buyruqlar bajarilishini oldindan hisobga olish va bajarish imkoniyatiga ega.

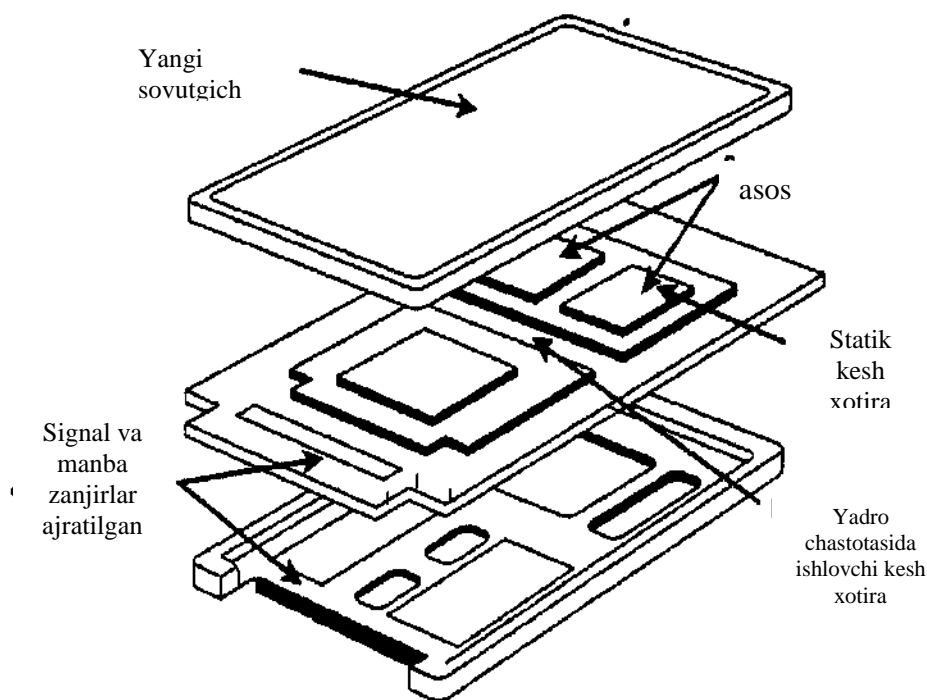
Itanium protsessorining asosiy texnik tasniflari:

- protsessorning takt chastotasi -733 va 800 MGs;
- uch pog‘onali integrallangan kesh-xotira (ikkinchi pog‘onasi 96 Kbayt va uchinchi pog‘onasi 2 yoki 4 Mbayt hajmda yadro kristallida joylashgan bo‘lib, uning to‘liq chastotasida ishlaydi);

- kristalldagi tranzistorlar soni 25 millionta plyus uchinchi pog‘ona kesh-xotirada 300 milliontagacha;

- 44 razryadli adreslar shinasi 16 terabayt fizik adreslarni adreslay oladi;
- 32 razryadli apparat ta’minotiga egayo‘riqnomalar bilan to‘liq ishlay oladi;
- EPIC (Explicitly Parallel Instruction Computing) texnologiyasi bir takt davomida 20 tagacha operatsiyalarni bajarish imkoniyatiga ega;

- butun sonlar va o‘zgaruvchan nuqtali sonlar bilan ishlash uchun 128 tadan registr nazarda tutilgan.



5.4–rasm. Itanium protsessori

Itanium protsessori Pin Array Cartridge (RAS) yangi korpusda uchinchi pog‘ona kesh-xotirani ham o‘z ichiga oladi va RAS418 (418 ta chiqishli) raz’yemga o‘rnatiladi. Korpusining o‘lchamlari 75x125 mm, og‘irligi taxminan 170gr bo‘lib, 018-mikronli texnologiyaga asoslangan va 0,13-mikronli texnologiya ham nazarda tutilgan.

5.3. Mikroprossessorlarni zamonaviy texnika va ishlab chiqarish sohalarida qo‘llash imkoniyatlari

Mikroprotsessor –dasturiy boshqariladigan arifmetik va mantiqiy amallarni bajarishga mo‘ljallangan qurilmadir. MPLi texnikaning ishlab chiqarishda paydo bo‘lishi mashinalar, uskunalar va ishlab chiqarish jarayonlarini kompleks avtomatlashtirishning sifatli yangi negizini yaratadi.

MPlarda mikroelektron texnologiyaning yutuqlariga tayangan holda murakkab sxema – 1 sekunda cheklanmagan miqdordagi amallarni bajaruvchi bosh blokni miniatyur EHMga joylashtirish mumkin. Bu kabi bir nechta kristallar hajmi bir necha ming mashina so‘zidan tashkil topgan operativ xotirani tashkil etadi. Ushbu mikrosxemalarni axborotlarni kiritish-chiqarish qurilmalari bilan ulagan holda, murakkab boshqaruv masalalarini yechishga qodir mikro-EHMni shakllantiriladi. MPlarni qo‘llanilishi mikro-EHMLar paydo bo‘lgunga qadar ishlatilgan hisoblash texnikasidan ancha arzondir.

Mikro-EHMLar funksional imkoniyatlari jihatidan mini-EHMLarga yaqin bo‘lib, hozircha kichik samaradorligi bilan ajralib turadi. Mikro old qo‘shimchasi kichik yoki nisbatan arzon hisoblash texnikasini tasfnilaydi.

MPlarning afzalliklarini ikkita yirik qo‘llanish sohasi belgilab beradi. Birinchi soha – MPlarni stanoklar, dvigatellar, robotlar, transport vositalarga o‘rnatish. Dasturiy yoki optimal rostdash kabi murakkab masalalarni yechgan holda, MPlar ular o‘rnatilgan mahsulotlarning texnik-iqtisodiy tasniflarini sezilarli yaxshilaydilar. Ikkinchi soha – mikro-EHMLarni o‘zaro bog‘langan texnologik komplekslarni, egiluvchan qayta sozlanadigan ishlab chiqarishlarni, avtomatlashtirilgan korxonalarini boshqarishda qo‘llash. Texnologik jarayonlarni, uskunalarni boshqarishda elektron hisoblash texnikasi, hususan, MPlarni qo‘llanilishi mehnat samaradorligini oshirishda, materiallar, yonilg‘i va quvvatni tejashda eng samarali yo‘nalish hisoblanadi.

Shunday qilib, MPlni texnika ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarishda qo‘llanilishi jamoat ishlab chiqarishini intensivlashtirish va samaradorligini oshirishda muhim omil sanaladi.

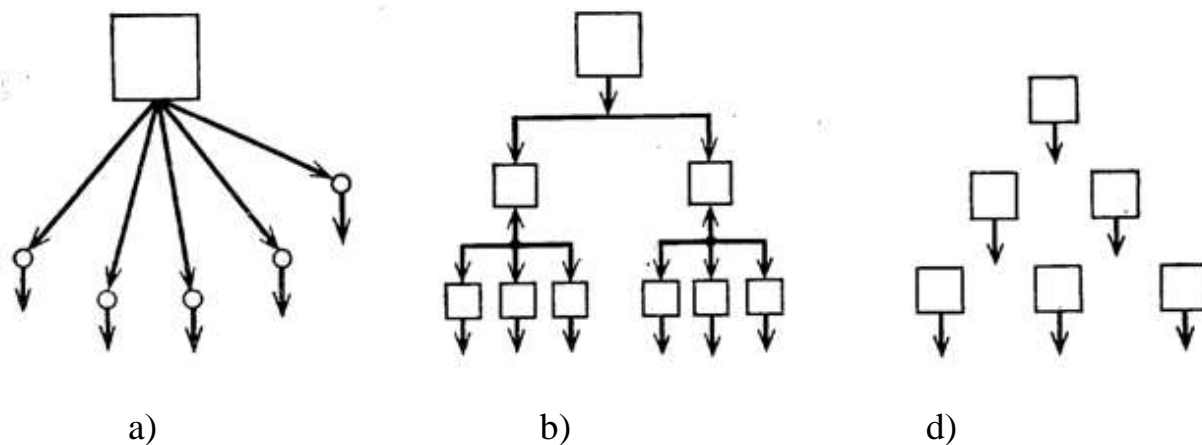
Yaqin kunlarga qadar boshqaruv tizimlarini avtomatlashtirishning ikkita yo‘nalishlari: texnologik jarayonlarni va ishlab chiqarishni bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan holda mustaqil rivojlanganlar. So‘nggi yillarda bu ikkita tizimni bitta muvofiqlashtiruvchi markaz tomonidan boshqariladigan yagona komplekslarda birlashtirish afzalliklari aniqlandi. Bunda, tezkor ishlab chiqarish ko‘rsatkichlari ma‘lumotlarni qayta ishlash tizimiga kiritilgach, bevosita avtomatlashtirilgan

qurilmalar tomonidan ijro buyruqlari mazkur ma'lumotlarni EHM tomonidan ularni qayta ishlash natijasidashakllanadi. Shunday qilib, ishlab chiqarish jarayonida yuzaga keladigan g'alayonlarga yuqori tezlikdagi reaksiyasi va EHM asosida avtomatik nazorat qilish, boshqarish va qayd etish tizimlariga xos vazifalarnikompleks bajarilishita'minlanadi.

Vaziflarning taqsimlanganlik tamoyili yirik markaziy EHM qo'llashga ehtiyoj qoldirmaydi. Uning o'rniga har biri aniq vazifalarni bajarishga mo'ljallangan kichik o'lchamlarga ega EHMLar qo'llaniladi. Ular o'zaro masalalarni kompleks yechish uchun ma'lumotlarni tezkor almashishini ta'minlaydigan axborot tarmog'i orqali bog'langan. EHMLar o'zaro ko'p darajali aloqa tizimi yordamida bog'langan bo'lib, uning evaziga bajarish talab etilayotgan masalalarni yechish fnuksiyalarining taqsimlanishi, markazda qayd etilishi va ishlov berilishi ta'minlanadi.

Past darajadagi EHM tomonidan bajariladigan masalalar avtomatik uskunlar va mashinalarni avtomatik boshqarishga mo'ljallangan. Markaziy boshqaruv funksiyalari yuqori darajadagi kompyuterlar tomonidan bajariladi, ular ma'lum toifadagi ma'lumotlarni qayta ishlashga yoki ishlab chiqarish sektorining ma'lum ob'yektlarini koordinasiya qilishga mo'ljallangan. Bunday tashkil etilgan tizimlar egiluvchanlik, ishonchlilik, modulli tuzilmasi va komponovkasi jihatlaridan ustunliklarga egadirlar. Ko'p darajali tizimlarning afzalliklari shundaki, operator unga kbiriktirilgan sektorga oson qo'shilishi va boshqa sektorlar kelayotgan ma'lumotlardan foydalanishi mumkin. Ko'p darajali boshqaruv tizimlarida ko'p sonli mahalliy tizimlar mavjud bo'lib, ular ishlab chiqarish jarayonining ma'lum bosqichlarini avtomatlashtirishi va bir vaqtni o'zida o'zaro hamda bosh tizim bilan ma'lumot almashishi mumkin.

5.5–rasmda egiluvchan va takomillashgan boshqaruv tizimining tuzilmaviy sxemasi keltirilgan bo'lib, ko'p darajali o'zaro bog'langan konfigurasiyaga ega.



5.5–rasm. Boshqaruv tizimining tuzilmaviy sxemalari

MPlni texnika texnik tasniflari jihatidan ularning qo‘llanish sohalaridan kelib chiqqan holda texnik tasniflarga ega bo‘lgan bir qator unifikasiyalangan MP va mikro-EHMLarni yaratish yo‘nalishida rivojlanmoqda.

MPlar asosan texnologik jarayonlarni boshqarishda keng qo‘llanilmoqda. MPlarni texnik jihatdan mukammalligini baholashda quyidagi parametrlar inobatga olinadi: buyruqlarni bajarishga sarflanadigan o‘rtacha vaqt (protsessorning tezkorligi), buyruqlar soni (MPlarni qo‘llash egiluvchanligi) va registrlar soni (MPnin hisoblash imokniyati), xotira hajmi, sochilish quvvati (ekspluatasiya jarayonida inobatga olinadigan tasnif), iste‘mol qilinayotgan kuchlanish (sxema soddalashadi va tizimning narhi arzonlashadi), uzilishlar tizimining mavjudligi, mikrodasturlash xotirasiga to‘g‘ri murojaatning mavjudligi, Assembler, boshqaruv dasturi, yuqori dasturlash tillaridan kompilyatorlarning mavjudligi.

Hozirgi vaqtga kelib shinalar ishlab chiqarish zavodlarida MP va mikro-EHM negizidagi boshqaruv tizimlari amalga oshirilgan bo‘lib, asosan alohida, texnologik qurilmalar yoki texnologik jarayonlar uchun mo‘ljallangan.

5.4. Mikroprotsessorning rivojlanish tendensiyalari

EM64T oilasiga mansub Net Burst, Intel Core, Core va boshqa mikroarxitekturalariga asoslangan, soʻnggi 64 razryadli, kengaytirilgan arxitekturaga ega prosessorlar quyidagi koʻrsatkichlar bilan xarakterlanadi:

- Pentium D - ikki yadroli, chastotasi 2,80 GGs, texprosess 90 nm, tranzistorlar soni 230 mln., ikkinchi pogʻona ((L2) kesh-xotira hajmi 1 Mbayt (2005 yil);

- Pentium Extrime Edition – ikki yadroli, chastotasi 3,20 GGs, texprosess 90 nm, kesh L2 – 2 Mbayt (2006 yil);

- Xeon – ikki yadroli Dual Core mikroprosessori, chastotasi 2,80 GGs, texprosess 65 nm, kesh L2 4 Mbayt (2006 yil);

- Intel Cjre 2 - ikki yadroli, chastotasi 3,00 GGs, tranzistorlar soni 291 mln., kesh L2 - 4 Mbayt (2007 yil);

- Pentium Dual Core va Celeron Dual Core – axborot xavfsizligining apparat texnologiyasiga va kompyuterlarni masofadan boshqarish imkoniyatiga ega mobil mikroprosessorlar, chastotasi 2,7 GGs, tex protsess 45 nm, kesh L2 – 1 Mbayt (2008-2009 yillar);

- Intel Atom – yuqori energetik iqtisod uchun superskolyar arxitekturadan voz kechilgan va Intel Atom texnologiyasiga asoslangan 2 yadroli 32 bitli prosessor ultromobil tizimlar–netbuklar uchun moʻljallangan, tran-zistorlar soni 47 mln., chastotasi 2 GGs, kesh L2 -512 Kbayt (2009 yil);

- Intel Celeron–dastlabki samaradorlik va narhga ega boʻlgan, mobil tizimlar uchun moʻljallangan, 2 yadroli, 64 razryadli protsess, chastotasi 1,87GGs, prosessor kristalida 500MGs chastotada ishlovchi videoyadro integrallangan, texprosess32 nm, kesh L2–512Kbayt,kesh L3–2 Mbayt (2010);

- Intel Pentium – 2 yadroli, videoyadro protsess kristalida joylashgan, texprosess 32 nm, chastotasi 1,87 GGs, kesh L2 – 512 Kbayt, kesh L3 – 3 Mbayt (2010yil);

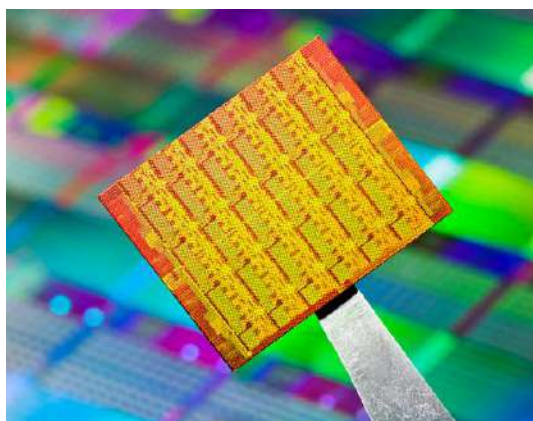
- Intel Core i3 - 2 yadroli, videoyadro protsessor kristalida joylashgan, texprosess 32 nm, chastotasi 3,33 GGs, kesh L2 – 512 Kbayt, kesh L3 – 4 Mbayt (2010 yil);

- Intel Core i5–4 yadroli protsessor,chastotasi 2,80 GGs, videoprotsessor chastotasi 900MGs, texprosess 32nm,kesh L2–1Mbayt, L3 – 8 Mbayt (2010 yil);

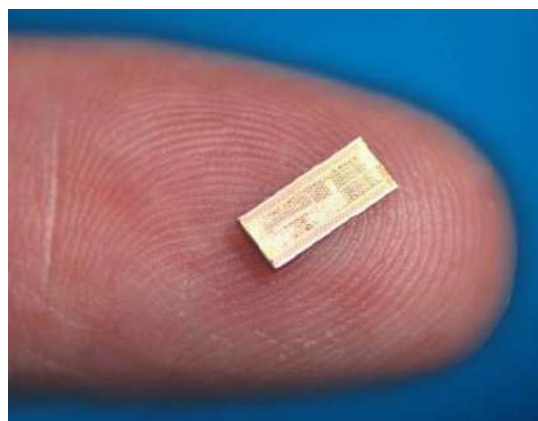


a) Statsionar tizimlar uchun; b) Intel Corei 5; c) Mobil tizimlar uchun

5.6–rasm. Intel kompaniyasining zamonaviy protsessorlari



a) 48 yadroli protsessor



b) Yaqin kelajak protsessori

5.7–rasm. Intel kompaniyasining so‘nggi prosessorlari

- Intel Core i7 - Extrime Edition texnologiyasiga asoslangan 6 yadroli protsessor, chastotasi 3,33 GGs, texprosess 32 nm, tranzistorlar soni 732 mln., axborot xavfsizligining apparat texnologiyasiga va kompyuterlarni masofadan boshqarish imkoniyatiga ega mobil MPlar stasionar shaxsiy kompyuterlar uchun

mo'ljallangan, bir nechta operatsion tizimni bitta protsessorida qo'llash imkoniyatiga ega, kesh L2 – 1,5 Mbayt, L3 – 12 Mbayt (2010 yil).

Yaqin kelajakda namoyish etishga mo'ljallangan protsessorlar Larrabee, Sandi Bridge, Ivy Bridge, Rockwell texnologiyalariga asoslangan.

5.5. Bir kristalli mikroprotsessorlar

Bir kristalli MPLarning seksiyali MPLardan asosiy farqi quyidagilardan iborat:

- bir kristalli MPLarning razryadlari soni aniq belgilangan, seksiyali MPLar asosida quriladigan protsessor razryadlari soni seksiyalarni parallel ulash orqali o'rnatiladi;

- bir kristalli MPLarning buyruqlar tizimi cheklangan sonli buyruqlarni o'z ichiga oladi, seksiyali MPLarda esa buyruqlar soni protsessorni loyihalovchi tomonidan belgilanadi;

- bir kristalli MPLarning opetratsion va boshqarish qismlari yagona kristallda joylashgan, seksiyali MPLar asosida esa operatsion va boshqarish qismlari bir qator katta integral sxemalarni (markaziy protsessor elementlarini, tez uzatish sxemasini, mikrodesturli boshqarish blokini, adres registrini, mikrodestur xotirasi, va mikrobuyruq registrini) ma'lum sxema asosida o'zaro bog'lash orqali quriladi.

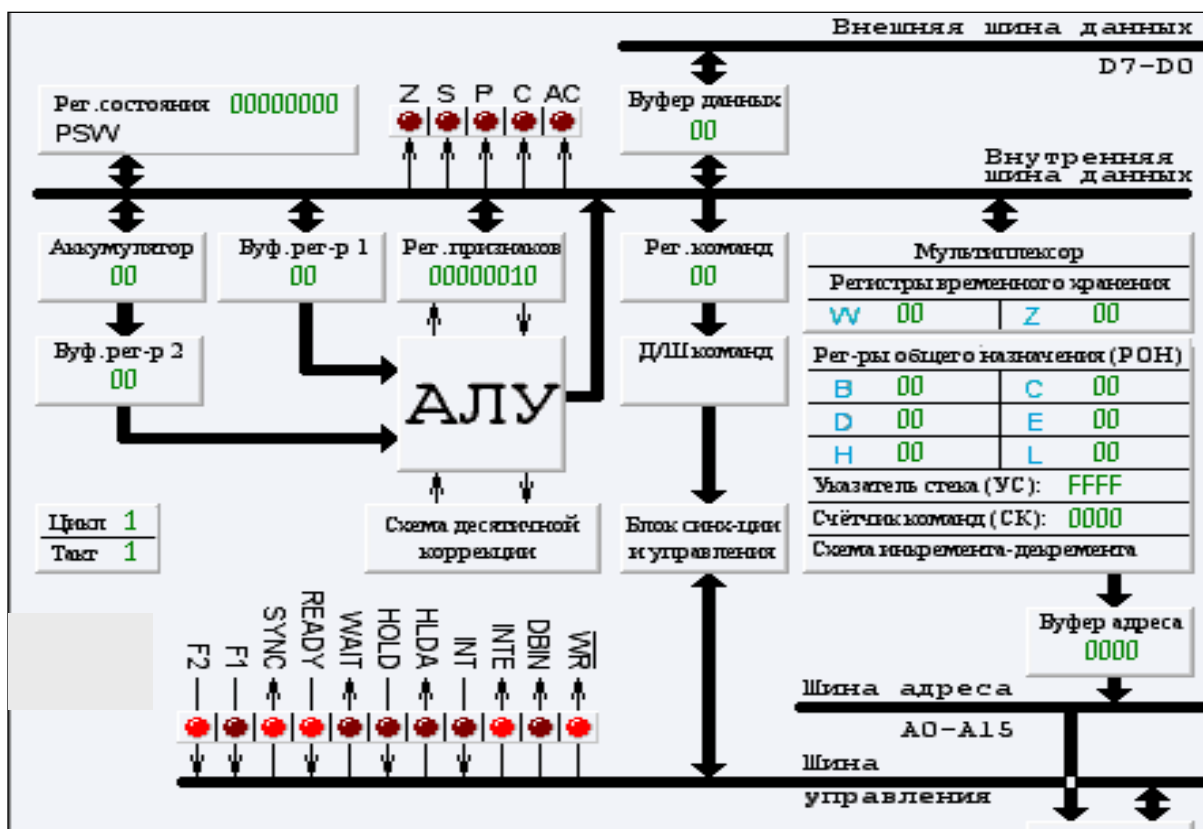
Bir kristalli MPLarning ichki tuzilmasi, ishlash tamoyili va buyruqlar tizimi bilan tanishishni 8 razryadli K580VM80A MP misolida ko'rib chiqamiz.

K580VM80A MP quyidagi asosiy qismlardan iborat:

- 8-razryadli arifmetik-mantiqiy qurilma (AMQ);
- belgilar registri RS, buyruqlar bajarilish jarayonida natija belgilari (nolga teng yoki teng emaslik belgisi (Z), musbat yoki manfiylik belgisi (S), juft yoki toqlik belgisi (P), o'tish razryadi qiymati (S), oraliq o'tish razryadi qiymati (AC))ni o'zida saqlaydi;

- akkumulyator (A);
- axborotni ikkilik koddan ikkilik-o'nlik kodga o'zgartiruvchi o'nlik korreksiyalash sxemasi (DAA);

- buyruqning operatsiya kodini ifodalovchi birinchi baytini saqlovchi registr (Reg. komand);



5.8–rasm. K580VM80A bir kristalli MPichki tuzilmasi

- buyruq deshifratori (D/Sh komand);
- dasturni bajarish jarayonida axborotni qabul qiluvchi, vaqtincha saqlovchi va uzatuvchi umumiy foydalanish registrleri (B, C, D, E, H, L - 8 razryadli registrlar, ular 16 razryadli BC, DE va HL registrlar juftliklariga birlashishi xam mumkin), stek ko‘rsatgichi (US), navbatdagi buyruq adresini saqlovchi buyruqhisoblagichi (SK));
- dasturchi murojaat qilishi mumkin bo‘lmagan, ma’lumotlarni vaqtincha saqlovchi (Buf.reg 1 va 2), Z, W va PSW registrleri;
- AMQ va registrlar ishlash uchun boshqarish signallari ketma-ketligini hosil qiluvchi sinxronlash va boshqarish sxemasi;
- akkummulyator, AMQ va umumiy foydalanish registrleri orasida ma’lumotlarni ikki yoqlama yo‘nalishda uzatuvchi multipleksor.

Bundan tashkari MP 16 razryadli adres buferi A (15-0) va 8 razryadli ma'lumotlar buferi D(7-0), 4 ta kirish (RESET, READY, INT, HOLD) va 6 ta chiqish boshqarish signallari (SYNC, DBIN, READY, WAIT, INTE, HLDA) ga ega.

Sinxronlash va boshqarish sxemasi buyruq va operandlarni tanlash, AMQni ishlashini boshqarish, kiritish/chiqarish qurilmalarini sinxronlash va boshqarish, MP ishida kutish rejimini tashkil qilish va xotiraga to'g'ridan-to'g'ri murojaat qilish rejimida MPni tizim shinasidan ajratish vazifalarini bajaradi.

MP ishlash tamoyilini tushunish uchun unda buyruq bajarilish jarayonini ko'rib chiqamiz:

- bajarilishi lozim bo'lgan buyruq adresi SKda saqlanadi va shu adres bo'yicha MP xotiradan buyruq kodini birinchi baytini buyruq registriga oladi;

- buyruq deshifrotori buyruq uzunligini (bir, ikki yoki uch bayt), operandlarni qayerdan olish lozimligini va ular ustida qanday operatsiya bajarish lozimligini aniqlaydi;

- buyruq deshifrotoridan olingan axborotga mos ravishda sinxronlash va boshqarish sxemasi operandlarni registrlardan yoki xotiradan olinishini, buyruq kodiga mos ravishda arifmetik yoki mantiqiy operatsiya bajarilishini, buyruq uzunligiga mos ravishda uning ikkinchi va uchinchi baytlarini (ikki va uch baytli buyruqlar uchun) xotiradan olishni, hamda boshqarishni navbatdagi buyruqga uzatishni amalga oshiruvchi sinxronlash va boshqarish signallari bilan MPning barcha qurilmalarini ta'minlaydi.

Dastur buyruqlarining bajarilish tartibini MPning natija belgilari registrida hosil bo'lgan C (Carry) – o'tish razryadi, S (Signum) – natijaning ishora razryadi, Z (Zero) – natijaning nolga teng yoki teng emasligi belgisi, P (Parity) – natijadagi birlar sonining juftligi belgisi, hamda AC (Auxiliary Carry) – oraliq (natija baytida kichik to'rtlikdan katta to'rtlikka) o'tish razryadi holati belgilaydi.

Quyidagi shartlar bajarilganda natijaning belgilarini ko'rsatuvchi triggerlar holati o'zgaradi:

- akummulyatoridagi ma'lumot chapga yoki o'ngga "S" o'tish razryadi ishtirokida surilganda, qo'shish operatsiyasi bajarilganda va ayirish operatsiyasida eng katta razryaddan qarz olinganda;

- natija nolga teng bo'lganda "Z" trigger "1" qiymatni oladi, aks holda "0" qiymatini oladi;

- natijadagi "1" lar soni juft bo'lganda "R" triggeri "1" qiymatni oladi;

- natija manfiy bo'lsa (akummulyatorning katta razryadi birga teng bo'lsa), "S" trigger "1" holatiga o'tadi;

- natijaning kichik to'rtligidan katta to'rtligiga o'tish razryadi bo'lsa, "AS" triggeri "1" holatiga o'tadi.

Dasturda tarmoqlanishlar hosil qilish uchun yuqoridagi triggerlar holatini xisobga olgan holda boshqarishni uzatish uchun MPning buyruqlar tizimida bir qator buyruqlar nazarda tutilgan.

Nazorat savollar

- 1. Mikroprotsessorlarga ta'rif bering va asosiy vazifasini tushuntiring.*
- 2. Mikroprotsessorlar qanday belgilariga ko'ra tasniflanadilar?*
- 3. Mikroprotsessorlarni rivojlanish tarixi va tendensiyasini tushuntiring.*
- 4. Intel kompaniyasining zamonaviy protsessorlari haqida tushuncha bering.*
- 5. Intel kompaniyasining so'nggi protsessorlari haqida tushuncha bering.*
- 6. Bir kristalli mikroprotsessor ichki tuzilmasini keltiring va tushuntiring.*

6. MIKROPROTSESSORLARNI DASTURLASH ASOSLARI

6.1. Umumiy ma'lumotlar

MP faqat dasturni tashkil etuvchi buyruqlarda ko'rsatilgan amallarni bajaradilar, shuning uchun biror vazifani bajarish uchun uning har bir qadami yaxshilab ishlab chiqilgan bo'lishi lozim. Bu jarayonda masalaning sharti shakllantiriladi, dastlabki ma'lumotlar va olinadigan natijalar ajratib olinadi. So'ngra masalani yechish usuli tanlanadi va berilgan ma'lumotlar ustidan bajarilishi talab etilayotgan, kerakli natijaga olib keladigan amallarning aniq ketma-ketligi, ya'ni algoritmi belgilab olinadi. Algoritmni tuzish masala yechilishining muhim bosqichi hisoblanadi. Dasturni yozish, ya'ni dasturlash algoritmdagi har bir hatti-harakatni mos buyruqlar bilan bosqichma-bosqich almashtirish orqali amalga oshiriladi. Dasturni yozishda qo'llaniladigan buyruqlar to'plami va qo'llanish qoidalari *dasturlash tili* deb ataladi.

Agar dastur MP tomonidan ishlatiladigan buyruqlar tizimi asosida tuzilgan bo'lsa, u holda dastur *past darajadagi dasturlash tilida* yozilgan hisoblanadi. Har bir MP o'zining buyruqlar tizimiga ega bo'lganligi sababli, past darajadagi dasturlash tillari aniq MP turiga yo'naltirilgan bo'ladi va u *mashinaga yo'naltirilgan tillar* deb ham ataladi.

Mashina kodlaridagi buyruqlarni qo'llaydigan past darajadagi dasturlash tili *mashina tili* deb ataladi. Mashina tilida yozilgan dastur *ob'yektlilik dastur* deyiladi. Dasturlashning bu shakli MP tomonidan tushuniladigan yagona til hisoblanadi. Ammo mashina tilida dastur yozish noqulay hisoblanadi, chunki mashina kodlarida ifodalangan buyruqlarni ularning vazifalari bilan kelishtirish mushkul, shu bilan birga mashinalarning o'zlari 0 va 1 larni adashtirib yuborishi ham mumkin. Bundan tashqari, biror buyruqqa murojaat qilish imkoniga ega bo'lish uchun barcha buyruqlarning adreslarini kuzatib borish talab etiladi.

Ko'rsatib o'tilgan kamchiliklarni bartaraf etish uchun MP buyruqlarini ularning mnemonik belgilari bilan ifodalaydilar. Buyruqlarni mnemonik belgilari, adres va operandlarning shartli nomlari qo'llaniladigan past darajadagi dasturlash

tillari - *assembler tili* deb ataladi. MPlar bilan ishlashda assembler tilida dasturlash keng qo'llaniladi.

Past darajadagi dasturlash tillaridan tashqari *yuqori darajadagi dasturlash tillari* ham mavjud. Bu tillarda shartli belgilar yordamida ifodalanadigan buyruqlar ma'lum sinf masalalarini samarali yechish uchun yo'naltirilgan harakatlarni belgilaydilar. Masalan, EHMlarni dasturlash uchun BEYSIK yuqori darajadagi dasturlash tili qo'llaniladi. Bu dasturlash tili muhandislik masalalarini yechishga mo'ljallangan va ma'lum buyruqlar yordamida logarifmlar, sinuslar, kvadrat ildiz ostilar va boshqa matematik funksiyalarni hisoblash imkonini beradi. Yuqori darajadagi yana bir dasturlash tili bo'lib PASKAL hisoblanadi, utizimli va amaliy dasturiy ta'minotlarni tuzishda qo'llaniladi. SI dasturlash tili esa - apparat vositalarining hususiyatlarini inobatga olgan holda tizimli va amaliy dasturlarni tuzishda qo'llaniladi.

So'nggi vaqtlarda ob'yekga yo'naltirilgan dasturlash tillari ommabop bo'lib borayapti, ular rivojlangan grafik interfyeyis yaratishga yo'naltirilgan amaliy dasturiy ta'minotni yaratishga imkon beradilar. Bunday dasturlash tillariga Visual Basic, Delphi va boshqalar kiradi. Bunda dasturlash bir muncha soddalashadi, chunki standart, avvaldan dasturlangan algoritmlarni qaytadan dasturlashga ehtiyoj qolmaydi, kutubxonadan zarur komponentni tanlash, dastlabki ma'lumotlarni kiritish, uning xossalarini shakllantirish va asosiy dastur bilan to'g'ri bog'lash kifoya.

Shartlibelgilarni qo'llagan holda, ya'ni assembler tili va yuqori darajadagi dasturlash tillarida yozilgan dasturlar *dastlabki dasturlash* deyiladi. Dastlabki dasturlar MP tomonidan qayd etilmasligi sababli, ular yozilgach ob'yekt dasturlariga o'girilishi (translyasiya qilinishi) lozim. Bunday translyasiyalarni amalga oshirish uchun maxsus dasturlar - *translyatorlar* ishlatiladi.

Assembler tilining yuqori darajadagi dasturlash tillaridan asosiy afzalligi shundaki, u yechilayotgan masala hususiyatlaridan ko'ra MPning hususiyatlari bilan chambarchas bog'liqdir. Bunda xotirada egallaydigan hajmi va bajarilish vaqti nuqtai nazaridan optimal bo'lgan dasturni tuzish mumkin. Aynan shu jahatlarini

dasturchi yaxshi bilishi kerak bo‘ladi. Ya’ni, dasturchi MP tuzilmasini, unda ishni tashkil etish va buyruqlar tizimini yaxshibilishi lozim, chunki MPning buyruqlar tizimiga apparat vositalari yordamida amalga oshirish mushkul bo‘lmagan buyruqlar kiradi.

Yuqori darajadagi dasturlash tillarida dastur yozayotgan dasturchi uchun MPning ishlash tamoyili va uning buyruqlar tizimihususiyatlarini bilish shart emas. Bunday dasturlash tillarida har bir buyruq Assembler tilidagi bir nechta buyruqlarning ketma-ketligiga mos kelishi sababli, dastur tuzish vaqti sezilarli qisqaradi. Ammo yuqori daradajagi dasturlash tilida yozilgan dasturni obe’kt dasturiga translyasiya qilishga, assembler tilidan o‘girishga nisbatan ko‘p vaqt sarflanadi. Chunki bunda MPning ishlash hususiyatlari inobatga olinmaydi va dasturni yaxshilash usullarini topolmaydi.

Ammo hozirgi kunda MPLarni dasturlashdagi kamchiliklar ularning afzalliklaridan ko‘proq bo‘lganligi sababli, ko‘p hollarda dasturlar assembler tilida yoziladi.

6.2. MPLarni dasturlash tili – MIKROASSEMBLERLAR buyruqlar tizimi

Assembler tilida yozilgan dastlabki dastur (dastlabki modul) qatorlar ketma-ketligi yoki operatorlardan tashkil topadi. Odatda, dastlabki model to‘rtta maydonni o‘z ichiga oladi, ular: "belgi", "operasiya", "operand", "izoh".

"Operasiya" maydoniga bajariladigan buyruqning mnemonik kodlari yoziladi, masalan: ADD, MOV, LXI va boshqalar.

Assembler tilida dastur yozishda dasturchi buyruqlarning adreslarini kuzatmaydi, shuning uchun dasturning biror joyidan talab etilayotgan joyga o‘tadigan buyruqni ajratish uchun unga "belgi" beriladi. Dastlabki dasturni ob’yektli dasturga translyasiya qilish jarayonida translyator barcha buyruqlarni adreslarini aniqlaydi va konkret adreslar "belgi"lar bilan almashtiradi.

Belgi mnemonik buyruqdan oldin "belgi" maydoniga kiritiladi. Bevosita belgidan so'ng ikki nuqta qo'yiladi. Raqamlar va lotin harflari ketma-ketligi belgi sifatida ishlatilishi mumkin, bunda birinchi belgi albatta harf bo'lishi lozim. Belgining uzunligiga hech qanday cheklov qo'yilmaydi, ammo ko'p sonli assembler tilidan o'girishga mo'ljallangan translyator dasturlar translyasiya jarayonida faqat dastlabki 8 belgilarni nazorat qila oladi. Buyruqlarning mnemonik belgilari, registrlar va registr juftliklarining nomlari belgi sifatida qo'llanilishi mumkin emas. Misol ko'rib chiqamiz.

Belgi	Operatsiya	Operand
LAB:	MOV	A,B
	—	
	—	
	—	
	JMP	LAB

Ko'rib o'tilgan misolda shartsiz o'tish buyrug'i JMP LAB bo'yicha LAB belgisiga ega bo'lgan buyruqga o'tish, ya'ni MOV A,V buyrug'iga o'tish amalga oshiriladi. Bunda V registrdagi ma'lumot akkumulyatorga uzatiladi. Dasturni ob'yekt dasturiga translyasiya qilishda translyator MOV A,Vbuyruqsining haqiqiy adresini aniqlaydi va uni LAB belgisi o'rniga JMP LAB buyruqiga qo'yadi.

Odatda, bitta buyruqda bir nechta belgi qo'yishga ruxsat beriladi, masalan:

Belgi	Operatsiya
META:	
METB:	RAR

Ko'rib o'tilgan misolda META va METB belgilardan ixtiyoriy birni qo'llagan holda RAR buyruqiga o'tish mumkin.

Buyruq turiga bog'liq ravishda "operand" maydoniga umumiy holda biror narsa yozmaslik mumkin yoki quyidagilarni yozish mumkin:

1. Registr nomi.
2. Adres.
3. Operand.
4. Ikkita registr nomlari.
5. Registr va operand nomi.

Operandlar va adreslar "operand" maydonida shartli nomlar (belgilar), sonlar va ifodalar yordamida ifodalanadi. Yuqorida ko‘rib o‘tilgan misolda shartsiz o‘tish buyruqi JMP addr ni yozishda adres sifatida MOV A,V buyruqsini siljitadigan LAB belgisi ishlatilgan.

Operandlarga beriladigan belgilar buyruqlarning belgilariga qo‘yiladigan qoidalarga bo‘ysunadilar, masalan:

Operatsiya	Operand
ADI	B5C
MVI	C,FOR

Birinchi operator B5C belgi bilan ajratilgan sonni akkumulyatordagi son bilan qo‘shadi, ikkinchi operator esa -FOR belgi bilan ko‘rsatilgan sonni S registrga kiritadi. Bunda B5Cva FOR belgilarga aynan qanday sonlar mos kelishi ko‘rsatib o‘tilgan bo‘lishi lozim.

Operandlar va adreslar o‘nlik, ikkilik, sakkizlik va o‘n oltilik sonlar bilan ifodalanishi mumkin.

O‘nlik son hech qanday maxsus belgiga ega bo‘lmaydi, masalan:

Operatsiya	Operand
SUI	120
STA	26805

Operatorlarning birinchisi akkumulyatordagi sondan o'nlik son - 120 ni ayiradi, ikkinchi operator esa - akkumulyatordagi ma'lumotni 26805 adresga ega bo'lgan xotira yacheykasiga uzatadi.

"Operand" maydonidagi ikkilik son ko'p sonli anssembler tillarida lotin harfi V bilan to'ldiriladi, masalan:

Operatsiya	Operand
ANI	00010000V

Yozilgan operator akkumulyatordagi ma'lumot va 00010000_2 (ikkilik) sonlarni razryad bo'ylab mantiqiy ko'paytirishni amalga oshiradi.

"Operand" maydonidagi sakkizlik son O yoki Q harfi bilan to'ldiriladi, masalan:

Operatsiya	Operand
IN	46Q
LXI	SP,10307O

Birinchi operator 46_8 adresda joylashgan portdagi ma'lumotlarni akkumulyatorga uzatadi, ikkinchi operator esa - SPstek ko'rsatkichiga 10307_8 sonini kiritadi.

Dasturlarni yozishda sonlarni o'n oltilik ko'rinishda ifodalash keng qo'llaniladi. Bu tizimda 16 ta belgi ishlatiladi: 0dan 9gacha bo'lgan o'nta raqam va Adan Fgacha bo'lgan oltita harf. Quyidagi jadvalda o'nlik, ikkilik va o'n oltilik qiymatlar orasidagi moslik keltirilgan.

O'nlik qiymat	Ikkilik qiymat	O'n oltilik qiymat
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Ikkilik sonni o'n oltilik ko'rinishga o'girish uchun u tetradalarga, ya'ni har birida 4 razryad bo'lgan guruhlariga bo'linadi. Bunda: agar ikkilik son uzunligi 4 ga karrali bo'lmasa, u chapdan nol bilan to'ldiriladi. So'ngra har bir tetrada o'n oltilik tizimdagi mos belgilar bilan almashtiriladi.

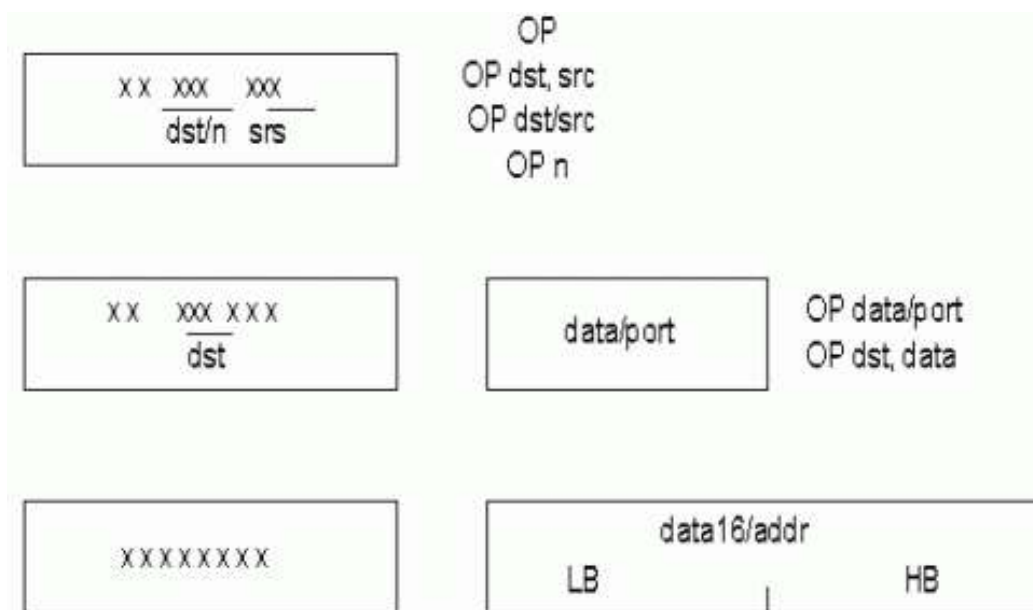
Masalan, 101 100 ikkilik son chapdan ikkita nol bilan to'ldiriladi va 0010 va 1100 tetradalarga ajratiladi. So'ngra har bir tetrada o'n oltilik tizimdagi mos kombinasiya bilan almashtiriladi, ya'ni 2S ($2C_{16}$). Shunday qilib, bir baytli operandni o'n oltilik tizimda ifodalash uchun ikkita razryad, ikki baytli operandni yoki adresni ifodalash uchun esa - to'rt razryad yetarli bo'ladi.

"Operand" maydonida o'n oltilik sondan so'ng N lotin harfi qo'yilishi lozim. O'n oltilik sonni belgidan farqlash uchun u raqamdan boshlanishi lozim. Agar, birinchi belgi harf bo'lsa, sondan oldin nol qo'yiladi. Masalan:

Operatsiya	Operand
LDA	6CA2H
LXI	V, 0Ye060N

Birinchi operand $6SA2_{16}$, adresda joylashgan xotira yacheykasidagi ma'lumotlarni akkumulyatorga uzatadi, ikkinchi operator esa - $E060_{16}$ sonini VS registrlar juftligiga yozadi.

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlarni K580VM80A MPbuyruqlar tizimi misolida ko'rib chiqamiz, u 78 turdagi buyruqlardan iborat bo'lib, vazifasiga ko'ra ularning uzunligi bir, ikki yoki uch baytni tashkil etishi mumkin.



Dastur hisoblagichi har doim buyruqning birinchi bayti adresini o'zida saqlaydi. Ikki baytli buyruqlarda ikkinchi bayt 8 razryadli ma'lumotni yoki kirish/chiqish interfeysining porti adresini, uch baytli buyruqlarda esa ikkinchi va uchinchi bayt 16 razryadli ma'lumotni yoki xotira yacheykasining adresini ko'rsatishi mumkin (ma'lumotlar va adreslar 16-lik sanoq tizimida yoziladi).

Buyruqlarga misollar:

- bir baytli buyruqlar: MOV A, B; LDAX B; RST 7; RAL;
- ikki baytli buyruqlar: MVI M, 85; SUI 8E; IN 21; OUT 3A;
- uch baytli buyruqlar: LDA 1234; LXI B, 45AE; CALL A34C; JC B800.

Buyruqlar tizimini 5 guruh komanandalariga ajratish mumkin:

- ma'lumotlarni uzatish buyruqlari (14 ta buyruq);
- mantiqiy buyruqlar (15 ta buyruq);
- arifmetikbuyruqlar (14 ta buyruq);
- boshqarishni uzatish buyruqlari (28 ta buyruq);
- boshqarish buyruqlari (7 ta buyruq).

Barcha buyruqlar quyidagi 5 ta jadvalda keltirilgan bo'lib, ularda:

Ri va Rk - qabul qiluvchi va uzatuvchi registrlar (B, C, D, E, H, L, xamda adresi HL juftlikda ko'rsatilgan xotira yacheykasi – M); data - 8 razryadli ma'lumot; data 16 - 16 razryadli ma'lumot; addr - 16 razryadli adres; R - 8 razryadli registr (B, C, D, E, H, L, hamda adresi HL juftlikda ko'rsatilgan xotira yacheykasi – M); 2R - registr juftliklari (V, D, H, ayrim xollarda SP, PC); (XX) - adresi XX bo'lgan xotira yacheykasidagi ma'lumot; port - interfeys portining adresi.

ADD, ADC, ADI, ACI, DAD – qo'shish; SUB, SBB, SUI, SBI - ayirish; INR, INX - inkrement (bittaga oshirish), DCR, DCX - dekrement (bittaga kamaytirish), DAA - o'nlik korreksiya, JMP - shartsiz o'tish, CALL -dasturostini chaqirish, RET - dasturostidan qaytish, JS - shartli o'tish, CS - shart bo'yicha dasturostini chaqirish, RYT - dasturostidan qaytish.

6.2.1. Ma'lumotlarni uzatish buyruqlari

Ma'lumotlarni uzatish buyruqlari mikroprotsessorning eng faol registri – Akkummulyator (A) bilan mikroprotsessorning umumiy foydalai registrlari bloki (UFRB)dagi biror registr (Ri) yoki xotira yacheykalaridan biri orasida, UFRBdagi ikki registr (Ri va Rk) orasida, UFRBdagi biror registr va xotira yacheykalaridan

biri (M) orasida axborot almashinishini ta'minlaydi, ya'ni bir registrdagi ma'lumotni nusxasi boshqa bir registrga ko'chiriladi.

Bundan tashqari Akkumulyatorga, UFRBdagi biror registrga yoki xotira yacheykalaridan biriga bevosita buyruq formatida keltirilgan ma'lumot (data)ni uzatish uchun ham ma'lumotlarni uzatish buyruqlari xizmat qiladi. Xotira yacheykalari bilan ma'lumot almashish nisbiy adreslash orqali, ya'ni xotira yacheykasining adresi registrlar juftliklari (VS, DE yoki HL)dan biriga oldindan yozish qo'yish orqali amalga oshiriladi.

Tartib №	Mnemonika	Sikl-lar soni	Taktlar soni	Natija belgilarini saqlovchi triggerlar: (S, Z, S, P)	Izox
1	MOV Ri, Rk	1	5	-----	$R_i \leq R_k$
2	MVI Ri, data	3	10	-----	$R_i \leq \text{data}$
3	LDA adr	4	13	-----	$A \leq M(\text{adr})$
4	STA adr	4	13	-----	$M(\text{adr}) \leq A$
5	LDAX 2R	2	7	-----	$A \leq M(2R)$
6	STAX 2R	2	7	-----	$M(2R) \leq A$
7	LXI 2R, data16	3	10	-----	$2R \leq \text{data16}$
8	LHLD adr	5	16	-----	$HL \leq (\text{adr}, \text{adr}+1)$
9	SHLD adr	5	16	-----	$(\text{adr}, \text{adr}+1) \leq HL$
10	SPHL	1	5	-----	$SP \leq HL$
11	PUSH 2R	3	11	-----	$(SP) + (SP-1) \leq 2R$
12	POP 2R	3	10	-----	$2R \leq (SP) + (SP-1)$
13	XCHG	1	4	-----	$DE \Leftrightarrow HL$
14	XTHL	5	18	-----	$(SP) \Leftrightarrow HL$

Xotira yacheykalaridan biriga to'g'ridan-to'g'ri murojat qilish orqali UFRBdagi biror registr bilan ($R_i \leq M(\text{adr})$) axborot almashinishi buyruq formatining ikkinchi va uchinchi baytlarida keltiriladi. Assemblerdan mashina kodiga o'tilganda uch baytli buyruqning birinchi baytiga buyruq kodi, xotira

yacheykasi adresning kichik bayti ikkinchi baytda va katta bayti uchinchi baytda joylashadi.

Bundan tashqari Akkumulyatorga, UFRBdagi biror registrga yoki xotira yacheykalaridan biriga bevosita buyruq formatida keltirilgan ma'lumotni uzatish uchun ham ma'lumotlarni uzatish buyruqlari xizmat qiladi. Xotira yacheykalari bilan ma'lumot almashish nisbiy adreslash orqali, ya'ni xotira yacheykasining adresi registrlar juftliklari (VS, DE yoki HL)dan biriga oldindan yozish qo'yish orqali amalga oshiriladi.

Xotira yacheykalaridan biriga to'g'ridan-to'g'ri murojat qilish orqali UFRBdagi biror registr bilan ($R_i \leq M(\text{adr})$) axborot almashinishi buyruq formatining ikkinchi va uchinchi baytlarida keltiriladi. Assemblerdan mashina kodiga o'tilganda uch baytli buyruqning birinchi baytiga buyruq kodi, xotira yacheykasi adresning kichik bayti ikkinchi baytda va katta bayti uchinchi baytda joylashadi. Ma'lumotlarni uzatish buyruqlari yordamida registrlar juftliklari orasida o'zaro, hamda operativ xotiraning STEK qismi (SP) va registrlar juftliklari orasida hamaxborot almashinishini amalga oshirish mumkin.

Bu guruh buyruqlarining bajarilishi operatsiya natijasi belgilarini saqlovchi triggerlar: S – natijadagi o'tish razryadi, Z - natijaning nolga teng ($Z=1$) yoki teng emasligi ($Z=0$), S – natijaning ishorasi (musbat $S=0$ yoki manfiy $S=1$) va P – natija kodidagi "1" lar soni juft ($R=1$) yoki toq ($R=0$) ekanligini saqlovchi triggerlar xolatiga ta'sir etmaydi.

6.2.2. Arifmetik buyruqlar

Assembler tilining arifmetik buyruqlari yordamida Akkumulyator va UFRB registrlaridagi ma'lumotlar ustida qo'shish va ayirish amallarini bajarish mumkin. Bunda qo'shish operatsiyasida birinchi operand (qo'shiluvchilardan biri yoki ayirish operatsiyasida kamayuvchi) Akkumulyatorida, ikkinchi operand (qo'shiluvchi yoki ayiriluvchi) esa, registrlardan birida joylashgan bo'ladi. Natija har safar akkumulyatorga joylashadi. Arifmetik buyruqda bevosita ma'lumot ham ishtirok

etishi mumkin, bu hol ikki baytli buyruqning ikkinchi baytida bevosita ma'lot (data)ni ko'rsatish orqali bajariladi.

Qo'shish yoki ayirish operasialarini o'tish razryadini saqllovchi trigger (S) xolatini xisobga olgan xolda ham bajarilishi mumkin. Biror bir registr, shu jumladan, Akkumulyator, xotira yacheykalaridan biri va hatto registrlar juftliklaridagi sonni bittaga oshirish yoki bittaga kamaytirish amalini ham shu gurux buyruqlari yordamida bajarish mumkin. Bu gurux buyruqlarining bajarilishi operasiya natijasi belgilarinisaxlovchi triggerlar: S, Z, S va P triggerlar xolatiga ta'sir etishi mumkin.

Tartib №	Mnemonika	Sikllar soni	Taktlar soni	Natija belgilarini saqllovchi triggerlar: (S, Z, S, P)	Izoh
1	ADD R	1	4	+++++	$A \leftarrow A + R$
2	ADC R	1	4	+++++	$A \leftarrow A + R + Tg(C)$
3	SUB R	1	4	+++++	$A \leftarrow A - R$
4	SBB R	1	4	+++++	$A \leftarrow A - R + Tg(C)$
5	ADI data	2	7	+++++	$A \leftarrow A + data$
6	ACI data	2	7	+++++	$A \leftarrow A + data + Tg(C)$
7	SUI data	2	7	+++++	$A \leftarrow A - data$
8	SBI data	2	7	+++++	$A \leftarrow A - data - Tg(C)$
9	INR R	1	5	-++++	$R \leftarrow R + 1$
10	DCR R	1	5	-++++	$R \leftarrow R - 1$
11	DAA	1	4	+++++	$A \leftarrow 2/10 \text{ korreksiya } A$
12	DAD 2R	3	10	+-----	$HL \leftarrow HL + 2R$
13	INX 2R	1	5	-----	$R16 \leftarrow R16 + 1$
14	DCX 2R	1	5	-----	$R16 \leftarrow R16 - 1$

6.2.3. Mantiqiy buyruqlar

Assembler tilining mantiqiy buyruqlari registrlardagi yok buyruq kodida berilgan ma'lumotlar ustida VA, YOKI, INKOR mantiqiy funksiyalarini bajaruvchi, ikkilik modulda qo'shish, kodlarni solishtirish operatsiyalari, Akkumulyatordagi ma'lumotlarni chapga va o'ngga surish, hamda o'tish razryadi (S triggeri) ustida amallar bajarish operatsiyalarini o'z ichiga oladi.

Tartib №	Mnemonika	Sikllar soni	Taktlar soni	Natija belgilarini saqlovchi triggerlar: (S, Z, S, P)	Izoh
1	ANA R	1	4	0+++0	$A \leftarrow A \& R$
2	XRA R	1	4	0+++0	$A \leftarrow \text{mod}(A + R)$
3	ORA R	1	4	0+++0	$A \leftarrow A \vee R$
4	CMP R	1	4	+++++	$A == R$
5	ANI data	2	7	0+++0	$A \leftarrow A \& \text{data}$
6	XRI data	2	7	0+++0	$A \leftarrow \text{mod}(A + \text{data})$
7	ORI data	2	7	0+++0	$A \leftarrow A \vee \text{data}$
8	CPI data	2	7	+++++	$A == \text{data}$
9	RLC	1	4	+----	$A7 \leftarrow A6 \leftarrow \dots \leftarrow A0 \leftarrow A7$
10	RRC	1	4	+----	$A0 \leftarrow A1 \leftarrow \dots \leftarrow A7 \leftarrow A0$
11	RAL	1	4	+----	$A7 \leftarrow A6 \leftarrow \dots \leftarrow A0 \leftarrow C \leftarrow A7$
12	RAR	1	4	+----	$A0 \leftarrow A1 \leftarrow \dots \leftarrow A7 \leftarrow C \leftarrow A0$
13	CMA	1	4	-----	$A \leftarrow (\text{inkor } A)$
14	CMS	1	4	+----	$Tg(C) \leftarrow (\text{inkor } Tg(C))$
15	STC	1	4	1----	$Tg(C) \leftarrow "1"$

Mantiqiy operatsiyalarni bajarish vaqtida operandlardan biri Akkumulyatorda, ikkinchisi esa, UFRB registrlaridan birida yoki xotira

yacheykkasida joylashishi mumkin, agar operatsiyada bevosita ma'lumot ishtirok etsa, uni buyruq formatining ikkinchi baytida keltiriladi, natija Akkumulyatorda saqlanadi.

Bu guruh buyruqlarining bajarilishi operatsiya natijasi belgilarini saqlovchi triggerlar: S, Z, S va P triggerlar holatiga ta'sir etishi mumkin.

6.2.4. Shartli va shartsiz o'tish, dasturostilarni chaqirish va ulardan qaytish buyruqlari

Assembler tining shartli va shartsiz o'tish, dasturostilarni chaqirish va ulardan qaytish buyruqlari eng ko'p sonli buyruqlarni o'z ichiga olgan bo'lib, ular yordamida dasturlarda tarmoqlanishlarni tashkil etish mumkin. Shartsiz va shartli o'tish buyruqlari uch baytli formatga ega: birinchi bayt buyruq kodini, ikkinchi va uchinchi baytlar o'tish adresini ko'rsatadi.

Shartli o'tish o'zidan oldingi bajarilgan operatsiya natijasi belgilarini saqlovchi triggerlar: S, Z, S va P xolatini hisobga olgan xolda amalga oshiriladi.

Tartib №	Mnemonika	Sikllar soni	Taktlar soni	Natija belgilarini saqlovchi triggerlar: (S, Z, S, P)	Izoh
1	PCHL	1	5	-----	PC <= HL
2	JMP adr	3	10	-----	PC <= adr
3	JC adr	3	10	-----	agar (C=1) PC <= adr
4	JNC adr	3	10	-----	agar (C=0) PC <- adr
5	JZ adr	3	10	-----	agar (Z=1)PC <- adr
6	JNZ adr	3	10	-----	agar (Z =0) PC <- adr
7	JM adr	3	10	-----	agar (S=1) PC <- adr
8	JP adr	3	10	-----	agar(S=0) PC <- adr
9	JPE adr	3	10	-----	agar (P =1) PC <- adr

10	JPO adr	3	10	-----	agar (P=0) PC <- adr
11	CALL adr	3	10	-----	podprogrammaga o'tilsin
12	CC adr	3	11	-----	agar(C=1) CALL adr
13	CNC adr	5	17	-----	agar(C=0) CALL adr
14	CZ adr	3	11	-----	agar (Z=1) CALL adr
15	CNZ adr	5	17	-----	agar (Z =0) CALL adr
16	CM adr	3	11	-----	agar (S=1) CALL adr
17	CP adr	5	17	-----	agar (S=0) CALL adr
18	CPE adr	3	11	-----	agar (P=1) CALL adr
19	CPO adr	5	17	-----	agar (P=0) CALL adr
20	RET	3	11	-----	dasturostidan qaytilsin
21	RC	1	5	-----	agar (C=1) RET
22	RNC	3	11	-----	agar (C=0) RET
23	RZ	1	5	-----	agar (Z=1) RET
24	RNZ	3	11	-----	agar (Z=0) RET
25	RM	1	5	-----	agar (S=1) RET
26	RP	3	11	-----	agar (S=0) RET
27	RPO	3	11	-----	agar (P=0) RET
28	RPYe	3	11	-----	agar (P=1) RET

Shartli o'tish buyruqlarining bajarilish tartibini "Z" triggeri xolati bo'yicha quyidagi misollar orqali tushuntirish mumkin.

1-misol. "JNZ adr" buyruqsining ma'nosi – agar oldingi buyruq natijasi "00" ga teng bo'lmasa (Z=0 bo'lsa) o'tilsin "adr"ga (ko'rsatilgan adresdagi buyruqga), aks xolda navbatdagi buyruq ("JNZ adr" dan keyingi buyruq) bajarilsin. K580VM80 mikroprosessori 8 razryadli bo'lgani va natijaning xar 4 ta razryadi o'n oltilik sanoq tizimining bitta raqamiga teng bo'lganligi uchun natija "00" orqali ko'rsatiladi.

2-misol. “JZ adr” buyruqsining ma’nosi – agar oldingi buyruq natijasi “00” ga teng bo’lsa ($Z=1$ bo’lsa) o’tilsin “adr”ga (ko’rsatilgan adresdagi buyruqga), aks xolda navbatdagi buyruq (“JZ adr” dan keyingi buyruq) bajarilsin.

Xuddi shu kabi, shartli o’tish buyruqsidan oldingi operatsiya natijasining ishorasi (musbat bo’lsa ($S=0$) yoki manfiy bo’lsa ($S=1$) o’tilsin buyruqlari mos ravishda “JR adr” va “JM adr”, o’tish razryadi triggeri “S” ning holati bo’yicha mos ravishda “JS adr” va “JNS adr”, natija kodidagi “1” lar soni juft yoki toqligi (R triggeri xolati) bo’yicha mos ravishda “JPEadr” va “JPOadr” o’tish buyruqlari orqali shartli o’tishlar, ya’ni dasturda tarmoqlanish tashkil qilinadi.

Podprogrammaga shartsiz o’tish buyruqi formatida o’tish adresi bevosita ko’rsatiladi (CALL adr) va bu adresga o’tishdan oldin undan keyingi adres xotiraning STEK qismiga joylashtiriladi (asosiy programmaga qaytish adresi), podprogrammadan shartsiz qaytish buyruqi bir baytli RET bo’lib, xotiraning STEK qismidan qaytish adresi tiklangan xolda amalga oshiriladi.

Podprogrammaga shartli o’tish va undan shartli qaytish buyruqlari xam o’zidan oldingi bajarilgan operatsiya natijasi belgilarini saqlovchi S, Z, S va P triggerlar xolatini xisobga olgan xolda, qaytish adresini xotiraning STEK qismiga joylashtirish orqali bajariladi.

6.2.5. Jarayonni boshqarish buyruqlari

Assembler tilining so‘nggi guruh - jarayonni boshqarish buyruqlari tarkibiga ma’lumotlarni port orqali kiritish (IN port) va chiqarish (OUTport) ikki baytli buyruqlari (ikkinchi bayt kiritish/chiqarish portining adresi) kiradi. Bunda bir bayt axborot tashqi qurilmalardan port orqali mikroprosessorning Akkumulyatoriga kiritiladi yoki chiqariladigan axborot oldingi buyruq yordamida Akkumulyatorga joylashtiriladi, so‘ngra port orqali tashqi qurilmalarga uzatiladi. Bu guruhga shuningdek sakkizta maxsus dastur osti biriga o’tish (RST n), mikroprosessor ishini to‘xtatish (HLT), hech qanday vazifani bajarmay navbatdagi buyruqga o’tish (NOP),

mikroprotsessorning tashqi uzilishlarga etibor qaratishini vaqtincha taqiqlash (EI) va uzilishlarga ruxsat berish buyruqlari ham kiradi.

Ushbu buyruqlar asosida tuzilgan dastur o‘n oltilik sanoq tizimidagi kodlarga o‘tkazilib, mikroprotessorli hisoblash yoki boshqarish tizimi xotirasining mos adreslariga joylashtirilganidan so‘ng bajarilishi mumkin. Buyruqlarni o‘n oltilik sanoq tizimiga o‘tkazish uchun quyidagi jadvaldan foydalaniladi:

Tartib №	Mnemonika	Sikllar soni	Taktlar soni	Natija belgilarini saqlovchi triggerlar: (S, Z, S, P)	Izoh
1	IN port	3	10	-----	port - dan kiritilsin
2	OUT port	3	10	-----	port - ga chiqarilsin
3	RST n	3	11	-----	Maxsus P/Pga o‘tilsin
4	EI	1	4	-----	Uzilishlarni taqiqlash
5	DI	1	4	-----	Uzilishlarga ruxsat
6	HLT	1	4	-----	To‘xtash buyruqi
7	NOP	1	7		Navbatdagi buyruqga o‘tish

Buyruq joylashgan katakchanning dastlabki qatorining raqami so‘ngra ustunining raqami olinadi va ikkita o‘n oltilik sanoq tizimining raqamlaridan iborat buyruq kodi hosil qilinadi. O‘z ichiga o‘n oltilik razryadli adres yoki o‘n oltilik razryadli ma’lumotni olgan buyruq MPLi tizim xotirasiga quyidagi tartibda joylashtiriladi: 1 – bayt buyruq kodi, 2 – bayt adres yoki ma’lumotning kichik bayti, 3 – bayt adres yoki ma’lumotning katta bayti.

6.3. Mikroassembler tilida dasturlar tuzish va ularni sozlash asoslari

Amaliy dasturlarni tuzish vositalari. Yuqorida aytib o‘tilganidek, assembler tilida va yuqori darajadagi tillarida yozilgan dasturlar dastlabki dasturlar deyiladi. Bunday dasturlarni MPlarda qo‘llash uchun, ob‘yekt dasturlariga o‘girilishi (translyasiya qilinishi) lozim. Buning uchun maxsus dasturlar - translyatorlar ishlatiladi.

Assembler tilida yozilgan dastlabki dasturni o‘giruvchi dastur-translyator *assembler* deb ataladi. Dastlabki dasturni yuqori darajadagi tilga o‘giradigan dastur-translyator *kompilyator* deb ataladi. Dastur-translyatorlar tuzilayotgan dasturlarni tayyorlashni yengillashtirish va sozlashga mo‘ljallangan *tizimli dasturlar* qatoriga kiradi.

Agar assembler yoki kompilyator ob‘yekt dastur tomonidan ishlab chiqarilayotgan EHM da amalga oshirilsa, u holda ular mos ravishda *rezident assembler* va *rezident-kompilyator* deb ataladi. Agar assembler yoki kompilyator boshqa turdagi EHMda amalga oshirilsa, u holda ular mos ravishda *kross-assembler* yoki *kross-kompilyator* deb ataladi. Kross-assembler yoki kross-kompilyator ob‘yekt dasturlari tuzadigan EHM *maqsadli EHM* deb ataladi.

MPl tizim uchun dastur odatda kross-assembler yoki kross-kompilyator yordamida translyasiya qilinadi. Bunga sabab shki, MP tizimlar asosan boshqaruv masalalarini yechishga mo‘ljallangan bo‘lib, dastlabki dasturni translyasiya qilishda yuzaga keladigan matn va belgili axborotlarni qayta ishlash kabi murakkab masalalarni yechish uchun ularda xotira hajmi va periferiya uskunalari yetmaydi. Natijada, biror EHMda kross-assembler yoki kross-kompilyator yordamida dastlabki dastur ob‘yektki dasturga o‘giriladi, so‘ngra hosil bo‘lgan ob‘yektki dastur bajailish uchun MP xotirasiga yuklanadi.

Kompilyatorlar va assemblerlarda o‘rnatilgan tahrirchilar kabi muhim afzalligi mavjud. Bunday tahrirchilar, bitta tizim dasturini qo‘llagan holda nafaqat dastlabki dastur matnini tuzadilar, uni ob‘yektki dasturga o‘giradilar, balki real MPl tizimlarda kechadigan jarayonlarni modellash orqali ham bajaradilar. Ular

dasturchiga buyruqlarni mnemonik kodlarini xatolarsiz yozishga imkon yaratadilar. Agar xatolik yuz bersa ham, tahrirchi o'z vaqtida dasturchiga bu haqida xabar beradi va ularni oson bartaraf etishga imkon beradi. Bunday tahrirchilar dasturlarni alohida qisqa modullar ko'inishida tuzishga imkon beradilar. Ob'yektki dasturga o'g'irishda aloqalar tahrirchisi barcha modellarning ketma-ketligini, kerakli aloqalarning mavjudligini aniqlaydi va dastur modellarini bir-biriga murojaatlarini ta'minlaydi.

Amaliy dasturlarni sozlash vositalari. ***Sozlash-*** MPLi tizimlarni loyig'alashtirishda testlash natijadariga ko'ra xatoliklarni topish va ularni yuzaga kelish manbalarini aniqlash jarayoni hisoblanadi. MPLi dasturini sozlash ular ishlab chiqilgan EHMda va shu dasturlar tuzilgan xizmat dasturlari yordamida amalga oshiriladi. Bunda xizmatchi dasturlar ishlab chiqilayotgan MPLi tizimlarda kechadigan real jarayonlarni modellovchi emulyatorlarlarga ega bo'lishi lozim. Dasturlar turli dastlabki ma'lumotlar bilan ishlashi tekshiriladi va olingan natijalar berilgan qiymatlar bilan solishitiriladi.

Dasturlarni sozlash quyidagi bosqichlarga bo'linadi: sozlashni rejalashtirish, testlarni tuzish, berilgan dastlabki natijalarda dasturni bajarish, dastur bajarilishi natijalarini tahlil qilish, xatoliklar va nosozliklarni aniqlash.

Dasturni sozlashning ikki usuli mavjud: qadamli rejim va dasturlarni trassirovkalash.

Qadamli rejimda dastur bitta buyruqda bir marotaba bajariladi. Bunda dasturchi xotira va registrlardagi ma'lumotlarni va ularni kutilayotgan natijalari bilan solishtirib nazorat qilishi mumkin. Har bir qadamdagi ma'lumotlarni ko'rsatib borish uchun bir qator qo'shimcha buyruqlarni qo'llash talab etiladi. Agar dasturchi ihtiyorida avtomatik rejimda tegishli registrlar va xotira yacheykalaridagi ma'lumotlarni ko'rsatuvchi sozlovchi-dastur mavjud bo'lsa, u holdasozlash masalasi sezilarli soddalashadi. Bundan tashqari, dasturchi ixtiyoriy vaqt momentida reshistr va xotira yacheykasidagi ma'lumotni o'zgartirishi mumkin.

Dasturni trassirovka qilish deganda buyruqlarni uzluksiz ravishda birin-ketish bajarish tushuniladi. Dasturlarni trassirovka qilish dasturchiga har bir qadamda registr yoki xotiradagi ma'lumotlarni o'zgartirishga imkon bermaydi.

Bundan tashqari, hamma dasturlar-trassirovka qiluvchilar xotira yacheykasidagi ma'lumotlarni nazorat qilishga imkon bermaydilar. Dasturchi faqat dasturni bajarish jarayonida registrdagi ma'lumotlarni algoritimga mos ravishda o'zgrishini kuzatib turishi mumkin.

Amaliy dasturlarni sozlash vositalari quyidagi funksiyalarni bajarilishi ta'minlashlari lozim: dasturni bajarishni boshqarish (ishga tushirish, to'xtatish, bajarilish tartibini o'zgartirish va boshqalar); dasturni bajarish yuzasidan axborotlar to'plash; dasturchi va EHM o'rtasida muloqotni ta'minlash; MPLi tizim apparat vositalari ishini modellashtirish.

Dasturlarni sozlashda testni to'liqligini ta'minlovchi maxsus me'zonlar ishlatiladi. Bu me'zonlar nazoratning chuqurligi va tekshirishlarning hajmi bilan ifodalanadi. Sozlash jarayonida dasturdagi nosozliklarning asosiy qismi aniqlanadi va bartaraf etiladi.

MPLi tizimlarni sozlash uchun faqat dasturiy vositalarni o'zi yetarli emas. MPLi tizimlarni sozlash uchun mantiqiy analizatorlar, so'z generatorlari, ossilloqraflar, turli diagnostika tizimlari va boshqa asbob va qurilmalar qo'llaniladi.

Nazorat savollari

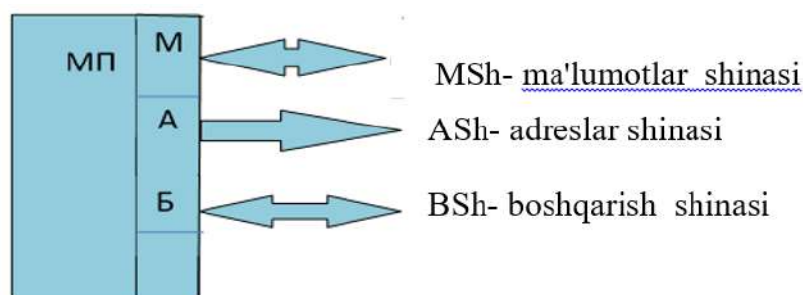
- 1. Mikroprotsessorlarning dasturlash tillari deb nimaga aytiladi?*
- 2. Qanday mikroprotsessorlarni dasturlash tillarini bilasiz?*
- 3. Assembler tilida yozilgan dastlabki dastur qanday maydonlarni o'z ichiga oladi?*
- 4. Ma'lumotlarni uzatish buyruqlari haqida ma'lumot bering.*
- 5. Arifmetik va mantiqiy buyruqlar haqida ma'lumot bering.*
- 6. Shartli va shartsiz o'tish, dasturostilarni chaqirish va ulardan qaytish buyruqlari haqida ma'lumot bering.*
- 7. Jarayonni boshqarish buyruqlari haqida ma'lumot bering.*
- 8. Translyator va kompilyatorlar haqida ma'lumot bering.*
- 9. Amaliy dasturlarni tuzish vositalari qanday amallarni bajarishga mo'ljallangan?*

10. Amaliy dasturlarni sozlash vositalari qanday amallarni bajarishga mo'ljallangan?

7. MIKROPROSESSORLI BOSHQARISH TIZIMLARINI LOYIHALASH ASOSLARI

7.1. Mikroprosessorli boshqarish tizimlarining umumlashtirilgan tuzilma sxemasi

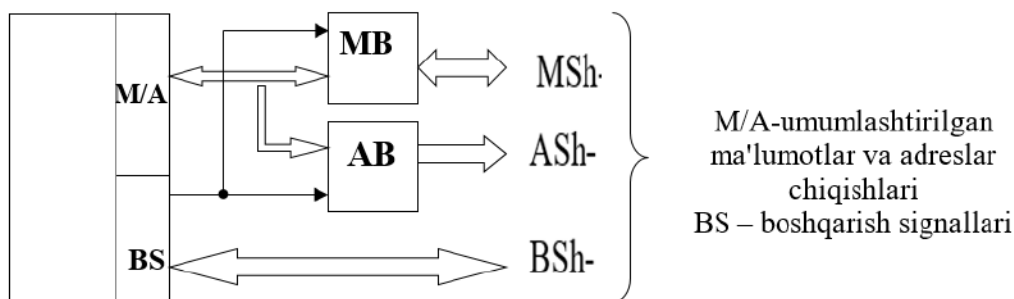
Har qanday boshqarish va hisoblash qurilmalari yokitizimlarida uch turdagi signallar oqimi mavjud: *ma'lumotlar*, *adreslar* va *boshqarish signallari*. Bu signallar oqimini ta'minlovchi shinalar tuzilmasiga ko'ra MPLar umumiy va taqsimlangan shinali turlarga bo'linadi: a) umumiy shinali MPLarda ma'lumotlar va adreslar yagona shina – magistral orqali uzatildi. Bu shinaning vazifasi vaqt bo'yicha ma'lumotlar va adreslar uzatish uchun taqsimlangan bo'ladi; b) taqsimlangan shinali MPLarda har bir turdagi signallar uchun alohida shina nazarda tutilgan. Dastlabki MPLarda har bir turdagi signallar uchun alohida-alohida shinalar nazarda tutilgan. 7.1– rasmda ajratilgan shinali MP sxemasi keltirilgan:



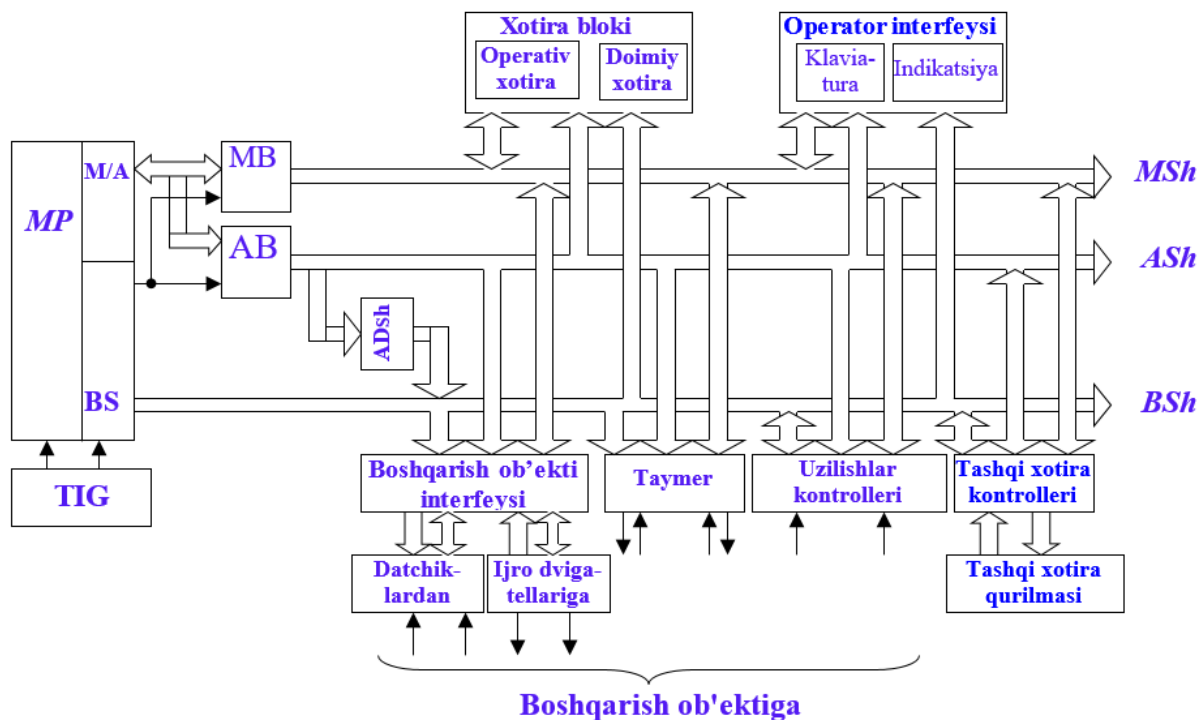
7.1–rasm. Ajratilgan shinali MP sxemasi

16 razryadli MP ishlab chiqarilishi bilan MP katta integral sxemasidagi chiqishlar soni ko'pligini va MPLarning tezkorligi oshganligini inobatga olib, hamda ularning geometrik o'lchamlarini kichiklashtirish maqsadida adreslar va ma'lumotlar shinalari funksiyalarini yagona shina – chiqishlar guruhi orqali amalga oshirish imkoniyati paydo bo'ldi. Bu shinaning funksiyasi adres va ma'lumotlar

oqimlari orasida vaqt bo'yicha taqsimlanadi. 7.2–rasmda umumlashtirilgan adreslar va ma'lumotlar shinasiga ega MP va bu shinani ajratish imkoniyatini beruvchi adreslar va ma'lumotlar buferining ulanish sxemasi keltirilgan. Bu yerda: BS – boshqarish signallari, MB– ma'lumotlar buferi, AB– adreslar buferi.



7.2–rasm. Umumlashtirilgan adreslar va ma'lumotlar shinasiga ega MP



7.3–rasm. MPI boshqarish tizimining umumlashtirilgan tuzilmasi

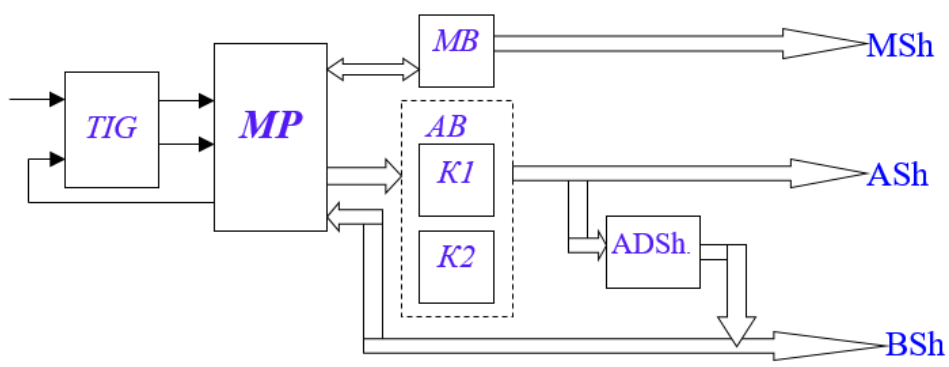
MPI boshqarish tizimida hisoblash jarayoni MP blokida amalga oshirilsa, dasturlar va turli ma'lumotlar xotira blokida saqlanadi. Operator bilan bog'lanish, boshqarish ob'yekti bilan bog'lanish shu funksiyalarga mo'ljallangan interfeys bloklari yordamida amalga oshiriladi. Ulardan tashqari MPI boshqarish tizimi tuzilmasi o'z ichiga taymer, darajali uzilishlar kontrolleri, xotiraga to'g'ridan-to'g'ri

murojaat qilish kontrolleri va boshqa bloklarni ham olishi mumkin. MPli boshqarish tizimining umumlashtirilgan tuzilmasi 7.3–rasmda keltirilgan.

MP blokida M/A - umumlashtirilgan ma'lumotlar va adreslar chiqishlari, BS- boshqarish signallari chiqishlari, TIG-takt impulslari generatori, MB va AB - ma'lumotlar va adreslar buferlari, ADsh- adreslar deshifrotori, XB- ichki xotira bloki(katta integral sxemalarda quriladi), OI - operator bilan bog'lanish interfeysi, BOI - boshqarish ob'ekti interfeysi, DUK - darajali uzilishlar kontrolleri, TXK - xotiraga to'g'ridan-to'g'ri murojaat qilish kontrolleri, TXB - tashqi xotira bloki, T - taymer, Klav.-klaviatra, Ind.- indikasiya.

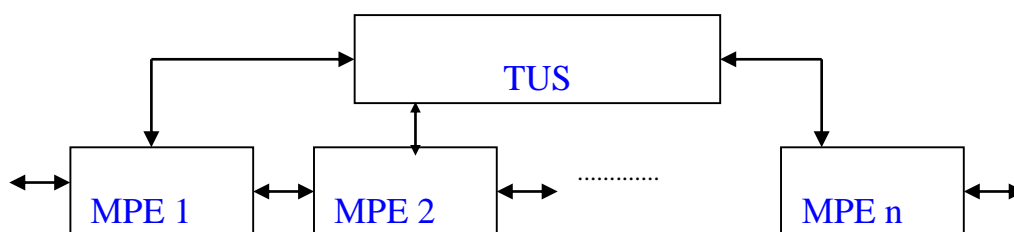
7.2. MPBTning protsessor blokini loyihalash asoslari

MP blokining tuzilmasi bir kristalli MPlar uchun va seksiyali MPKlar uchun boshqa-boshqa ko'rinishga ega bo'ladi. K580 seriyadagi 8 razryadli bir kristalli MP misolida ko'radigan bo'lsak, MP bloki quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:



7.4–rasm. K580 seriyadagi bir kristalli MP asosidagi protsessor blokining tuzilma sxemasi

Seksiyali MPK asosida protsessor blokini loyihalash uchun alohida operatsion qismni va alohida boshqarish qismini loyihalash zarur. Operatsion qismni loyihalash vaqtida bo'lg'usi MPning razryadlari soni hisobga olinadi. Masalan 2-razryadli seksiya asosida 16-razryadli protsessor qurish uchun bunday seksiyalardan 8 tasio'zaro parallel ulanib, yagona protsessor sifatida ishlatiladi.



7.5–rasm. Seksiyali MPKlar asosida operatsion qismni qurish sxemasi

Bu yerda: TUS- tez uzatish sxemasi, MPE 1, MPE 2, MPE n- markaziy protsessor elementlari.

TUS seksiyalar orasidagi o‘tish signallarini tez aniqlab har bir MPEga o‘tish razryadining bor yoki yo‘qligi to‘g‘risida signal beradi va bu seksiyalar ishi parallel tashkil qilinishini ta’minlaydi.

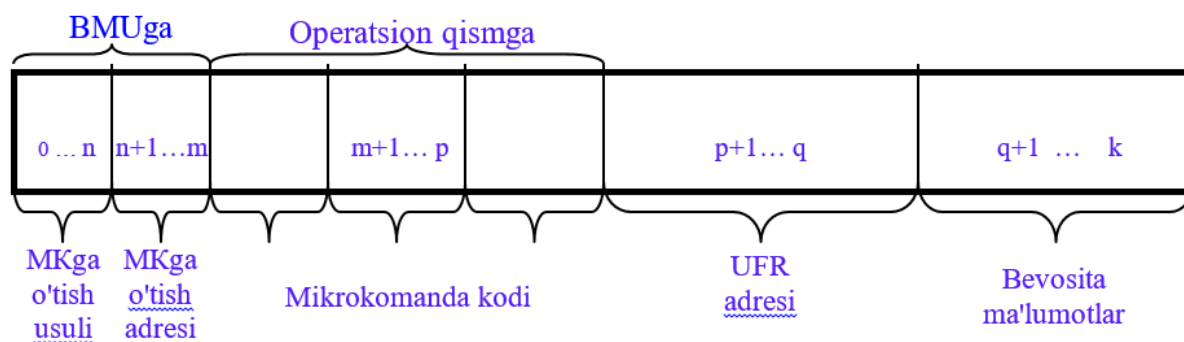
K589 seriyadagi seksiyali MPK misolida qaraydigan bo‘lsak, markaziy protsessor elementlari o‘rnida K589IK02 – 2-razryadli protsessor seksiyasi, TUS o‘rnida esa K589IK03 katta integral sxemasi qo‘llanishi mumkin.

MP seksiyasining ichki tuzilishi va ishlash tamoyili bilan 7.6–rasmda keltirilgan K1804 seriyadagi seksiyali MP komplektiga mansub 1804 VS1 - 4 razryadli markaziy protsessor elementi misolida tanishamiz.

Bu yerda: UFRB- umumiy foydalanish registrleri bloki, A va V adreslar uchun kirish signallari. RA, RB- operandlar registrleri; DI- bevosita ma’lumotlar; 0000- 4 razryadli «0» soni; CC1 va CC2 – chapga (boshqarish signallari L1, L2) va o‘ngga (boshqarish signallari R1, R2) surish uchun xizmat qiladigan (mos ravishda 1 va 2 razryadga surish) sxemalari; RQ - natija registri; MR- multipleksor; C₀, C₁- o‘tish razryadining kirish va chiqishi; P, V- tez uzatish sxemasi (TUS) bilan bog‘lanish signallari; Z- natija nolga teng yoki teng emasligini ko‘rsatuvchi chiqish; CHB- chiqish multipleksori - natijani ma’lumotlar buferiga uzatadi; U₁ va U₂- MR va CHM multipleksorlarini boshqarish signallari; KD- buyruq deshifratori - buyruq kodi asosida MP seksiyasini ishlashini boshqaruvchi signallarni uzatadi; ma’lumotlar kirishi DI va ma’lumotlar chiqishi D0 MP tizimning ma’lumotlar shinasiga shina shakllantirgichi yordamida ulanadi.

Bu yerda: BMU-mikrodasturli boshqarish bloki; AR-adres registri; MPX-mikrodasturlar xotirasi bloki; MKR- mikrobuyruq registri.

Mikrodastur xotirasi yacheykasining va mikrobuyruq registrining formati quyidagi bir qator ko'rsatkichlar bilan aniqlanadi.



7.8–rasm. Mikrobuyruq formati

Har bir mikrobuyruq: BMU uchun navbatdagi buyruqga o'tish usulini (shartli, shartsiz, oddiy ketma-ketlik) hamda o'tish adresini, operatsion qismga uzatiluvchi mikrobuyruq bo'lagini (bajarilishi zarur bo'lgan operatsiya kodi); operatsiyada ishtirok etuvchi umumiy foydalanish registri (UFR)ning adresini; chapga yoki o'ngga surishni boshqarish signallarini; operatsiyada ishtirok etuvchi bevosita ma'lumot kodini; qisman yoki to'liqligicha adreslar shinasini; xotira va interfeyslarga ma'lumotlarni yozish va o'qish jarayonlarini boshqarish signallarini o'z ichiga oladi.

7.3. MPBTLarda qo'llaniladigan xotira qurilmalari va ularni loyihalash asoslari

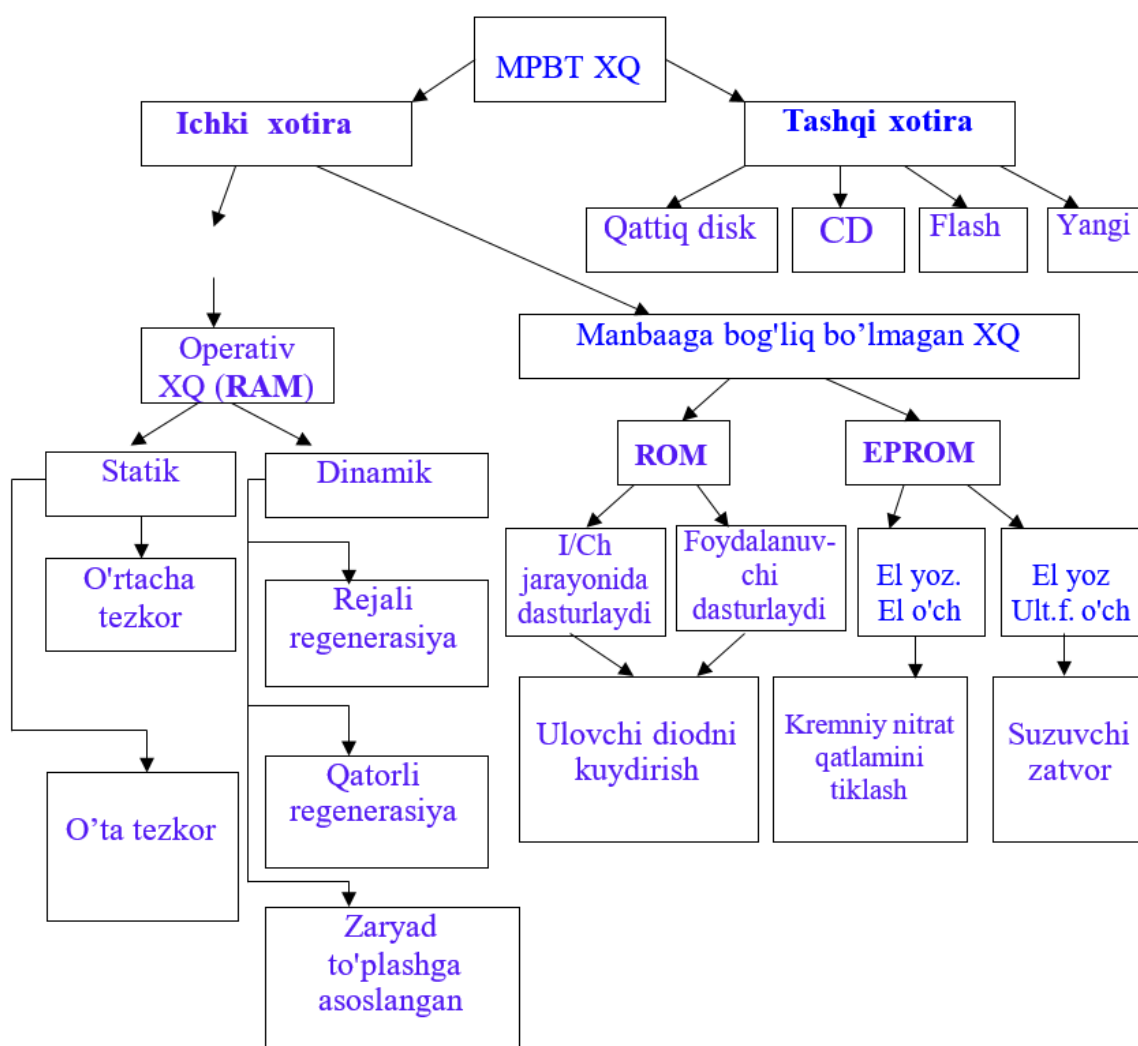
7.3.1. MPBTLarda qo'llaniladigan xotira qurilmalari

Mikroprotessorli boshqarish tizimlari (MPBT)da xotira qurilmasi eng asosiy qismlardan biri bo'lib, u ikki turdan: tashqi va ichki xotiralardan iborat bo'ladi.

Tashqi xotiraga: qattiq disk, magnit disk, magnit tasma, kompakt disk, Flash xotirava boshqalar kiradi.

Ichki xotira katta integral sxemalar asosida qurilgan bo'lib, ular energiyaga bog'liqligi, ichki tuzilishi, ishlash tamoyili, ishlab chiqarilish texnologiyasi va boshqa ko'rsatkichlar bilan o'zaro farqlanadi. Quyidagi rasmda MPLi boshqarish tizimlarida qo'llanadigan xotira qurilmasi turlari klassifikasion grafi keltirilgan.

Doimiy xotira qurilmasi (DXQ) - bir marta dasturlanadigan xotira qurilmasi; QDXQ- qayta dasturlanadigan xotira qurilmasi; EYOEO'- elektr impulsi bilan yoziladi, elektr impulsi bilan o'chiriladigan qayta dasturlanadigan doimiy xotira; EYOUFO'- elektr impulsi bilan yoziladi, ultrabinafsha nur bilan o'chiriladigan qayta dasturlanadigan doimiy xotira.



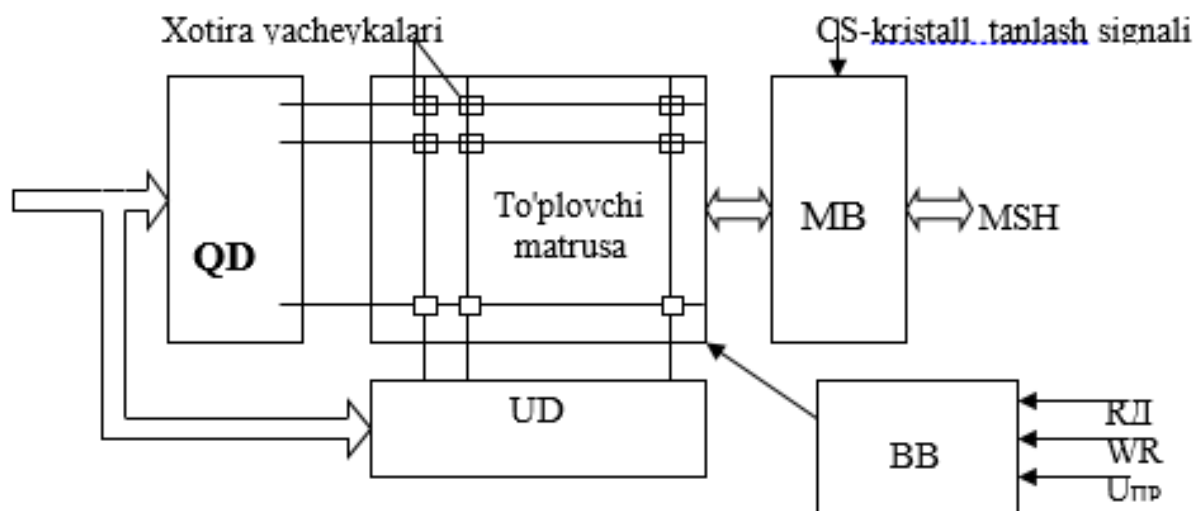
7.9–rasm. MPLi boshqarish tizimlarida qo'llanadigan xotira qurilmasi turlari klassifikatsion grafi

Operativ xotiraning statik va dinamik turlari quyidagi afzallik va kamchiliklarga ega - birlik yuzaga ega bo'lgan kristalda statik OXQ ga nisbatan 10 barobar katta hajmdagi dinamik OZU ni joylashtirish mumkin, lekin dinamik OXQ

yacheykasidagi axborotni ishonchli saqlash uchun ma'lum vaqt intervallarida dinamik regenyerasiya qilish zarur. Regenyerasiya deganda – dinamik OXQ yacheykasidagi axborotlarni qo'llab-quvvatlab turish vazifasini bajaruvchi sig'im zaryadini davriy ravishda tiklab turish tushiniladi. Statik OXQ bunday jaryonga muxtoj emas.

7.3.2. Xotira katta integral sxemalarining ichki tuzilmalari

Statik OXQda n razryadli adreslar shinasidan keluvchi kodni bir qismi qatorlar deshifriga (QD), qolgan qismi ustunlar deshifriga (UD) uzatiladi. O'qish/yozishni boshqarish blokiga (BB) RD (o'qish) va WR (yozish) signallari asosida to'plovchi matrisa (TM) yacheykasi bilan MP orasida ma'lumotlar buferi (MB) orqali ma'lumotlar almashiniladi. Quyidagi rasmlarda xotira katta integral sxemalarining umumlashtirilgan ichki tuzilmasi keltirilgan.



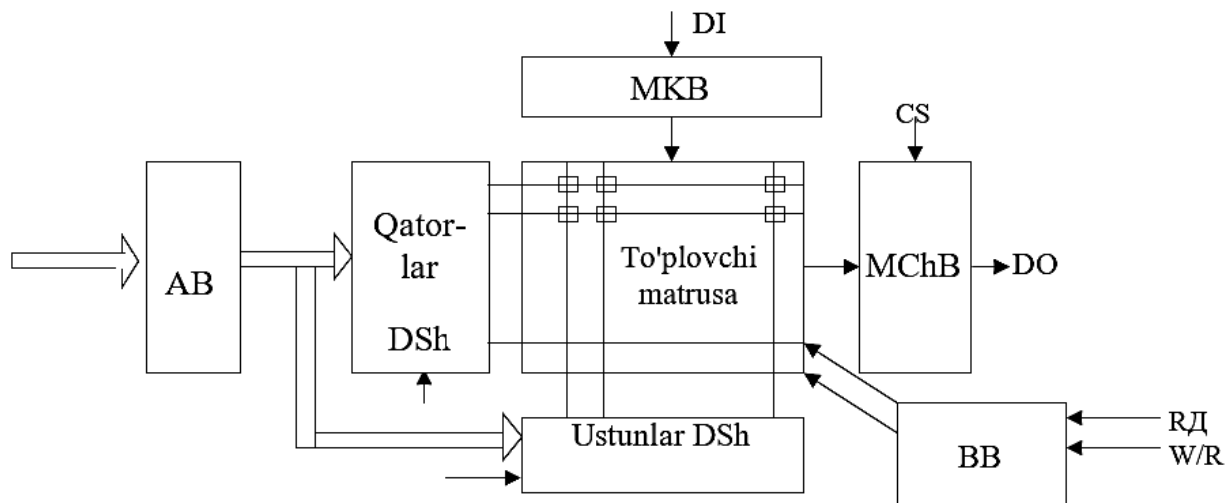
7.10–rasm. DXQ, QDXQ va ayrim turdagi statik OXQ katta integral sxemalarining ichki tuzilmasi

7.3.3. Mikroprotessorli tizimlarning xotira qurilmasini loyihalash asoslari

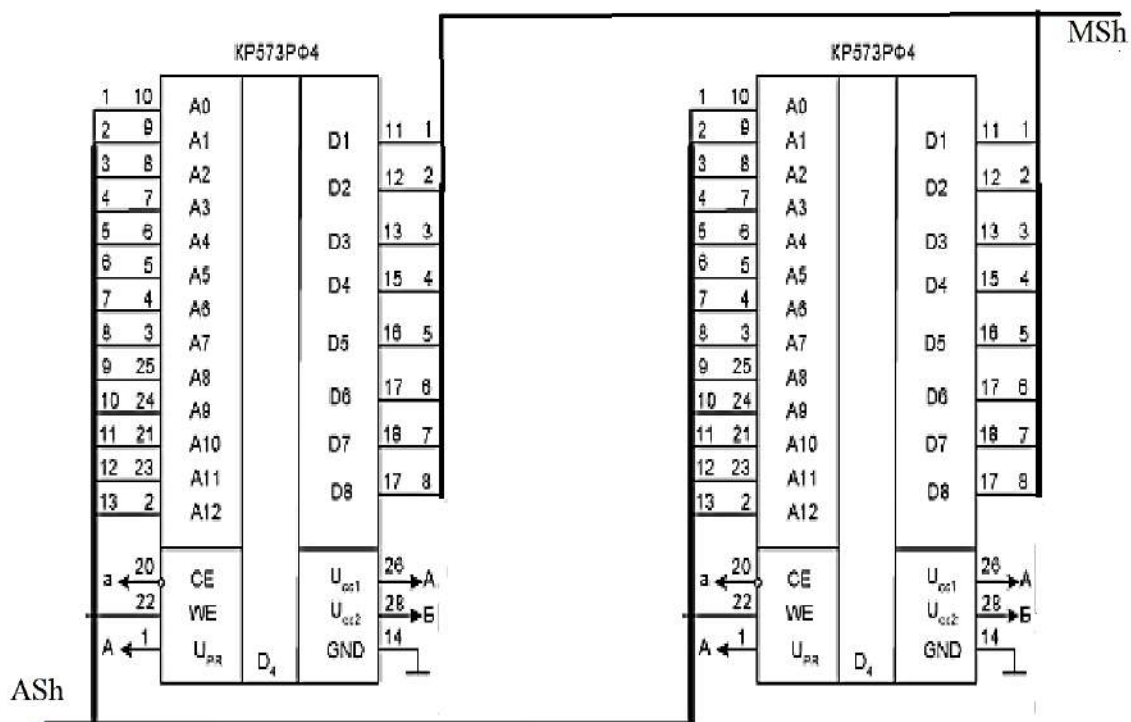
DXQ, QDXQ va ayrim turdagi statik OXQ mikrosxemalari asosida xotira qurilmasini loyihalash uchun talab etilgan hajmni ta'minlash maqsadida bir nechta

katta integral sxemalarni xotira varag'i kabi ulash lozim. Xotira qurilmasining har bir varag'idagi ma'lumotlar kirish/chiqish razryadlari s

oni mikroprotsessor ma'lumotlar shisasi razryadlari soniga mos bo'lishi zarur.

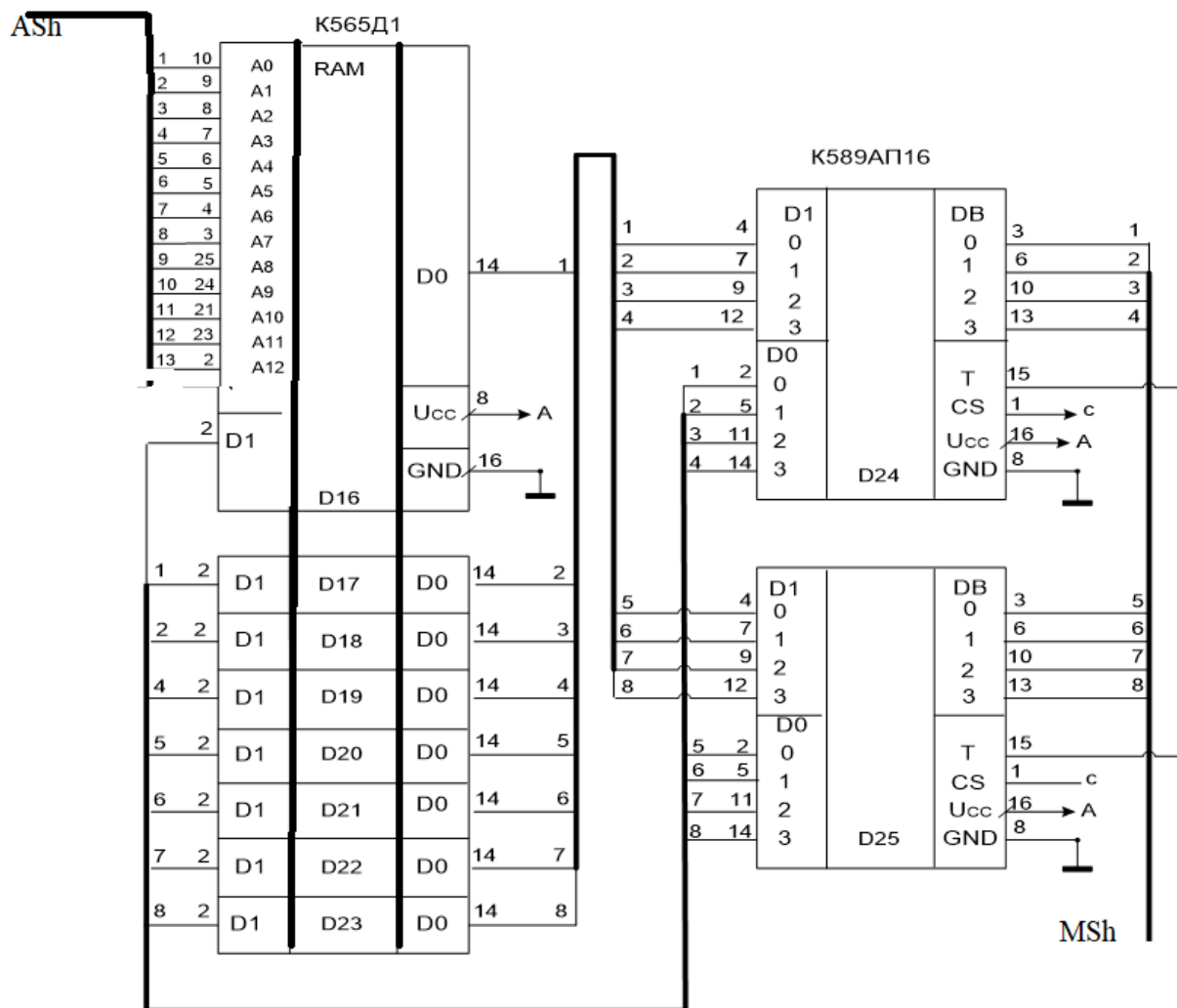


7.11–rasm. Dinamik OXQkatta integral sxemalariningichki tuzilmasi



7.12–rasm. DXQ, QDXQ va ko'p razryadli statik OXQ mikrosxemalariga asoslangan xotira qurilmasining sxemasi

Statik OXQ mikrosxemalarining ayrim turlarida to'plovchi matrisaning yacheykalari bir razryadli tizilmaga ega bo'lib, ularda ma'lumotlar kirishi va chiqishi uchun mikrosxemaning alohida oyoqchalari ajratilgan. Bunday mikrosxemalar asosida qurilgan operativ xotira qurilmasini mikroprotessorli boshqarish tizimlarining ikki yoqlama yo'nalishga ega bo'lgan ma'lumotlar shinasiga ulanishi 7.13–rasmda keltirilgan.

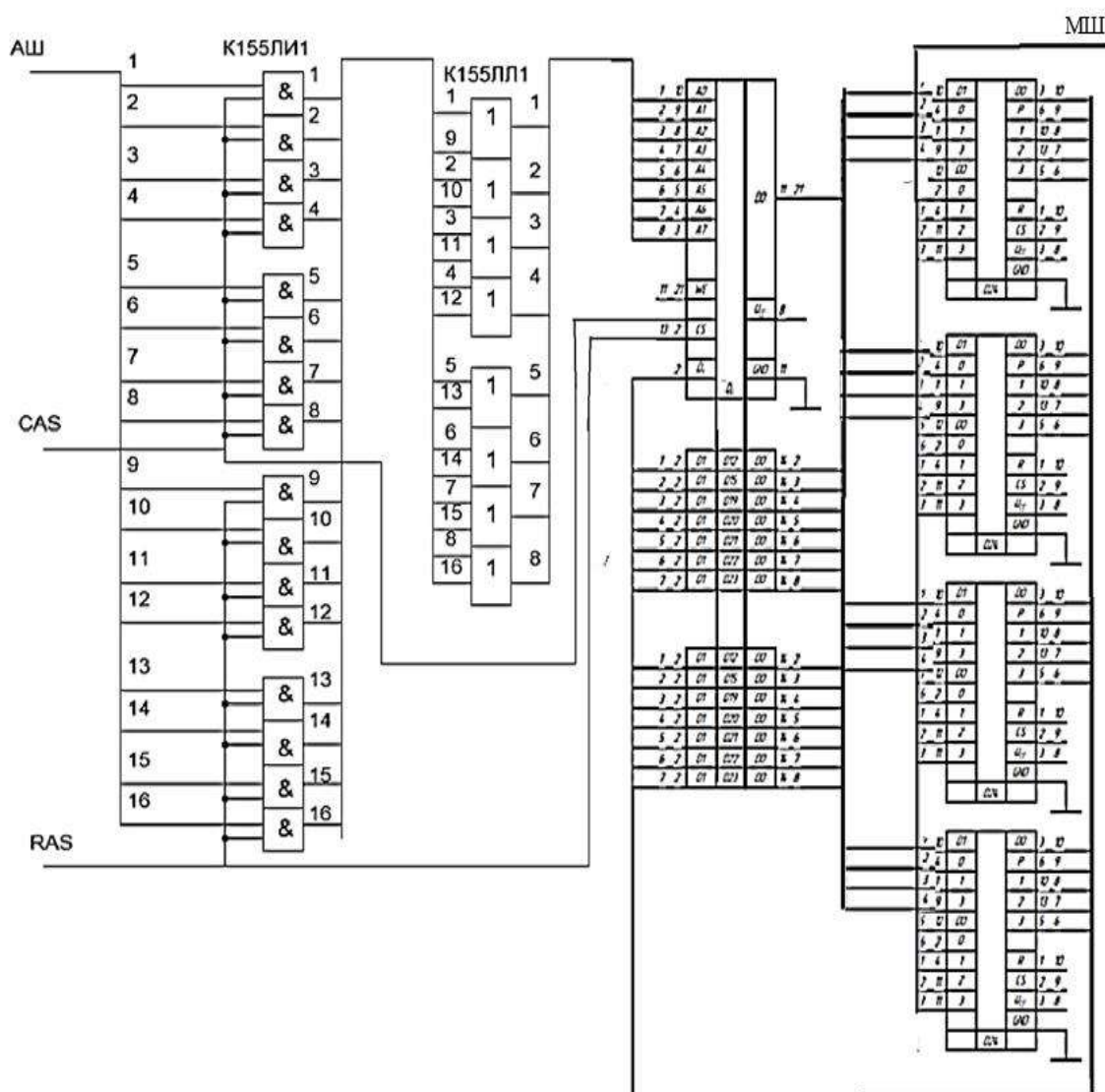


7.13-rasm. Statik OXQ qurilmasining sxemasi

Bunday ulanish shina shakllantirgichi (SHSH) mikrosxemasi yordamida amalga oshiriladi. Dinamik xotira uchun regeneratsiya sxemasi alohida quriladi.

Dinamik xotira katta integral sxemalarida ko'p hollarda adreslar buferi (AB) adreslar shinasiga nisbatan ikki marotaba kam kirishga ega bo'lib, ularda adres shinasi razryadlarini xotira mikrosxemasining qatorlar va ustunlar deshifrotlariga

qabul qilish jarayoni takt impulsi davri ikki qismga bo'lgan xolda amalga oshiriladi. Birinchi qismida adresning katta razryadlari qatorlar deshifrigatoriga, ikkinchi qismida adreslarning kichik razryadlari ustunlar deshifrigatoriga qabul qilinadi (7.14–rasm). Bu jarayon RAS va CAS signallari bilan boshqariladi. Ma'lumotlar kiritish va chiqarish alohida buferlar asosida amalga oshirilganligi uchun ma'lumotlarni kiritish buferi (MKB) va ma'lumotlarni chiqarish buferi (MCHB) to'g'ridan-to'g'ri MPni ikkiyoqlama yo'nalishlik ma'lumotlar shinasiga ulanish imkoniyatiga ega emas.



7.14–rasm. Dinamik OXQ qurilmasida adreslar shinasini qisqartirilgan adreslar kirishlariga ulanish sxemasi

OXQ		DXQ		QDXQ	
seriyasi	hajmi	seriyasi	Hajmi	seriyasi	hajmi
Statik		Maskali		EYOEO‘	
K132RU2	7 Kbit	K541RE1	2 Kbayt	K558RR1	2 Kbayt
K137RU1;2	1;16 Kbit	K568RE1;2;3	2;8;16Kbayt	K558RR2	16 Kbayt
K565RU2	1 Kbayt	K596RE1	8 Kbayt	K1601RR1	2 Kbayt
Dinamik		Foydalanuvchi dasturi		EYOUFO‘	
K565RU1	1 Kbit	K565RT1	0.5 Kbayt	K573RF1	1 Kbayt
K565RU5	32 Kbit	K556RT4	1 Kbayt	K573RF2,5	2 Kbayt
K565RU6	64 Kbit	K556RT5	2 Kbayt	K573RF4	4 Kbayt

Yuqoridagi jadvalda ayrim seriyadagi xotira katta integral mikrosxemalari va ularning xajmi keltirilgan.

7.4. Mikroprocessorli boshqarish tizimlarining axborotni kiritish/chiqarish - interfeys qurilmalari

MPLi boshqarish tizimlarida qo‘llanadigan interfeyslar 2 ta guruhga bo‘linadi:

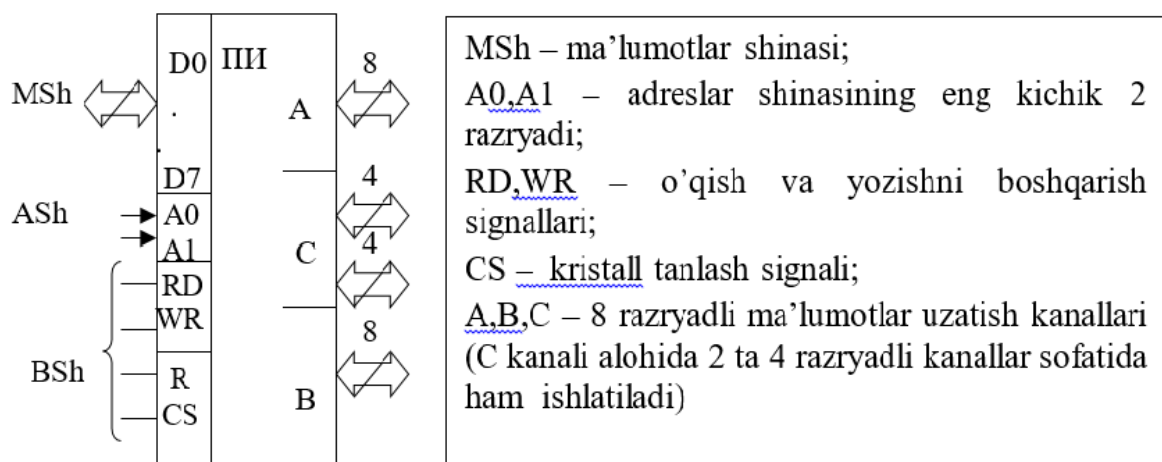
-parallel tamoyilda ishlovchi interfeyslar;

-ketma-ket tamoyilda ishlovchi interfeyslar.

Interfeys katta integral sxemalari bilan MP bloke orasida axborot parallel kodda almashiladi, interfeyslar va tashqi qurilmalar orasida esa interfeys ishlash tamoyiliining turiga qarab parallel yoki ketma-ket kodda axborot almashiladi.

7.4.1. Parallel tamoyilda ishlovchi interfeys qurilmalarini loyihalash

Parallel interfeys ishlash tamoyili bilan tanishishni K580VV55 katta integral sxemasi misolida ko‘ramiz:



7.15–rasm. K580BB55 mikrosxemasining kirish/chiqish signallari

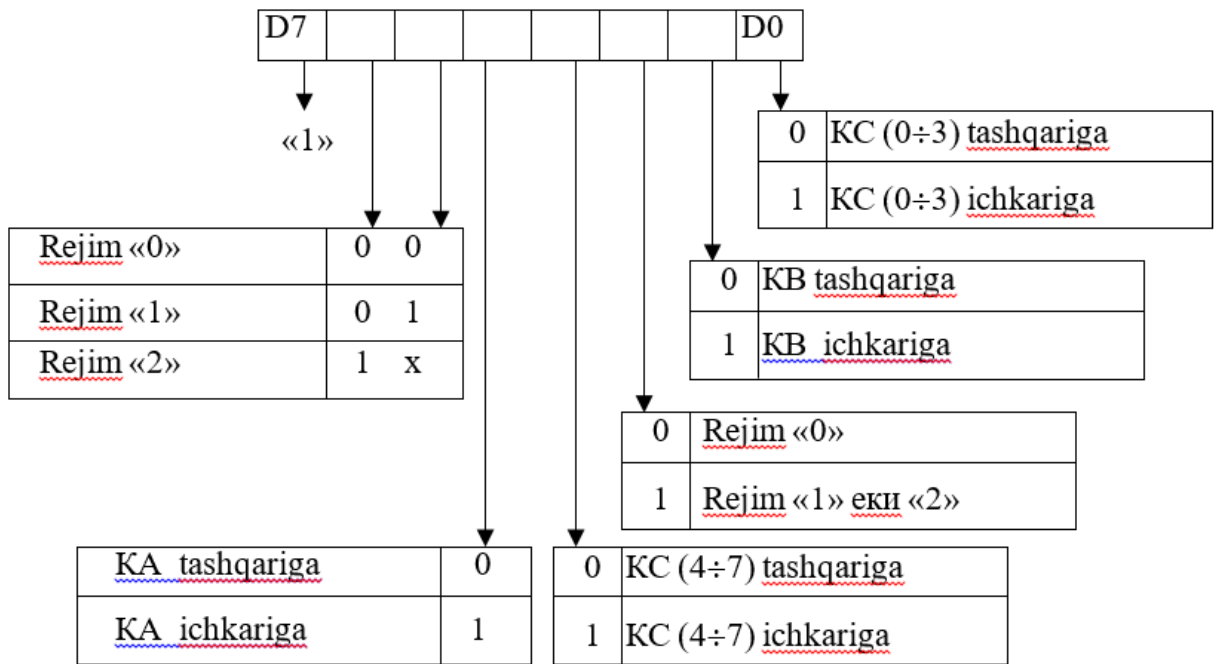
Bu parallel interfeysni 3 hil ish rejimidan biriga dasturlash mumkin:

“0” chi rejim – barcha kanallar bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan holda qabul qilishga yoki uzatishga ishlaydi.

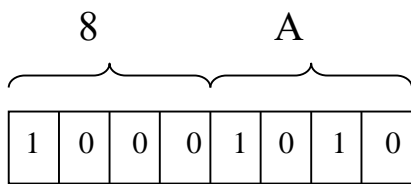
“1” chi rejim – A va B kanallari qabul qilishga yoki uzatishga ishlaydi, C (4-7) A kanali ulangan tashqi qurilma bilan boshqarish signallari bo‘yicha bog‘lanish uchun, C (0-3) B kanali ulangan tashqi qurilma bilan boshqarish signallari bo‘yicha bog‘lanish uchun ishlatiladi.

“2” chi rejim – A va B kanallari ma’lumotlarni ikki yoqlama yo‘nalishda uzatish uchun ishlatiladi, C kanalining vazifisi “1” chi rejimdagi bilan bir xil.

Interfeys ishlash rejimi boshqarish so‘zi registri (BSR) ga yozilgan kod bilan o‘rnatiladi. BSRning formati 7.16-rasmida keltirilgan.



7.16–rasm. K580VV55 interfeysi uchun BSR formati



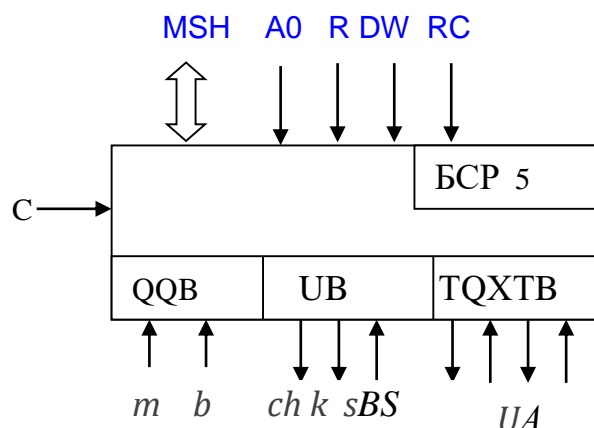
Masalan, “0” chi rejimda A kanali va C kanalining kichik 4 razryadi boshqarish signallarini ob’yektaga uzatish, B kanali va C kanalining katta 4 razryadi signallarni ob’yektdan qabul qilish uchun BSR ga 8A kodini uzatish zarur.

MP bilan parallel interfeys kanallari yoki BSR orasida ma’lumot almashinish jarayoni A0, A1, RD, WR signallari orqali boshqariladi. Mikroprossordan axborotni interfeys kanallaridan biriga yoki BSR ga yozishni WR signali, o’qishni esa RD signali boshqaradi. Kanallarni adreslash kodlari quyidagi jadvalda keltirilgan.

A1	A0	Kanal
0	0	KA
0	1	KB
1	0	KC
1	1	BSR

7.4.2. Ketma-ket tamoyilda ishlovchi interfeys qurilmalarini loyihalash

Ketma-ket interfeys ishlash tamoyili bilan tanishishni K580VV51 katta integral sxemasi misolida ko‘rib chiqamiz.

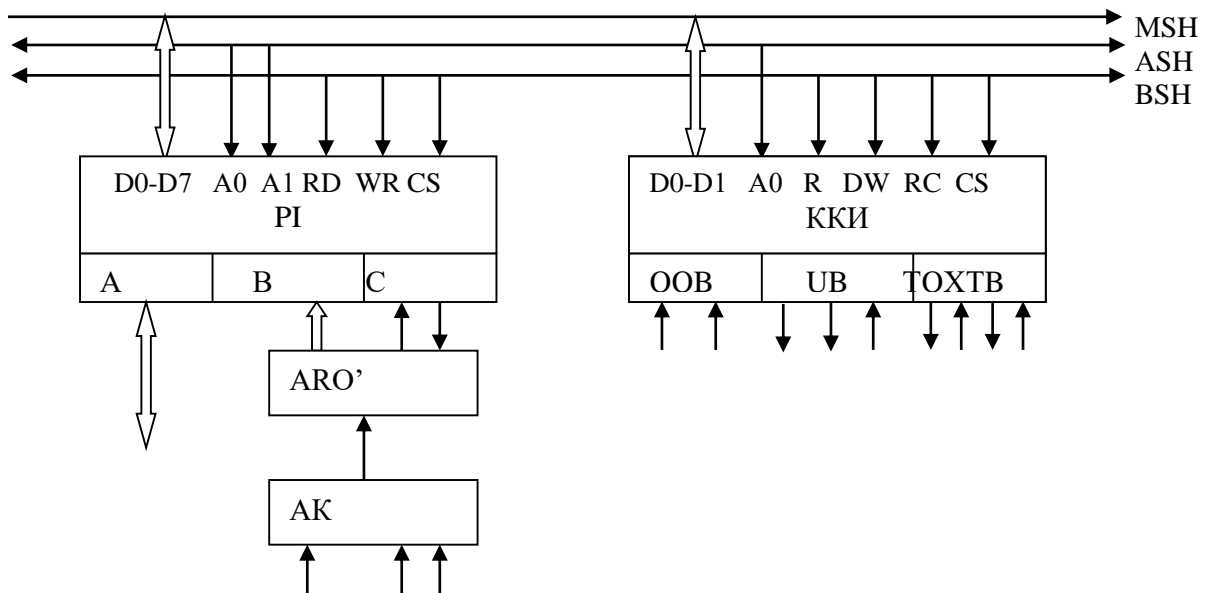


7.18–rasm. Operator interfeysi K580VV51 katta integral sxemasining interfeysi

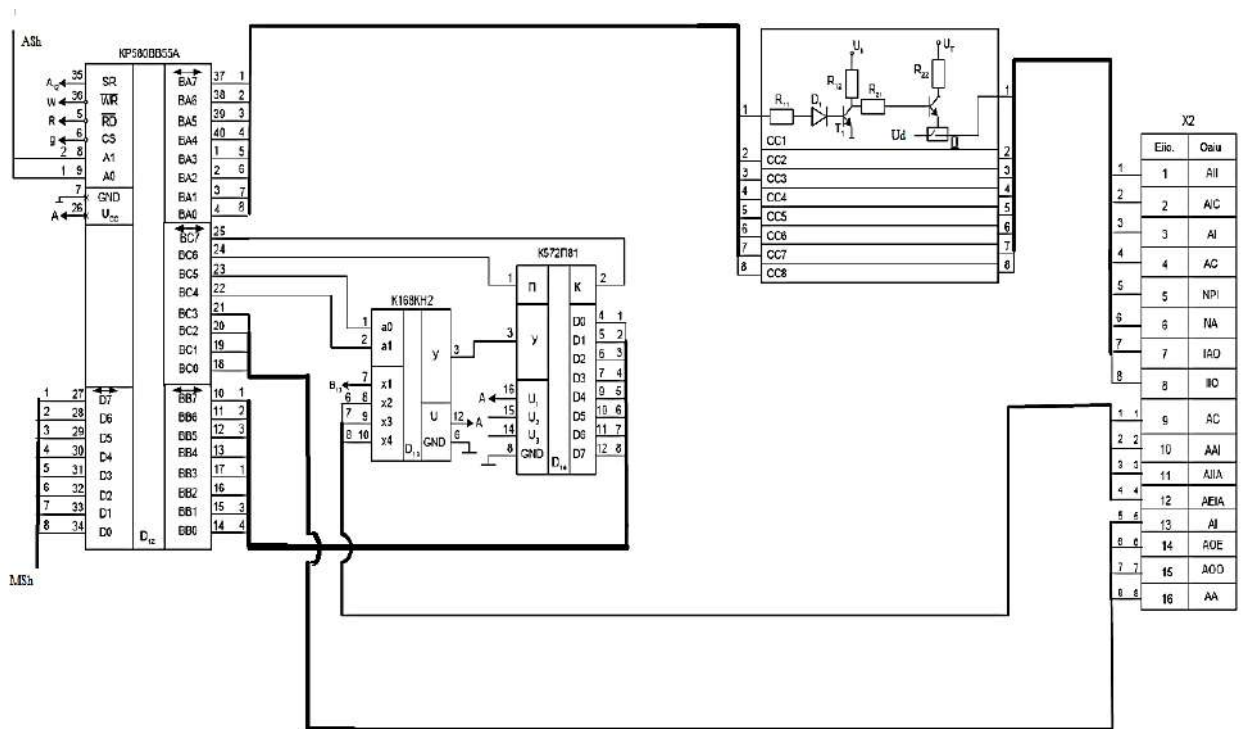
Bu yerda: QQB – qabul qilish bloki, UB – uzatish bloki, TQXTB – tashqi qurilma holatini tekshirish bloki; m – ma’lumotlar kirishi, ch – ma’lumotlar chiqishi, k – uzatish jarayoni tugaganligini ko‘rsatuvchi signal, b – uzatishni boshqarish signali, s – sinxronlash signali, U- signallar to‘plami tashqi qurilma va ketma-ket interfeysning o‘zaro uzatish va qabul qilishga tayyorligini so‘roqlash va tasdiqlash signallari.

Qabul qilish rejimi

MPLi boshqarish tizimi boshqarish ob’ektiga uning ijrochi qurilmalarini ishga tushiruvchi boshqarish signallarini uzatishi, hamda ob’ekt holatini nazorat qilish uchun uning datchiklari signallarini qabul qilishi lozim. Bu vazifalarni bajaruvchi parallel interfeysning bog‘lanish sxemasi 7.20–rasmda keltirilgan.



7.19–rasm. Interfeyslarning tizim shinalariga ulanish sxemasi



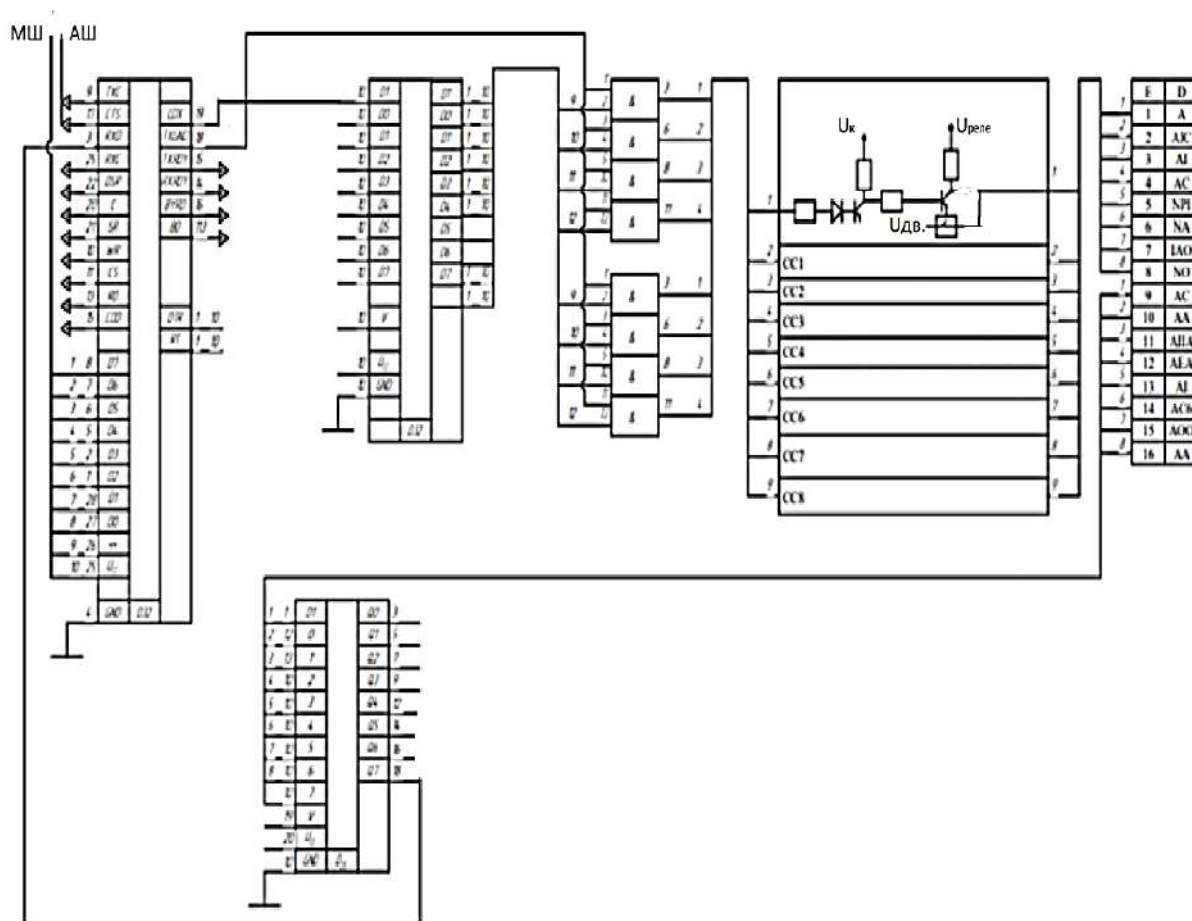
7.20–rasm. Parallel interfeysning ob’jekt bilan ulanish sxemasi

Bu yerda: BS1...BS8- ob’jekt uchun boshqarish signallari; Dr1..Dr4- raqamli datchiklar signallari; Da0..Da4-analog datchiklar signallari; U0,U1-analog komutatorni boshqarish signallari; AK-analog kommutator; ARO'- analog raqamli o'zgartirgich; Is- ARO'ning analog signal kirishi; P – ARO'ning o'zgartirish

jarayonini boshlashi uchun boshqarish signali; KP - o'zgartirish tugaganligini ko'rsatuvchi signal; D0÷D7- analog datchik signalining raqamli ekvivalenti chiqishlari.

Parallel interfeysning A kanali–boshqarish signallarini uzatish uchun, B kanali – uzluksiz signallarni raqamli ekvivalentini qabul qilish uchun, C kanalining 4 ta razryadi raqamli datchiklar signallarini qabul qilish uchun, qolgan 4 ta razryadi AK va ARO' ni boshqarish uchun mo'ljallangan.

MPLi boshqarish tizimining ob'yekt bilan ketma-ket interfeys orqali bog'lanish sxemasi 7.21–rasmda keltirilgan



7.21–rasm. Ketma-ket interfeys yordamida ob'yekt bilan bog'lanish sxemasi

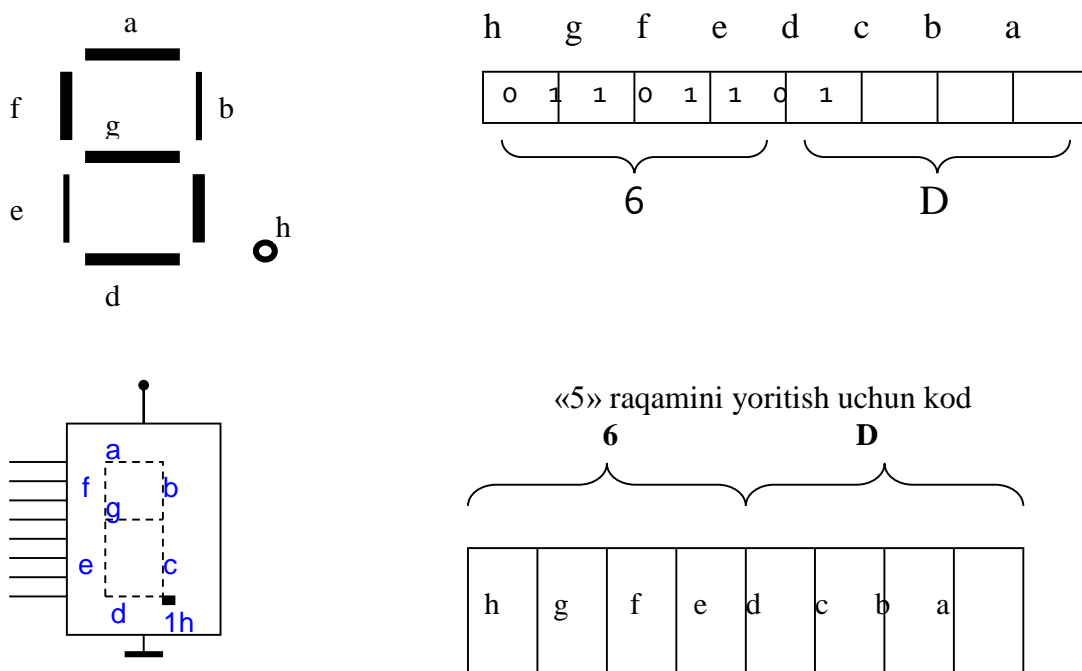
MPLi boshqarish tizimidan parallel kodda qabul qilingan boshqarish signallarini interfeys uzatgichi ketma-ket kodga aylantiradi va RG1 ga uzatadi. RG1 da boshqarish kodi parallel kodga aylantiriladi va kommutasiya sxemasining

kirishlariga uzatiladi. Uzatish jarayonining tugaganligini ko'rsatuvchi "T" signali kommutasiya sxemasi kirishidagi boshqarish signallarini o'z chiqishlari orqali boshqarish ob'yektiga uzatadi. Ob'yekt holatini nazorat qiluvchi raqamli datchiklar signallari RG2 ga parallel kodda qabul qilinadi va ketma-ket kodga aylantirilib, interfeysga so'ngra yana parallel kodga aylantirilib MPga uzatiladi.

Bu sxemada: B1...B8- ob'yekt uchun boshqarish signallari; Dr1..Dr8- raqamli datchiklar signallari; RG1 va RG2 surish registrlari; K-kommutasiya sxemasi.

MPLi tizimlarda qo'llaniladigan displey va klaviatura. Displey va klaviatura har qanday hisoblash tizimidagi kabi MPLi boshqarish tizimlarida xam operator va tizim orasida muloqat (dialog)ni ta'minlash uchun xizmat qiladi. Displey o'z vazifasiga ko'ra universal (sanoatda ishlab chiqariladigan standart displeylar) hamda maxsus turlarga ajratiladi.

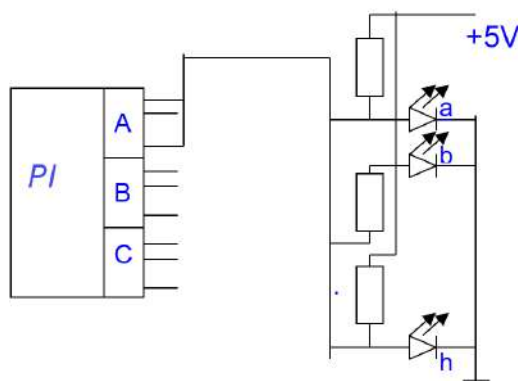
Universal displey elektron nur trubkalari yoki suyuq kristalli ekran asosida qurilgan bo'lib, ekranning turli koordinatalarida kerakli simvol yoki belgilarni yoritadi. Universal displeylarning asosiy ko'rsatkichi aniqlik darajasi bo'yicha xarakterlanadi. Ekranda qancha ko'p nuqtani yoritish imkoniyati bo'lsa, aniqlik darajasi shunchalik yuqori hisoblanadi.



7.22–rasm. Yetti segmentli indikatorning ishlash prinsipi

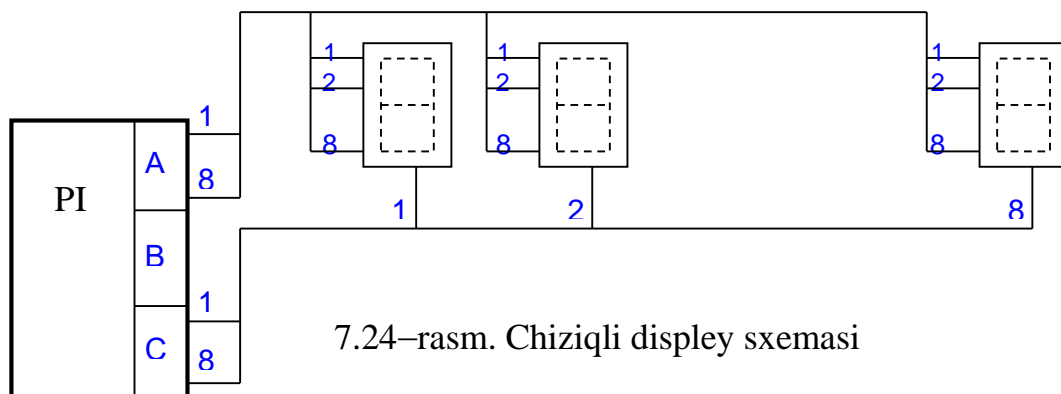
Masalan «5» raqamini indikatorda yoritish uchun uning a, c, d, f, g segmentlariga «1» signali, qolgan b, e, h segmentlariga esa «0» signali uzatish zarur (16 lik sanoq tizimida 6D kodi).

Maxsus displeylar cheklangan sohalarda qo‘llaniladi, ularning imkoniyati ham universal displeylarga nisbatan ancha kam. Maxsus displeylar “Yetti segmentli” nomi bilan ataluvchi maxsus indikatorlar asosidagi chiziqli displey ko‘rinishiga yoki eng sodda holda har bir informasion yoki boshqarish razryadi holatini ko‘rsatuvchi nurlanuvchi diodlari guruhlaridan iborat bo‘lishi mumkin. 7.22–rasmda 7 segmentli indikatorning ishlash tamoyili keltirilgan.



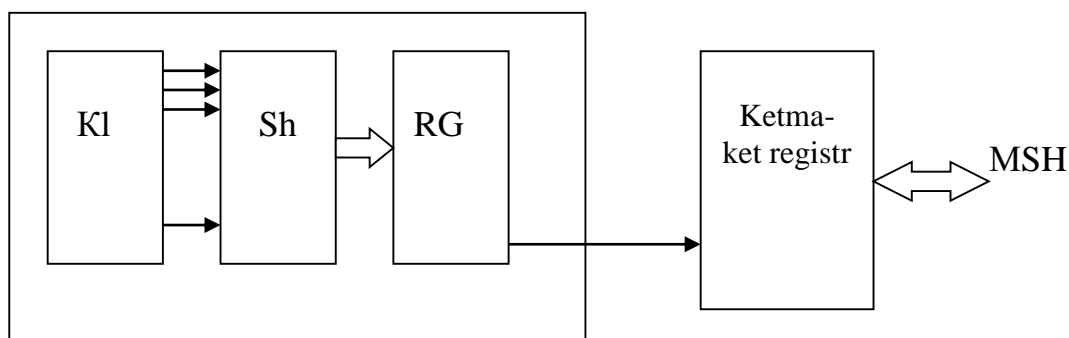
7.23–rasm. Yetti segmentli indikatorning parallel interfeysga ulanish sxemasi

Yetti segmentli indikator asosidagi chiziqli displey orqali 16 razryadli ma’lumotlar va adreslar shinalarining holatini ko‘rsatuvchi displey lineykasining sxemasi quyidagi ko‘rinishga ega (7.23–rasm). Bu displeyda simvollar ketma-ketligini yoritish - indikatorlarni navbatma-navbat tanlash orqali dinamik rejimda amalga oshiriladi.



7.24–rasm. Chiziqli displey sxemasi

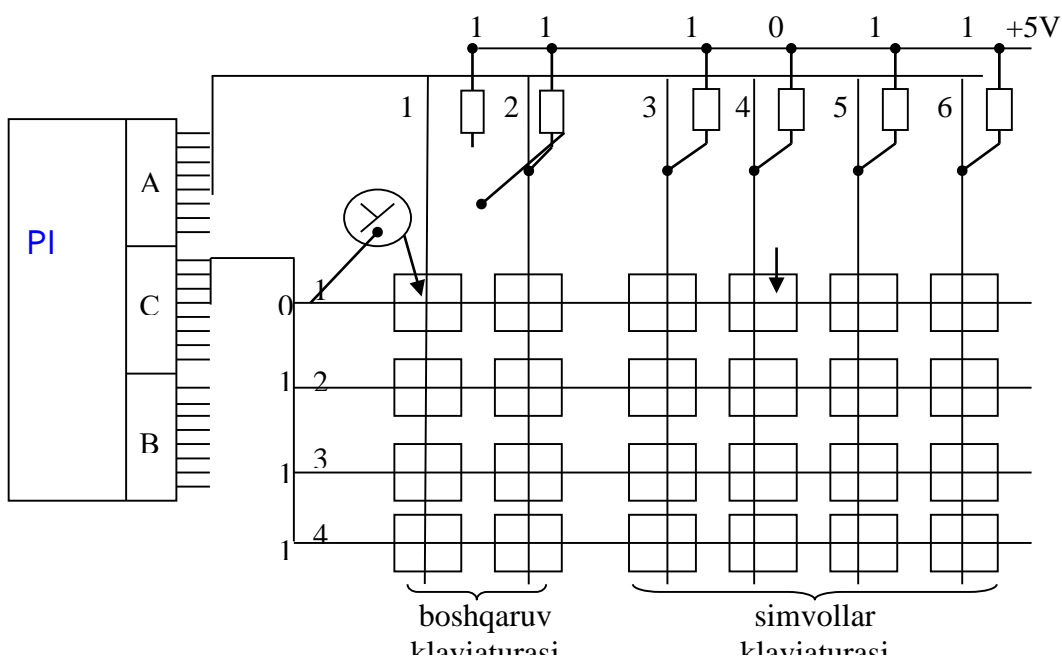
MPLi boshqarish tizimlarida universal yoki maxsus klaviatura qoʻllanilishi mumkin. Universal klaviatura oʻz ichiga bir necha alfavitdagi simvollarni, raqamlarni, turli belgilarni, boshqarish hamda yordamchi klavishlarni olishi mumkin. Klaviatura tizim shinasini bilan shifrator va surish registrlari, ketma-ket yoki parallel interfeyslar yordamida bogʻlanadi.



KI- klaviatura; Sh- shifrator; RG- registr

7.25–rasm. Klaviaturani tizimning maʼlumotlar shinasini bilan ulanish sxemasi

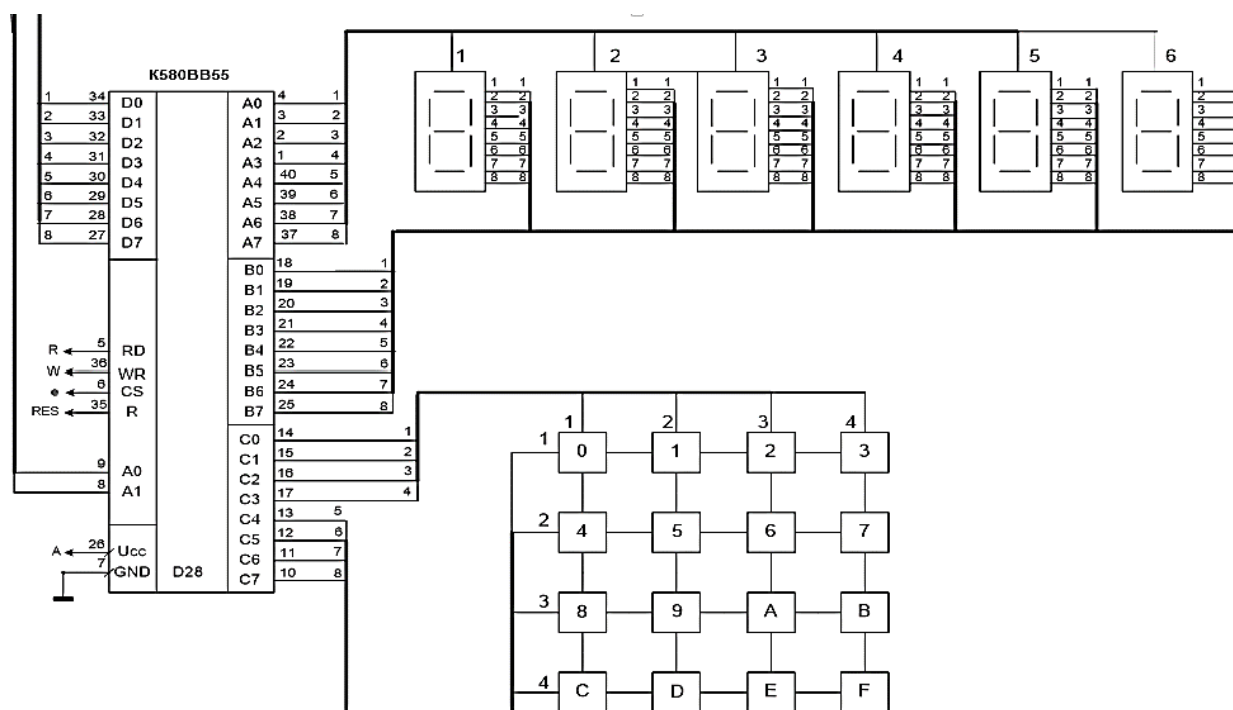
MPLi boshqarish tizimlarida qoʻllanadigan klaviatura umumiy holda quyidagi klavishalar guruhlarini oʻz ichiga oladi: alfavit-raqamli, simvollarni va turli belgilarni klavishalari; boshqarish klavishalari; manbaaga ulash, dastlabki holatga oʻrnatish, uzilishlarni tashkil qilish va sozlash jarayonida zarur boʻladigan qadamli rejim klavisha va tumblerlari.



7.26–rasm. Maxsus klaviaturaning parallel interfeysga ulanish sxemasi

Birinchi ikki guruh klavishalari dasturiy vositasida qabul qilinadi va bosilgan klavishaga mos dastur osti ishga tushiriladi, qolganlari esa apparat vositalari yordamida MPBTga ta'sir qiluvchi klavishalar. 7.26–rasmda keltirilgan sxemada klavishalar 4 ta qator va 6 ta ustunli matrisa sifatida ulangan bo'lib, klavishalar bosilmagan holatda ustunlarda "1" signali bo'ladi. Navbatma-navbat qatorlarga "0" signalini yuborish va shu vaqtda ustunlar signallarini qabul qilish orqali klavishalardan birortasi bosilganligi haqida ma'lumot olish mumkin. Qatorlardagi va ustunlardagi qabul qilingan kodlarni tahlil qilish natijasida qaysi klavisha bosilganligini aniqlash mumkin.

K580BB55 mikrosxemasini operator bilan bog'lanish interfeysi sifatida qo'llash sxemasi quyidagi 7.27-rasmda keltirilgan

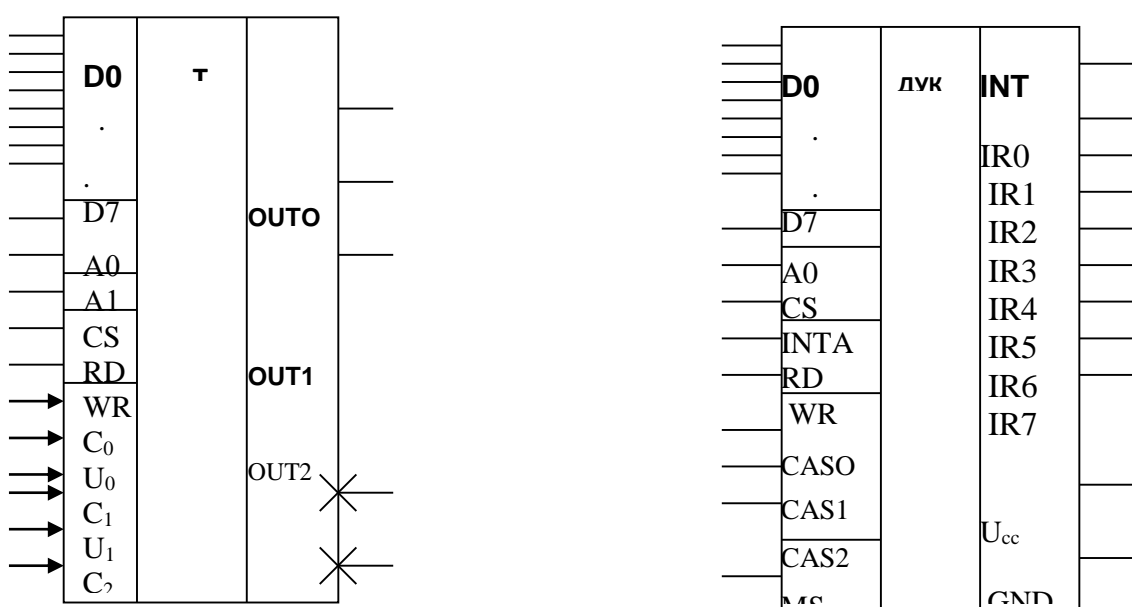


7.27–rasm. Operator interfeysi

Bu sxemada A kanali indikatorlarni tanlash uchun, B kanali tanlangan indikatorlarda kerakli simvolni yoritish uchun va C kanali 16 - talik klaviaturadan operator buyruqlarini kiritish uchun mos ravishda ulangan.

7.5. MPBTlarda vaqt kattaliklarni hosil qilish va uzilishlarni tashkil etish. Taymer va darajali uzilishlar kontrollerlari

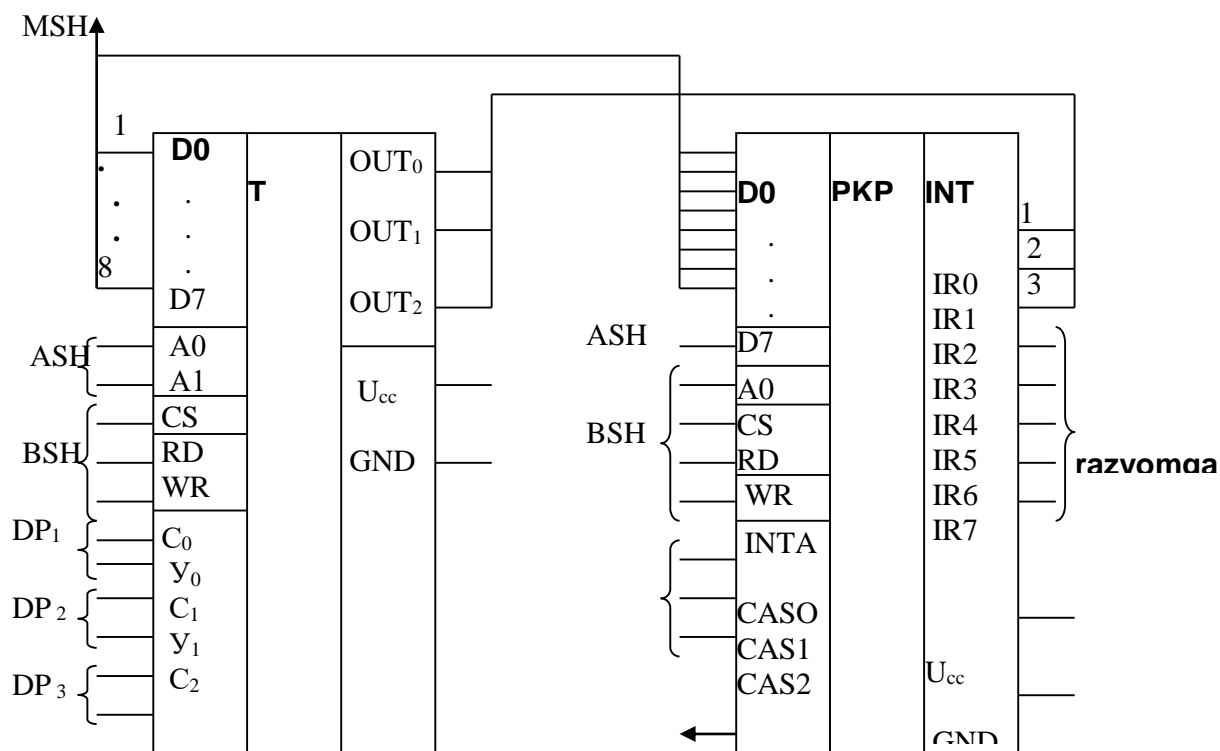
MPLi tizimlarda bir qator qo‘shimcha funksiyalarni bajaruvchi katta integral sxemalar qo‘llaniladi. Ularga taymer va darajali uzilishlar kontrolleri misol bo‘la oladi. Taymer katta integral sxemasi mikroprocessorli boshqarish tizimlarida turli vaqt intervallarini hosil qilish va impulslar ketma-ketligi turidagi signallarni qayta ishlash uchun xizmat qiladi



7.27–rasm. K580VI53 seriyasidagi taymerning va K580VN59 seriyadagi darajali uzilishlar kontrollerining sxematik ko‘rinishi

Masalan, K580VI53 taymeri 3 ta bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan 16 razryadli ayiruvchi sanash qurilmalaridan iborat. Ular 2/10 lik va 2 lik sanoq tizimlarida ishlashi mumkin. Har bir sanash qurilmasini bir necha ish rejimidan (multivibrator, yakkavibrator, to‘g‘ri burchakli impulslar generatori va h.k.) biriga dasturlash mumkin. Har bir sanash qurilmasi S_i – impulslar kirishiga, Y_i – boshqarish kirishiga va OUT_i – chiqish signaliga ega. Taymerni dasturlash davomida uning sanash qurilmasiga 16 razryadli son yoziladi. Y_i -boshqarish signali ruxsati bilan C_i -kirishidagi har bir impuls sanash qurilmasidagi sonni bittaga kamaytiradi va u “0” soniga yetganda OUT_i – chiqishida ish rejimiga mos bo‘lgan signal hosil bo‘ladi.

Darajali uzilishlar kontrolleri (DUK) MPlI boshqarish tizimlarida apparat vositalari va dastur asosida hosil qilinadigan turli uzilish so'roqlariga (asosiy dasturni vaqtincha to'xtatib, uzilish so'rog'iga mos dasturni ishga tushirish va u bajarib bo'lingandan so'ng asosiy dasturni uzilish bo'lgan joyidan davom ettirish) xizmat ko'rsatish uchun mo'ljallangan. DUK ning ishlash tamoyili bilan tanishishni K580VN59 katta integral sxemasi misolida ko'ramiz (7.28–rasm). Har bir DUK 8 ta uzilish so'rog'iga (IR0, IR1, ..., IR7) xizmat ko'rsata oladi. Bir nechta DUKlarni kaskadlash sxemasi orqali ulash bilan 64 tagacha uzilish so'rog'iga xizmat ko'rsatuvchi sxemani hosil qilish mumkin. CAS0, CAS1, CAS2 - kaskadlash sxemasi bo'yicha ulanish kirishlari. Bunday sxemada bitta DUK yetakchi, qolganlari ergashuvchi hisoblanadi. Ularning yetakchilik yoki ergashuvchanlik maqomi MS kirishi orqali o'rnatiladi. INT, INTA – mikroprosessor bilan bog'lanish signallari.



7.28–rasm. Taymer va DUKni tizim shinalariga ulanish sxemasi

Biror IRI-kirishi orqali uzilish so'rog'i kelganda DUK mikroprosessorga INT orqali uzilish so'rog'i yuboradi. Mikroprosessor bajarayotgan buyrug'ini oxiriga yetkazib, uzilishga tayyorlik signali INTA ni DUKga uzatadi va undan 3 baytli dastur ostiga o'tish buyrug'ini qabul qiladi. Bu dastur ostida kelgan uzilish

so‘rog‘iga mos xizmat ko‘rsatish dasturi joylashgan bo‘ladi. 7.28–rasmda taymer va DUKning MPli tizimining adreslar, ma‘lumotlar va boshqarish shinalariga ulanish sxemasi keltirilgan.

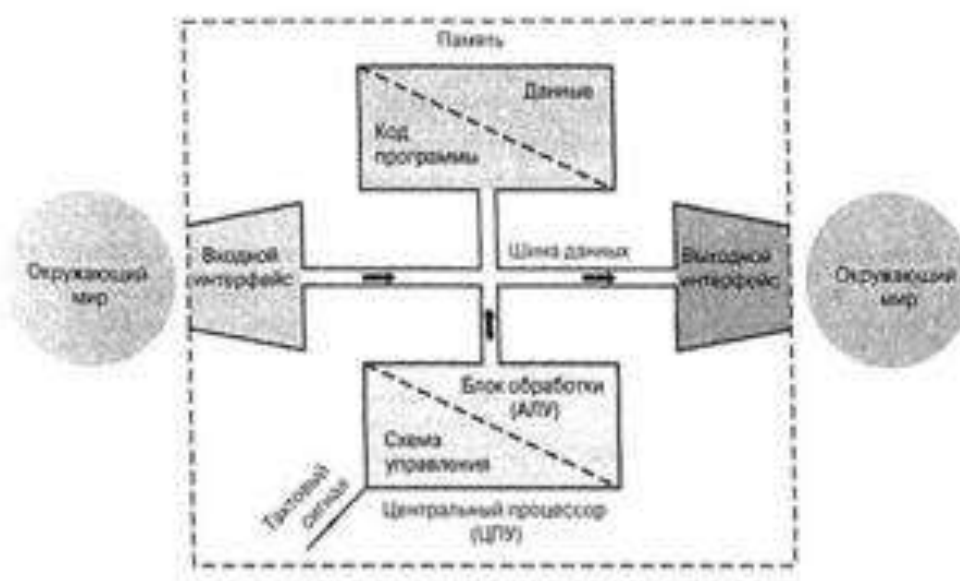
Nazorat savollari

- 1. Har qanday boshqarish va hisoblash qurilmalari yoki tizimlarida necha turdagi signallar oqimi mavjud?*
- 2. MPli boshqarish tizimi tuzilmasi o‘z ichiga qanday bloklarni oladi?*
- 3. Bir kristalli MPlar uchun MP blokining tuzilmasini keltiring.*
- 4. Seksiyali MPKlar uchun MP blokining tuzilmasinikeltiring.*
- 5. MPBTlarda qo‘llaniladigan xotira qurilmalari haqida ma‘lumot bering.*
- 6. MPBTlarining axborotni kiritish/chiqarish - interfeys qurilmalari haqida ma‘lumot bering.*

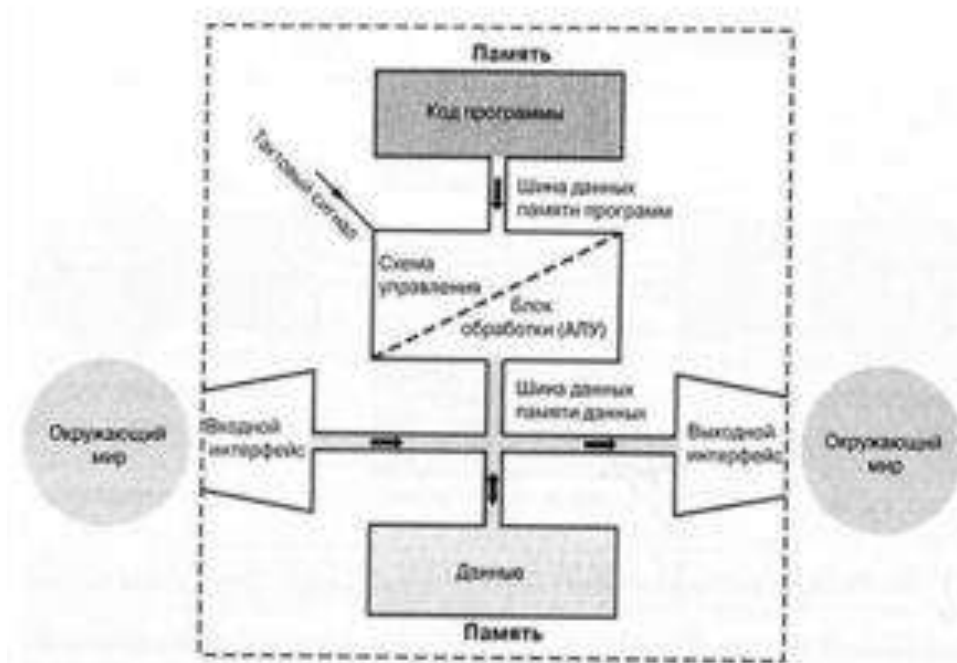
8. ZAMONAVIY MIKROKONTROLLERLAR VA ULARNING RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI

8.1. Mikrokontrollerlarning rivojlanish tendensiyalari

MPlarning rivojlanish tendensiyalari mikrokontroller (MK)larning rivojlanishida ham o‘z aksini topgan. **Mikrokontrollerlar** – turli kontrollelarni tuzishda asos sifatida qo‘llaniladigan hisoblash qurilmasining alohida sinfidir. Tuzilmaviy tashkil etilishi, sodda buyruqlar to‘plami, buyruqlar va ma’lumotlarning adreslash usullari, hamda axborotlarni kiritish/chiqarishlarning tashkil etilishidan kelib chiqan holda ularni ob’ekt yoki jarayonlarni boshqarish konturlariga kiritilgan maxsus hisoblashlarni bajarishda qo‘llashni ta’qozo etadi. MKlar “fon Neyman” turidagi klassik mashina hisoblanmaydi, chunki dastur hamda ma’lumotlar xotiralarining fizik hamda mantiqiy ajratilganligi ularni ishlash jarayonida amaliy dasturlarning o‘ta yuklanishi yoki modifikasiyalanishni oldini oladi.



8.1–rasm. MPning Fon Neyman arxitekturası



8.2–rasm. MPning Garvard arxitekturasi

MPlar va MKlar arxitekturasi rivojlanishi *CISC*-MPlaridan *RISC*-MPlarigacha bo‘lgan yo‘lni bosib o‘tgan. Hozirgi kunga kelib MKlarning rivojining cho‘qqisi bo‘lib *ARM* arxitektura hisoblanadi, u *RISC*-arxitekturali 32-razryadli prosessor yadrosini soproprocessor, hamda *DSP* -signallarga raqamli ishlov berish moduli bilan birlashtirgan.

ARM qisqartmasi 1999 yil *Acorn* va *Apple Computers* kompaniyalarining hamkorligi natijasida tashkil etilgan *Advanced RISC Machines* ingliz kompaniyasining nomidan kelib chiqadi. Kompaniya bevosita mikrosxemalarni ishlab chiqarish bilan shug‘ullanmaydi, balki o‘z ishlanmalarini elektron ko‘rinishda namoyish etadi, ular asosida esa foydalanuvchilar o‘z shaxsiy MPlari va MKlarini konstruksiyalaydilar.

CISC – *Complete Instruction Set Computer* (to‘liq buyruqlar to‘plamiga ega kompyuter) qisqartamasidir. *CISC*-prosessorlar uchun quyidagilar xos: umumiy maqsadlarga mo‘ljallangan registrlar soni kam; mashina buyruqlari miqdori ko‘p bo‘lib, ularning ba‘zilari yuqori darajadagi dasturlash tili operatoriga o‘xshash semantik yuklangan va ko‘p taktlar davomida bajariladi; adreslarshning ko‘p

usullari; turli razryadlikdagi buyruqlar formatlarining katta miqdori; ikki adresli buyruq formatlarining ko'pligi; registr-xotira turli ishlov berish buyruqlarining mavjudligi.

RISC –*Reduced Instruction Set Computer* (qisqartirilgan buyruqlar to'plamiga ega kompyuter) qisqartamasidir. Bunday arxitekturaning negizi *CDC6600* kompyuterlariga borib taqaladi. Ularda tezkor hisoblash mashinalarini tuzish uchun buyruqlar to'plami soddalashtirilgan. Bu an'anani *Cray Research* kompaniyasi mashhur superkompyuterlar seriyasini yaratishda davom ettirgan. Ammo, *RISC* ning zamonaviy talqidagi tushunchasi kompyuterlarning uchta ilmiy-tadqiqot loiyhalari negizida shakllangan: *IBM* kompaniyasining 801prosessori, Berkli universitetining *RISC* protsessori va Stenford universitetining *MIPS* protsessori. Buyruqlar tizimi quyidagi shakllangan, ixtiyoriy buyruqni bajarish kam miqdordagi mashina taktlarini egallasin. Buyruqlarni bajarish mantiqi apparatli bajarishga yo'naltirilgan bo'lib samaradorlikni oshirishga qaratilgan. Buyruqlarni dekodlash mantiqini soddalashtirish uchun uzuligi va formati qayd etilgan buyruqlar qo'llanilgan. Shunday qilib, *RISC*-arxitektura cheklangan buyruqlar to'plami, yo'riqnomalarni tanlash navbati va xotiraga cheklangan murojaatni nazarda tutadi.

Hozirgi kunga kelib *ARM* arxitekturasi yetakchi pozitsiyani egallaydi va 32-razryadli o'rnatiladigan *RISC*-MPlari bozorining 75%ni qamrab olgan.

Raqamli mikrosxemalar orasida MKlar, analog mikrosxemalar orasida operasion kuchaytirgichlar kabi o'rin egallaydi. MK universal qurilma bo'lib, ularni turli elektron qurilmalarda qo'llash tobora kengayib bormoqda. Yarimo'tkazgichli elektronika sohasidagi deyarli barcha yirik va o'rta firmalar MKlarni yaratish va ishlab chiqarish bilan shug'ullanadilar. Zamonaviy MKlar o'z korpusida katta quvvatli prosessorli yadro, bajarilayotgan dastur va ma'lumotlarni saqlashga mo'ljallangan xotira qurilmasi, kirish va chiqish signallarini shakllantirish qurilmasi, turli yordamchi tugunlarni birlashtirgan. Zamonaviy MKlarni rivojlantirish umumiy tendensiyasi – normal ishlash uchun zarur bo'lgan tashqi elementlar sonini kamaytirishdir. Mikrosxema kristallida nafaqat komporatorlar,

analog-raqamli va raqamli-analog o'zgartirgichlar, balki turli yuklama rezistorlar, olib tashlash zanjirlari va boshqalar joylashtiriladi.

MKlarning chiqish buferlari tipik yuklamalarni bevosita ulashga mo'ljallangan. Ishlab chiqaruvchi MKlarning ixtiyoriy chiqishini o'z xoxishiga qarab ishlatishi mumkin. Va ularning barchasini bitta mikrosxemada bajarishga erishilmoqda.

MK narhlarining doimiy arzonlashishi va ularning funksional imkoniyatlarining kengayib borishi, ular asosidagi qurilmalarni yaratish murakkablik darajasini pasaytirib bormoqda. Hozirgi kunga kelib an'naviy usulda amalga oshirish uchun bir necha o'nta o'rta va kichik integrasiya darajasiga ega bo'lgan mikrosxemalarni o'rniga ularni o'rnini bosadigan MKlarni loyihalashtirilmoqda.

MKlar bozorining rivojlanish strategiyasi yuqori samaradorlikka, ko'p sonli periferiya hamda kichik energiya iste'moliga ega mikrosxemalar asosidagi elektron apparatura ishlab chiqarishga qaratilgan.

1970 yillar yakunida paydo bo'lgan MKlarni "dastlabki namunasi" hisoblanadigan *Intel 8051* bitta yo'riqnomani bajarish uchun 12ta sikldan foydalangan.

20 yildan so'ng *Dallas Semiconductor* harajatlarni 4ta siklgacha qisqartirdi.

2006 yilda *Atmel* kompaniyasi tomonidan *Atmel 8051 Single Cycle Core* arxitekturasiga asoslangan oltita yangi MKlar taklif etilgan (*AT89LP214*, *AT89LP213*, *AT89LP414*, *AT89LP413*, *AT89LP216*, *AT89LP416*) bo'lib, 70%yo'riqnomani bitta siklda bajarishni ta'minlaydi. Yangi mikrosxemalarning samaradorligi 20 MGs takt chastotasida 20 MIPS ga yetdi.

Kommunikasion interfeyslarning rivojlanishi evaziga 8-bitli MKlarni qo'llanish sohalari sezilarli kengaydi. Avtomobil tizimlarida *CAN* keng qo'llaniladi, portativ maishiy elektronika *USB* dan foydalanadi, telekommunikasion qurilmalari esa *Ethernet* dan borgan sari faol fodylanishmoqda.

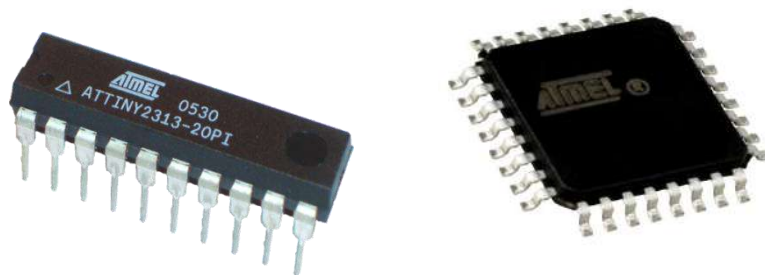
Microchip Technology kompaniyasining yangi mahsuloti bo'lib 8-razryadli *PIC18F97J60* MK hisoblanadi, u *IEEE 802.3 Ethernet* interfeysini qo'llab

quvvatlaydi. Hisoblash yadrosinig samaradorligi 10 *MIPS*, 128 Kb dastur flash-xotira va 4 Kb ma'lumotlar xotirasi *RAM* mazkur mikrosxemani server uskunalarini monitronig qilish tizimlarida qo'llashga imkon beradi.

8-razryadli MKlar bozori muvaffaqiyatli rivojlanmoqda. Ammo, o'rnatiladigan ilovalarni qo'llashda 32-razryadli prosessorlarning roli ortib bormoqda. Hozirgi kunga kelib jahonda yaratilayotgan o'rnatiladigan tizimlarning deyarli uchdan bir qismi 32-razryadli prosessorli platformalarga asoslangan. Yangi texnologik jarayonlarning qo'llaniladi kristall sirtlarini qisqarishi va yaroqli mikrosxemalarni chiqarish samarasini oshirmoqda.

MKlarni yaratishda hozir 90-nanometrli texnologiyalar qo'llanilmoqda. Ularning negizida masalan, *ARM926EJ-S* arxitekturasiga ega, takt chastotasi 200 MGs bo'lgan 32-razryadli *LPC-3000* MKlari ishlab chiqarilmoqda.

Misol tariqasida Atmel firmasining AVR oilasiga mansub MKlari bilan tanishib chiqamiz. Ular RISK buyruqlar tizimiga ega bo'lgan bir kristalli mikro-EHMLardan iborat. Buyruqlarning asosiy qismi MKda bir taktda bajariladi. Xotiradan navbatdagi buyruqni tanlash undan oldingi buyruqni bajarish vaqtida amalga oshiriladi. MKlar KMDYA texnologiyasi asosida yaratilgan bo'lib, dasturlar va malumotlarni saqlovchi energiyaga bog'liq bo'lmagan xotira qurilmalari *FleshROM* va *EEPROM* texnologiyalari asosida yaratilgan.



a) AT tiny MK

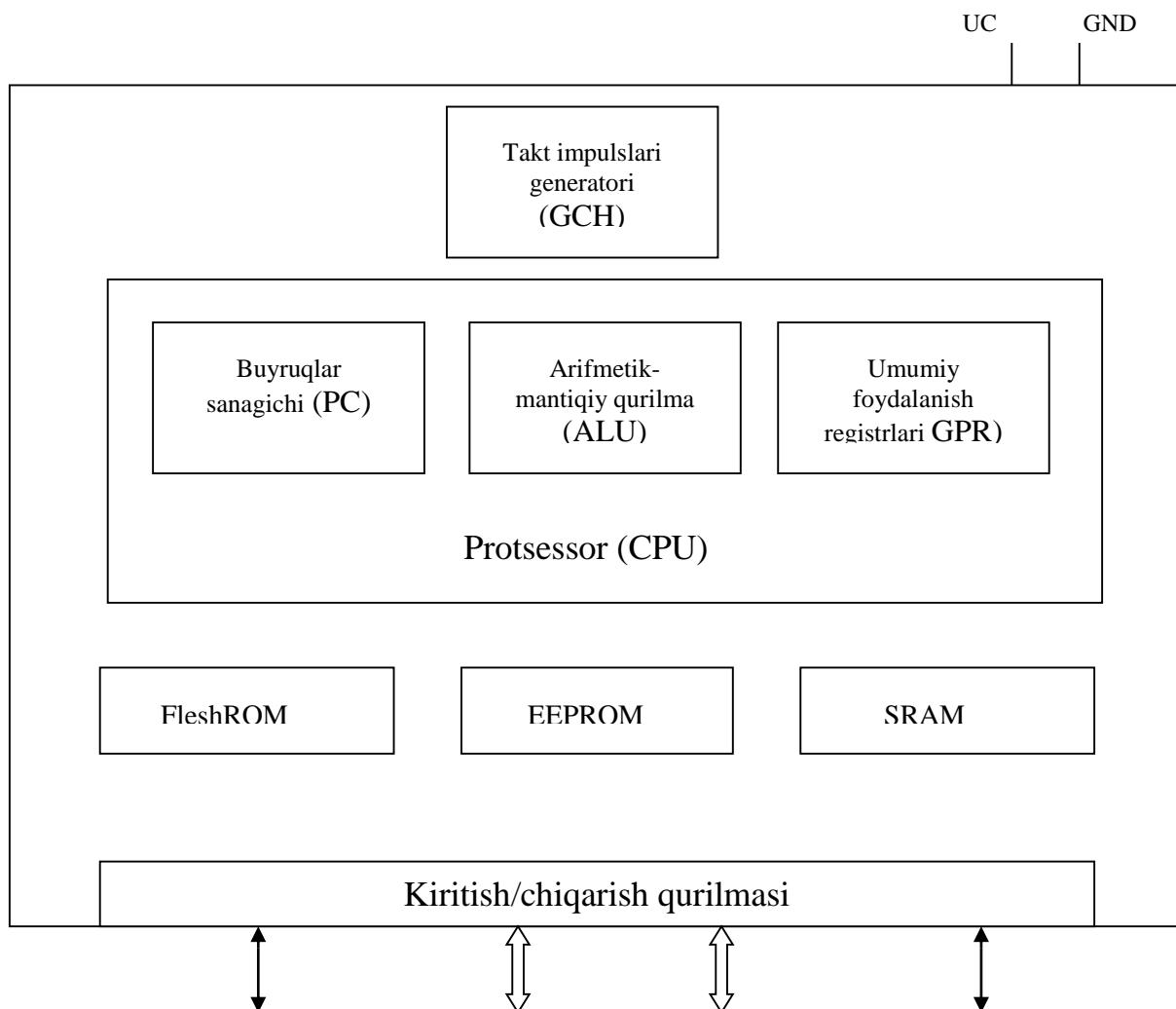
b) AT mega MK

8.3–rasm. Atmel firmasining AVR MKlari

AVR oilasiga uch seriyadagi MKlar kiradi: AT90, ATtiny va ATmega, ular ichida ATtiny eng kam va ATmega eng ko'p hisoblash imkoniyatiga ega (8.3–rasm).

8.2. Mikrokontrollerlarning tarkibiy qismlari va ularning vazifalari

MKlarning tuzilmasi. MKning umumlashtirilgan tuzilma sxemasi 8.4–rasmda keltirilgan.



8.4–rasm. MKning umumlashtirilgan tuzilma sxemasi

AVR MKlari yagona asos tuzilmasiga ega bo‘lib, o‘z ichiga quyidagi tarkibiy qismlarni oladi:

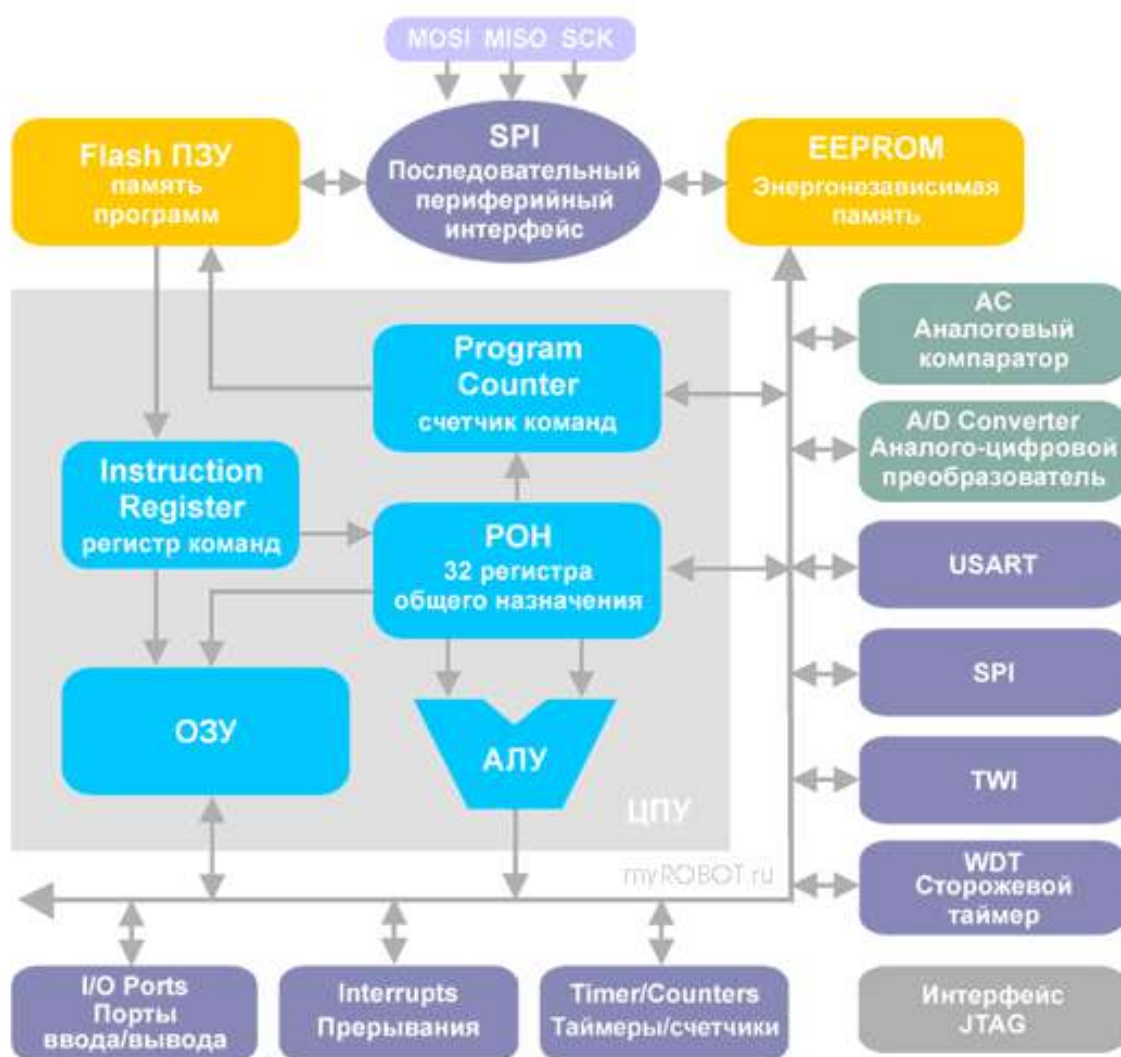
- takt impulslari generatori;
- protsessor;
- dasturlarni va konstantalarni saqlovchi, FleshROM texnologiyasida yaratilgan doimiy xotira;

-ma'lumotlarni saqlashga mo'ljallangan statik turdagi operativ xotira (SRAM);

-ma'lumotlar massivini saqlash uchun EEPROM texnologiyasida yaratilgan doimiy xotira;

-ma'lumotlarni va boshqarish signallarini kiritish/chiqarish uchun qurilmalar to'plami.

MKning funksional sxemasi 8.5–rasmda keltirilgan.



8.5–rasm. MKning funksional sxemasi

Protsessor (CPU). Protsessor (CPU) - navbatdagi buyruq adresini hosil qiladi, xotiradan shu adres bo'yicha buyruq kodini oladi va uni bajarilishini tashkil qiladi. Buyruq formati 16 bitdan yoki 32 bitdan iborat. AVR oilasiga mansub turli

MKlar buyruqlar tizimi 89 tadan 130 tagacha buyruqlarni o'z ichiga oladi. AVR Assembleri - asos buyruqlar tizimi deb nomlangan 118 ta buyruqdan iborat.

Asos buyruqlar tizimiga quyidagilar kiradi:

-faqat umumiy foydalanish registrlari (GPR) ishtirok etadigan 33 ta registr buyruqlari;

-operativ xotira (SRAM) adreslar maydonini adreslovchi 26 ta buyruq;

-kiritish/chiqarish registrlariga (IOR) murojat qilish uchun 2 ta buyruq;

-dasturlar xotirasiga (FlashROM) murojat qilish uchun 1 ta buyruq;

-umumiy foydalanish registrlari va kiritish/chiqarish registrlari bitlari bilan bog'lik 22 ta buyruq;

-dastur bajarilishini boshqaruvchi 34 ta buyruq.

Protsessor tarkibiga 8.4–rasmda keltirilgan buyruqlar sanagichi (PC), arifmetik-mantiqiy qurilma (ALU) va umumiy foydalanish registrlari bloki (GPR)dan tashqari MKning holat registri - SREG, stek ko'rsatkichi registri – SP (yoki SPL va SPH) va boshka elementlar ham kirishi mumkin.

MK ishga tushirilganda yoki qayta yuklanganda RS ga «0» soni yoziladi, FlashROM dan nolinchiladagi buyruq tanlab olinadi va bajariladi. Navbatdagi buyruq adresi RS ga «1» sonini qo'shish orqali hosil qilinadi.

ALU da bitta yoki ikkita operandlar (operasiyada ishtirok etuvchi ma'lumotlar) ustida arifmetik va mantiqiy operatsiyalar bajariladi. Operandlar GPR registrlaridan olinadi. Agar operatsiya bir operandli bo'lsa - natija operand olingan registrga, ikki operandli bo'lsa – natija birinchi operand olingan registrga yoziladi.

GPRo'z ichiga R0, R1, ..., R31 nomlari berilgan 32 ta 8 razryadli registrlarni oladi. R24 dan R31 gacha bo'lgan registrlar 16 razryadli ma'lumotlarni saqlash uchun registr juftliklarini hosil qilishi mumkin, bu xolda juft raqamli registrda ma'lumotning kichik bayti, toqraqamli registrda esa katta bayti saqlanadi. R26 va R27 registrlar juftligi «X» nomi bilan, R28 va R29 registrlar juftligi «Y» nomi bilan, R30 va R31 registrlarjuftligi esa «Z» nomi bilan ataladiva bu registrlar juftliklari xotiraga bilvosita murojaat qilinganda adreslarni saqlash uchun xizmat qiladi.

MKning xolat registri SREG8 ta razryad(SREG7, SREG6, ... , SREG0)dan iborat bo'lib, uning har bir razryadining vazifasi quyidagicha:dasturbajarilishi jarayonida barcha uzilishlarni ta'qiqlash yokiulargaruxsat berish; bit ustida operatsiya bajarilganda uni saqlash; bajarilgan operatsiya natijasining belgilarini (ishorasi, natija nolga teng yoki teng emasligi, o'tish razryadi, natija kodidagi «1» raqamlarining soni juft yoki toqlik belgisi) va boshqalarni saqlash.

Stek ko'rsatkichi registr PC stekka murojat qilish adresini hosil qilish va saqlash vazifasini bajaradi. Ayrim MKlarda stek sifatida maxsus xotira qurilmasi (apparatli stek)dan foydalaniladi, boshqa MKlarda SRAM ning foydalanuvchi tomonidan ajratilgan qismi stek sifatida ishlatiladi.

FlashROM xotira qurilmasi dasturlar buyruqlarining kodi va konstantalarni saqlash uchun mo'ljallangan. Xotira yacheykalari 16 razryaddan iborat bo'lib, turli MKlarda 1 Kbaytdan 128 Kbaytgacha hajmga ega. FlashROMdan buyruqlar kodi o'qilishi uchun yacheyka adresi RSDan, konstantalar o'qilishi uchun esa Z registrlar juftligidan olinadi. FlashROMga kodlarni yozish dasturlash jarayonida amalga oshiriladi, ayrim MKlarda qo'shimcha +12V kuchlanish manbasidan foydalangan holda dasturlash jarayoni amalga oshiriladi.

SRAM xotira qurilmasi. Statik turdagi operativ xotira qurilmasi – SRAM MKning ishlash jarayonida olingan ma'lumotlarni saqlash uchun mo'ljallangan. Ayrim MKlarda SRAM xotira qurilmasi nazarda tutilmagan, boshqa MKlarda 8 razryadli yacheykalardan iborat 128 baytdan 4 Kbaytgacha hajmga ega bo'lishi mumkin. SRAM yacheykalari bevosita adreslanganda buyruq kodining adres qismida ko'rsatilgan bo'ladi, bilvosita adreslanganda esa X, Y yoki Z registrlar juftliklarida ko'rsatiladi. SRAMga bayt umumiy foydalanish registrlaridan olib yoziladi va o'qilgan bayt umumiy foydalanish registrlariga qabul qilinadi. SRAMning adreslar maydoni o'z yacheykalari adreslaridan tashqari GPR registrlari uchun 32 ta adresni (\$00 dan \$1F gacha) va IOR registrlari uchun 64 ta (\$20 dan \$ 5F gacha) adreslarni o'z ichiga oladi. 8.5–rasmda misol tariqasida 8515 turidagi MK uchun SRAM adreslar maydonini GPR registrlari, IOR registrlari, SRAM

yacheykalari va tashqi operativ xotira – ERAM yacheykalari orasidagi taqsimoti keltirilgan.

Stekka yozish adreslash kamayishi tartibida amalga oshiriladi. Odatda stekning dastlabki adresi sifatida SRAMning eng katta adresini (8.6 – rasmdagi misol uchun \$025F) olish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

\$0000	R0
	GPR
\$001F	R31
\$0020	IOR 0 (\$00)
	IOR
\$005F	IOR 63 (\$3F)
\$0060	
	SRAM
\$025F	
\$0260	
	ERAM
\$FFFF	

8.6–rasm. SRAM adreslar maydoni taqsimotiga misol

EEPROM doimiy xotirasi MKni dasturlash jarayonida yozilgan hamda ishlash jarayonida hosil bo‘lgan ma’lumotlarni saqlashga mo‘ljallangan. Ulardagi ma’lumotlar 8 razryadli bo‘lib, manba o‘chirilganda ham ma’lumotlar saqlanib qoladi. EEROMga ega MKlarda ularning hajmi 64 baytdan 4 Kbaytgacha bo‘lishi mumkin. EEROM alohida adreslar maydoniga ega bo‘lib, unga murojaat etish uchun yacheyka adresi EEAR (\$1E) registriga yoki EEARL va EEARH (\$1E va

\$1F)registrlar juftligiga yoziladi. Yozish uchun mo'ljallanganm yoki EEROMdan o'qilgan bayt EEDR (\$1D) registriga joylashtiriladi. Yozish va o'qish jarayoni EECR (\$1C) registrining maxsus razryadidan foydalangan holda boshqariladi.

Takt impulslari generatori. AVR oilasidagi MKlar sinxron turdagi qurilmalar bo'lib, ulardagi barcha jarayonlar takt impulslari signallariga bog'lik. Takt chastotasining maksimal qiymati turli MKlarda 1 Mgs dan 10 Mgs gacha, bo'lishi mumkin. Takt impulslari generatori (GCH) sifatida MK turiga qarab tashqi kvars yoki ichki RC-generator (IRC) , tashqi RC-zanjirga asoslangan ichki generator (ERC) yoki tashqi generator (EXT)dan foydalinadi.

Kiritish/chiqarish qurilmalari guruhiga quyidagilar kiradi:

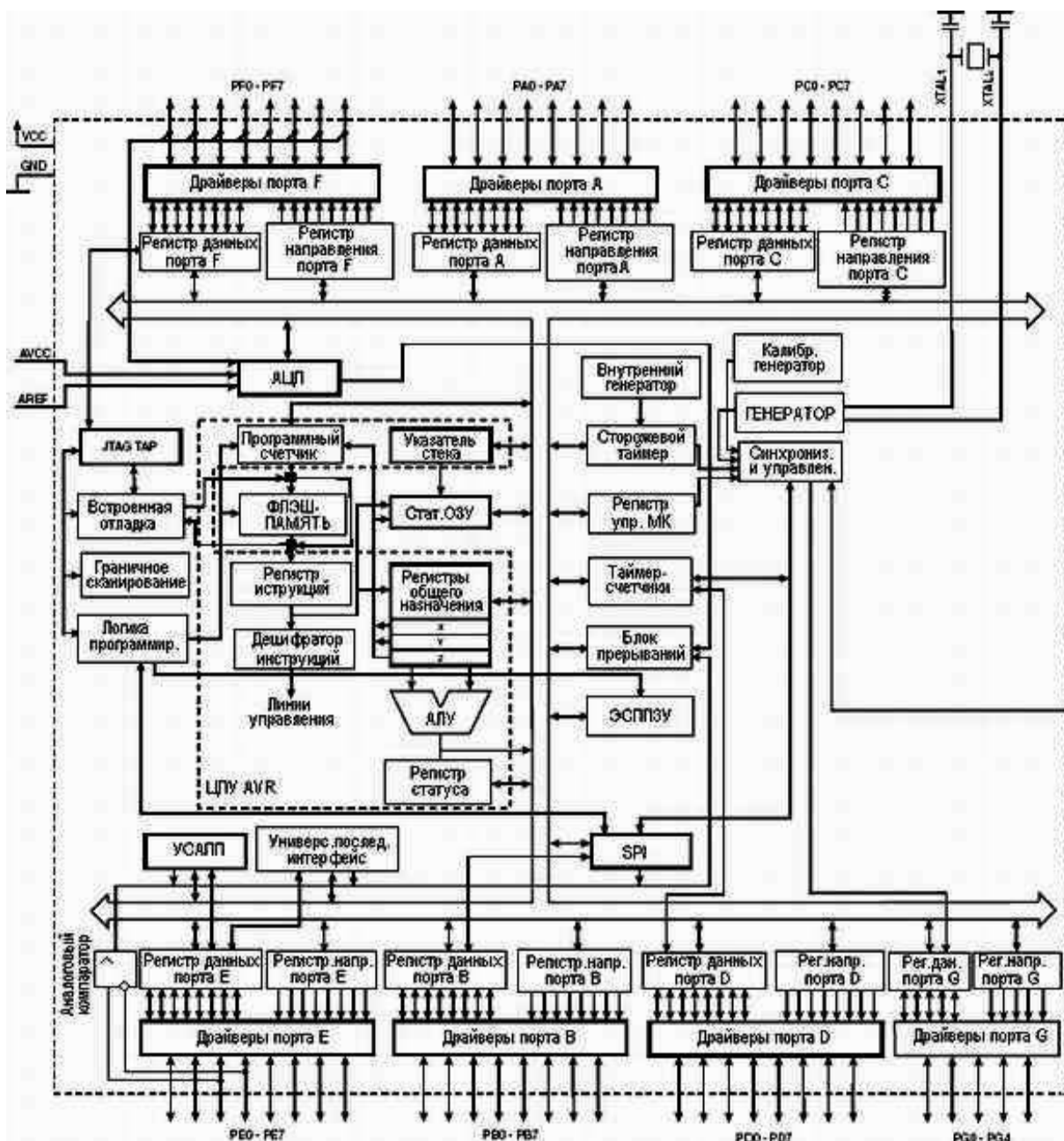
- parallel kiritish/chiqarish interfeysi (R);
- SPI turidagi ketma-ket port;
- UART turidagi ketma-ket port;
- TWSI (12S) turidagi ketma-ket port;
- taymer – sanagich;
- qo'riqchi taymer;
- analog-raqamli o'zgartirgich;
- analog kommutator;
- dasturlashtiriladigan apparatli modulyator;
- uzilishlarni tashkil qilish bloki.

AVR oilasidagi MKlar ma'lumotlarni kiritish/chiqarish uchun mo'ljallangan 1 tadan 6 tagacha parallel portga (har bir port 3 razryaddan 8 razryadgacha chiqishlarga ega), uchta shina yordamida axborotni ketma-ket kodga almashuvchi (SPI) va ikki simli aloqa liniyasiga ega ketma-ket portlar (UART yoki TWSI)ga ega bo'lishi mumkin.

Vaqt kattaliklarini hosil qilish uchun taymer-sanagich, MK ishida uzilish bo'lganda uni qayta ishga tushiruvchi qo'riqchi taymer, uzluksiz signallar bilan ishlash uchun analog-raqamli o'zgartirgich va analog kommutator, impuls turidagi signallarni hosil qiluvchi dasturlanadigan apparatli modulyator va bajarilayotgan

dasturda tashqi talab bo'yicha uzilishlarni tashkil qiladigan uzilishlar bloki turli MKlarda turli tarkibda qatnashishi mumkin.

MKni dasturlash jarayoni dastur buyruqlari kodini va konstantalarni FlashROMga, dastlabki ma'lumotlar kodi massivini EEROMga, hamda o'rnatuvchi va himoya bitlariga zarur qiymatlarni yozishdan iborat.



8.7-rasm. ATmega MKtuzilmasi

8.3. Zamonaviy mikrokontrollerlar va ularni boshqarish tizimlarida qo‘llash

Analog Devices firmasining «Motor Control» oilasiga mansub MKlar dvigatellar va elektr ta’minot tizimlarini boshqarishda qo‘llaniladigan birinchi DSP-mikrokontrolleri hisoblanadi. Hozirgi kunda firma bu sinfga mansub 3ta seriyada MKlar ishlab chiqaradi: Motor Control oilasi, DashDSP oilasi va yangi Mixed Signal DSP oilasi.

«Motor Control» oilasiga mansub MKlar sanoat yuritmalarida qo‘llash uchun mo‘ljallangan bo‘lib, elektr transporti, ta’minot manbalari va maishiy texnikada kuzatish ishlarini ham bajaradilar. Mazkur oilaga mansub MKlar signallarga raqamli ishlov beradigan keng tarqalgan 16-bitli ADSP-2171 prosessori, dastur osti va ma’lumotlar xotirasi, hamda periferiya qurilmalari to‘plamini o‘z ichiga oladi. Oila ichida MKlar prosessor yadrosining tezkorligi (sekundiga 20...26 mln. Operatsiyalarni bajaradi), xotira turi va rezistent xotirasi miqdori, o‘rnatilgan periferiya qurilmalari to‘plami bilan farqlanib, doimiy magnitga ega sinxron va asinxron, kollektorsiz doimiy tok, ventilli-induktorli yuritmalarni boshqarish uchun mo‘ljallangan.

«Motor Control» oilasiga mansub MKlar 1 Kb OXQ va 2 Kb DXQga, umumiy maqsadlarga mo‘ljallangan periferiya qurilmasiga ega bo‘lib, ushbu seriya MKlari uchun bir xildir: diskret kiritish/chiqarish liniyasi; ikkita ikki yo‘nalishdagi sinxron portlar (ulardan biri asinxron uzatish-qabul qilish rejimida ishlashi mumkin); 16 va 8 bitli ikkita dasturlanuvchi registrga ega 16-razryadli intervallar taymeri; qo‘shimcha periferiya qurilmalariga xizmat ko‘rsatish imkoniga ega uzilishlar kontrolleri; yarimo‘tkazgichli kuch kommutatori kalitlarini to‘g‘ridan-to‘g‘ri boshqarish uchun o‘rnatilgan maxsus SHIM-generator moduli. SHIM moduli uch juft komplementar signallar generatsiyalaydi, ularning har biri kuch kommutatoridagi bitta fazani yuqori va quyi kalitlarini boshqarishga xizmat qiladi. Elektr yuritmalarni boshqarish uchun MKning eng muhim komponentlaridan biri bo‘lib ARO‘ moduli hisoblanadi. Yaratilayotgan boshqaruv tizimining sifati aynan ARO‘ning tezkorligi, razryadligi va aniqligiga bog‘liq. Ko‘rib o‘tilayotgan MK

seriyasi ARO‘ modulining texnik realizatsiyasi usullari bilan farq qiladi: ketma-ket hisoblaydigan, sigma-delta va parallel ARO‘. «Motor Control» oilasiga mansub MKlar ma’lumotlarni kiritish/chiqarishu chun diskret liniyalarga ega. Ularning har biri bir bitli kiritish va chiqarish porti sifatida qo‘llanilishi mumkin va qo‘shimcha funksiyalar ham bajarishi mumkin: uzilishlarni generasiyalash yoki SHIM ishini bloklash. Masalaning bunday yechimi kuch o‘zgartirgichidan avariya signallarini kiritish uchun juda qulay sanaladi. Bir qator afzalliklari bilan bir qatorda «Motor Control» oilasiga mansub MKlar muhim kamchilikka ega – dasturlarda Flash-xotiraning mavjud emasligi

Analog Devices firmasining «DashDSP» va «Mixed Signal DSP» oilasiga mansub elektr yuritmalarning boshqarish uchun o‘rnatiladigan tizimlari uchun MKlar tezligi rostdanadigan sanoat yuritmalarida qo‘llash uchun maxsus ishlab chiqilgan. Ular eng kam peniferiya qurilmalariga ega va nisbatan sodda boshqaruv tizimlarida qo‘llash uchun mo‘ljallangan. Ya’ni maqsad – joyni tejash va ma’sulot narhini tushurish. DXQ dasturlari hajmi – 4 Kb, OXQ dasturi hajmi – 512 Kb va ma’lumotlar uchun dastur hajmi – 412 Kb, kodli himoyaga ega 4 Kb hajmdagi flash-xotira o‘rnatilgan bo‘lib 10 ming sikl qayta yozishlarga mo‘ljallangan. 16-razryadli SHIMlar ham o‘zini yaxshi tavsiya qilgan bo‘lib, «Motor Control» oilasiga mansub MK modullari o‘zgarishsiz «DashDSP» oilasiga o‘tgan. «Motor Control» oilasiga mansub MKlardan farqli ravishda «DashDSP» MKlarida generasiyalanayotgan signallarning qutbini boshqarish uchun mo‘ljallangan PWMPOL chiqishi mavjud emas va diskret kiritish/chiqarish liniyalari orqali tashqi avariya signallarini qabul qilish uchun imkon mavjud emas. Ammo o‘rnatilgan tok himoyasi va faza manbaini uzilishidagi yo‘qotishlardan himoya qilish paydo bo‘lgan. «Motor Control» oilasiga mansub ARO‘lardan farqli ravishda «DashDSP» oilasiga mansub MKlarda yangi qurilma – tok datchigidan keladigan interfeys mavjud.

«Mixed Signal DSP» oilasiga mansub MKlar turli yuritmalarda, uzluksiz kuchlanish manbalarida va robototexnikada qo‘llash uchun mo‘ljallangan. Avvalgi olaga mansub MKlardan farqli ravishda ular quvvati ancha katta ADSP-219x yadroda tuzilgan bo‘lib, 160 MIPS samaradorlikni ta’minlaydilar. Ma’lumotlar

uchun OXQ va dasturlar uchun OXQ hajmi deyarli bir tartibga ortgan, tashqi xotira (1M so'zgacha)ga ega periferiya qo'shilgan, periferiya takomillashtirilgan. Kontroller yadrosining ta'minot kuchlanishi 2,5 Vgacha, kirish va chiqishdagi kuchlanishlar esa – 3,3 Vgacha pasaytirilgan. Protsessor ishchi chastotasining ortishi bilan SHIM vaqt parametrlarining va impuls datchigili interfeys modulining kengaytmasi ortgan, jumladan: SHIM signallarning rotslanish diskretligi – 12,5 ns., kvadratur datchikdan kelayotgan impulslarning maksimal chastotasi – 53 MGs. Bundan tashqari, holat datchigiga ega interfeys modulining hisoblagichi razryadligi 32 bitgacha ortgan. Konveyer turli ARO'da kengaytma 14 bitgacha, barcha sakiizta kanallarning raqamlashtirish vaqti 800 ns gacha qisqargan. Bu oilaga mansub kontrollerlar dasturlar uchun o'rnatilgan flesh-xotiraga ega emas.

Analog Devices – MKlarining asosiy afzalligi bo'lib sodda va tushunarli assemblr tili hisoblanadi, lekin ularda xotira bilan to'g'ridan-to'g'ri ishlash imkoniyati mavjud emas. Bundan tashqari, Analog Devices firmasi dvigatellarini boshqarish uchun mo'ljallangan yuarcha MKlar katta razryadli ARO'larga ega, ya'ni Texas Instruments, firmasi ananloglaridagi 10 taga nisbatan 12 ta. Ular o'z navbatida yanada aniq boqsharuv tizimlarini yaratish imkonini beradilar. Ammo shuni ham ta'kidlash joizki, Texas Instruments, firmasining MKlari ko'p miudordagi periferiya qurilmalariga ega.

STMicroelectronics kompaniyasining ST7MC oilasiga mansub MKlar 3-fazali cho'tkasiz elektr dvigatellar va kompressorlarni boshqarish uchun maxsus yaratilgan. Ular 8-razryadli yadro, cho'tkasiz dvigatelni boshqarishga mo'ljallangan periferiya qurilmasi, dasturlar uchun 8 K/60 Kbayt hajmga ega flesh xotira/ DXQ, 10-bitli ARO', beshta taymer va beshta tejamkor rejimda ishlaydigan kuchlanish manbai blokini o'z ichiga oladi. Bu arzon MKlar cho'tkasiz asinxron dvigatellar, doimiy va o'zgaruvchan tok elektr dvigatellari, hamda boshqa cho'tkasiz elektr dvigatellar va kompressorlarni optimal boshqarishni ta'minlaydilar.

Atmel Corp. korxonasi 8-razryadli AVR MKlari uch olada ishlab chiqariladi - «tiny», «classic» i «mega». Ko'p sonli mutaxaasislar va ishlab chiqaruvchilar AVR buyruqlar tizimining yuqori tezlikda ishlashi va katta quvvatini,

yagona kristallda energiyaga bog'liq bo'lgan ikkita xotiraning mavjudligini va faol rivojlanib borayotgan periferiyani yuqori baholadilar. Hozirgi vaqtga kelib AVR uchun «narx - samaradorlik – quvvat iste'moli» nisbatlari 8-razryadli MKlarning jahon bozorida eng yaxshilardan biri sanaladi. AVRning jahon miqyosida sotilish hajmi yildan iylga ortib bormoqda. Arxitekturasi esa Ci tilining yuqori samaradolikka ega bo'lgan kompakt kodlarni generasialovchi kompilyatorlarini yaratish imkonini berdi. bu turdagi MKlarni qo'llab-quvvatlash uchun turli dasturlar va apparat vositalari ishlab chiqaruvchi firmalar soni geometrik progressiyada ortib bormoqda. AVR borgan sari umumiy maqsadlarga mo'ljallangan 8-razryadli MKlar ichida yana bir industrial tandartga aylanib bormoqda. Yagona bazaviy arxitektura doirasida AVR MKlari uchta oilaga bo'linadi: 16 MIPS, FLASH ROM 2 dan 128 Kbayt gacha, EEPROM 64 dan 512 bayt gacha, SRAM 128 bayt dan 4 Kbayt gacha.

Nazorat savollari

- 1. Mikrokontrollerga ta'rif bering va ularning ishlash tamoyilini tushuntiring.*
- 2. CISC (Complete Instruction Set Computer) kompyuterlariga ta'rif bering.*
- 3. RISC (Reduced Instruction Set Computer) kompyuterlariga ta'rif bering.*
- 4. Zamonaviy MKlarning rivojlanish tendensiyasiga izoh bering.*
- 5. MKlarning tarkibiy qismlariga qanday bloklar kiradi?*
- 6. MKlarning umumlashtirilgan tuzilma sxemasini chizing va qurilmaning ishlash tamoyilini tushuntiring.*
- 7. MKlarning funksional sxemasini chizing va qurilmaning ishlash tamoyilini tushuntiring.*
- 8. MKlar negizida intellektual va robototexnik tizimlarni boshqarishga misollar keltiring.*

9. LABORATORIYA PRAKTIKUMI

1-laboratoriya ishi

Proteus dasturi bilan tanishish

Ishning maqsadi: Proteus dasturini o‘rnatish. Proteus dasturi interfeysi va asboblar paneli bilan tanishi, kutubxonasi bilan ishlashni o‘rganish.

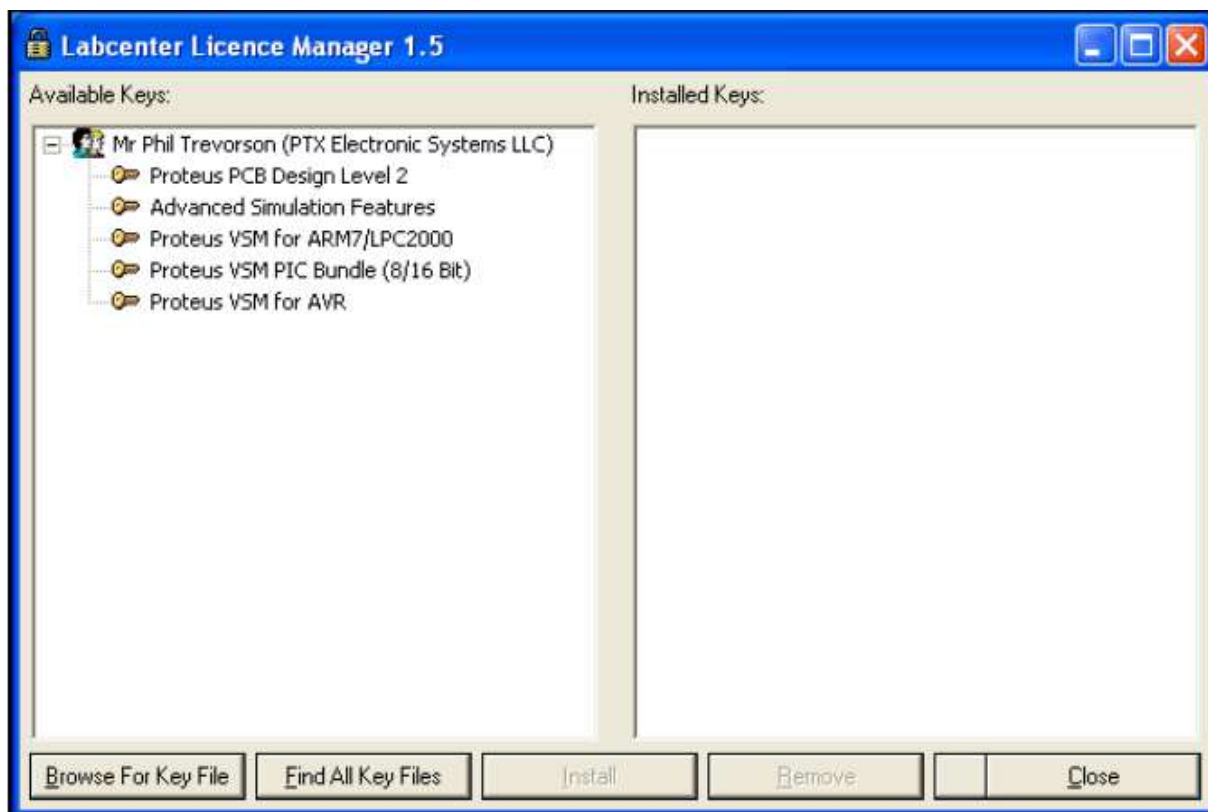
Nazariy qism

Proteus – SAPR sinfiga oid tijorat dasturi bilan o‘zida ikkita asosiy dasturni mujassamalagan: ISIS – real vaqt rejimida elektron sxemalarni ishlab chiqish va sozlash vositasi va ARES – bosma platalarni ishlab chiqish vositasi. ARES vositasida avtomatik o‘rnatilgan trassirovkachi sifatida 7.4 talqindan boshlab ELECTRA Autorouter dasturi qo‘llaniladi. bu davrgacha u qo‘shimcha va mustaqil trassirovka vositasi bo‘lgan va alohida papakaga o‘rnatilgan. Hususiy (dasturiy) VSM modellarni yaratish uchun 6.3 talqingacha VSM SDK (INCLUDE papkasi) keng tarqalgan. Bu dastur keyingi talqinlarida mavjud emas, chunki ishlab chiqaruvchi mazkur ma’lumotni boshqa firmalar tomonidan “plagiat” modellari ko‘payib ketmasligini oldini olish maqsadida shunday qilingan.

Dasturni kompyuterga o‘rnatish

Dasturni kompyuterga o‘rnatish uchun Setup.exe. paketi installatsiyasini ishga tushirish lozim. Proteus dasturini o‘rnatish vaqtida lisenziya fayliga yo‘lni so‘raydi. Bu vaqt momentida lisenziya fayli mavjud bo‘lmasa, serverdan lisenziya bor variantni tanlash lozim. Bu vaqtda server darchasi ochiq qoladi, lekin birinchi ishga tushirishdan avval bari-bir lisenziyalar menejeridan foydalanib lisenziyali fayl licence.lxx o‘rnatish kerak bo‘ladi. Dastur so‘zsiz quyidagi katalogga o‘rnatiladi: Program Files\ Labcenter Electronics\ Proteus 7, ammo ehtiyoj tug‘ilsa yo‘lni o‘zgartirish mumkin. Yuqorida aytib o‘tilganidek, professional talqin uchun dastur o‘rnatilgach lisenziyani ham o‘rnatish lozim. Buning uchun lisenziyalar menejeri dasturi ishga tushiriladi (1.1–rasm): ПУСК=>Все программы=>Proteus x

Professional=>Licence Manager chap darchada Browse For Key File tugmalari yordamida (qo'lda) yoki Find All Key File (avtoqidiruv) yordamida lisenziyalar fayliga yo'l topiladi, so'ngra Install tugmasi bosiladi. Chap darchada kerakli lisenziyaga tugma bosiladi va tanlangan ma'lumot o'ng darchada paydo bo'ladi. Shundan so'ng menedjerni yopish mumkin. Kalitlar to'g'risida mazkur lisenziyada mavjud dastur yunksiyalari ro'yxati aks etadi.

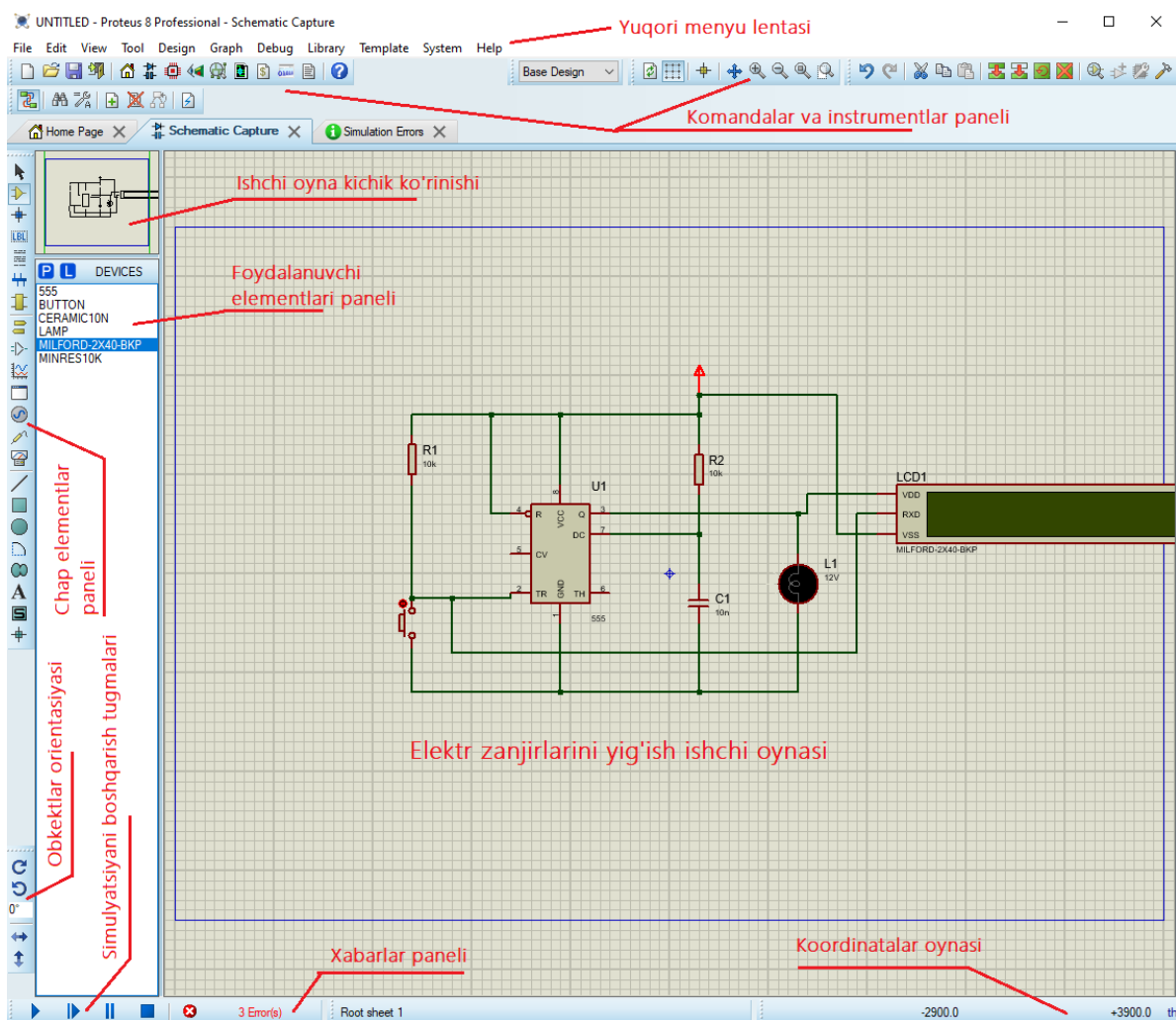


1.1–rasm. Lisenziyalar menejeri dasturini ishga tushirish

ISIS dasturi interfeysi

Quyida ISIS dasturining asosiy darchasi (oynasi) kelitirilgan bo'lib, unda interfeys elementlarining asosiy vazifalari qayd etilgan. Dastur darchasi to'liq ochilgan darchaga mos kelmaydi, chunki o'lchamlar kichraytirilganda, ba'zi menyular holatini o'zgartiradi. Ko'pgina dasturlardagi kabi Windows uchun ham darcha ichida menyuni qulay joyga ko'chirish mumkin. Sichqonchanning chap tugmasi yordamida menyuni start elementi sifatida belgilab olib, tugmani qo'yib yubormagan holda masalan, oriyentasiya menyusini darcha ichida darchaning o'ng

tomondagi vertikal chegarasiga ko‘chirish mumkin va tugmani qo‘yib yuborganda u o‘ng tomondan vertikal holda yopishib qoladi. Huddi shunday, yuqoridagi buyruqlar menyusidan ixtiyoriysini tanlash mumkin. Demak, dastur elementlarini o‘zimizga qulay joyga joylashtirishimiz mumkin ekan. Dasturning yana bir qulayligi: selektor darchasi ichida sichqonchani o‘ng ugmasini bosish yo‘li bilan, va chiquvchi darchada chap tugma yordamida **Auto Hide** tugmasi bosilsa, unga sichqoncha kursori olib kelinganda selektor avtomatik ravishda yopiladi. Bu holat 4:3 formatli monitorlarda tahrirlash darchasi uchun bir muncha joyni tejash imkoniniberadi. Bu rejimini bekor qilish uchun harakatlar takrorlanadi.

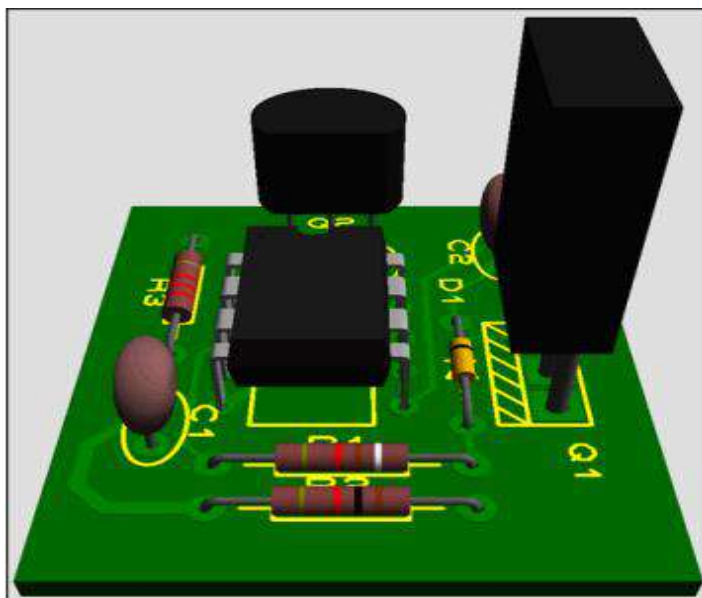


1.2–rasm. Proteus dasturi interfeysi

Samples papkasi – boshlovchilar uchun loyihalar namunasi hisoblanadi. ISIS dastlabki ishga tushirilganda ikkita chiquvchi darcha paydo bo‘ladi. Ulardan birida yangilanishlarni tekshirish taklif etiladi – bu yerda shak-shubhasiz «bolshe ne pokazivat» yozuviga belgi qo‘yish mumkin. Boshqa darcha dastur bilan taklif etiladigan ko‘p sonli Sample Designs namunalarni ochishni taklif etadi. Agar Siz haqiqatda boshlang‘ich foydalanuvchi bo‘lsangiz, qaytadan ko‘rsatishga belgi qo‘yishga shoshilmang. Agar bur darchani blokirovka qilgan bo‘lsangiz – hafa bo‘lmang. Namunalarni tezkor usulda ochish uchun yuqoridagi Help => Sample Designs menyusidan foydalanish mumkin. Biror namuna (misol)ga to‘xtab o‘tish ko‘p vaqtni talab qiladi, ush sababli biz boshlovchilar uchun 6.9sp5 talqinidan olingan SAMPLES.HLP ajoyib fayli keltirilgan.

Schematic & PCB Layout – boshlovchilar uchun eng qiziq papkalardan biridir. Shiftpcb dan tashqari undagi barcha loyihalar real vatq rejimmida simulyasiya qilishga mo‘ljallanmagan, lekin ISIS dagi xxx.DSN, ARES dagi xxx.LYT plata loyihalari yakunlangan sxema varianti hisoblanadi.

MK Z80 va Dbell – eshik qo‘ng‘irog‘i ishlatilgan Cpu loyihasiga e‘tibor qarating. Bu loyihalarda Cpuu.LYT va Dbellu.LYT nomga ega PSB (plata) oraliq fayllari mavjud bo‘lib, ular plataga komponentlar sifatida o‘rnatilmagan. Siz bu loyihalarni ARES da ochib komponentlarni avtomatik ravishda joylashtirish funksiyasini qo‘llashingiz mumkin. Yuqoridagi menyudan Tools => Auto Placer ni tanlash va ochilgan darchvada OKni bosishingiz kifoya. Cpu.LYT va Dbell.LYT loyihalarida komponentlar joylashtirilgan bo‘ladi, lekin Tools => Auto Router avtotranssirovka yo‘lakchasidan foydalanish ham ummkin. Cpur.LYT va Dbellr.LYT loyihalari avvaldan saralangan platalarga ega. Ixtiyoriy etapda ARES da yuqoridagi Output => 3D Visualization menyu yordamida plataning uch o‘lchamli tasvirini chaqirish mumkin va uni chsichqonchaning chap tugmasi yordamida ushlab aylantirish va har tarafdin o‘rganish mumkin (1.3–rasm).



1.3–rasm. 3D Visualization menu yordamida plataning uch o‘lchamli tasviri

Ishni bajarish tartibi:

1. Nazariy qismni o‘qib chiqish.
2. Dasturni o‘rnatish.
3. Dasturni ishga tushirish va ISIS rejimini tanlash.
4. Dastur interfeysi bilan tanishish.
5. Kutubxonajdan yodalanishni o‘rganish.

Topshiriq:

- a) Bir nechta lampochka, manba va kalitlardan tashkil topgan sodda sxemani yaratish.
- b) Bajarilgan laboratoriya ishi haqida hisobot tayyorlash.

Nazorat savollari

1. *Proteus dasturi nimaga mo‘ljallangan?*
2. *Proteus dasturida qanday ish rejimlari mavjud?*
3. *ISIS ish rejimi nimaga mo‘ljallangan?*
4. *ARES ish rejimi nimaga mo‘ljallangan?*
5. *Sxemalar bilan ishlash uchun qanday dasturlar mavjud?*

2-laboratoriya ishi

Proteus dasturi asosida passiv komponentlarni tadqiq etish

Ishning maqsadi: Passiv komponentlarning ish tamoyili va asosiy xarakteristikalarini bilan tanishish.

Nazariy qism

Passiv komponentlarga quyidagilar kiradiya **rezistorlar**, **kondensatorlar**, **induktivlik g'altaklari va transformatorlar**.

Rezistorlar – keng tarqalgan komponent hisoblanadi. Elektron qurilmani rezistorsiz tasavvur qilish mumkin emas.

Rezistorning asosiy hossasi bo'lib elektr energiyasini issiqlik energiyasiga o'zgartirish hisoblanadi. Ko'p qurilmalarda uning bu hossasidan foydalanilmaydi, va hatto zararli hisoblanadi.

Rezistorning vazifasi bo'lib elektr energiyasini elektron qurilma zanjirlari va elementlari o'rtasida boshqarish va taqsimlash hisoblanadi.

Rezistorlar o'zgarimas va o'zgaruvchan turlarga bo'linadi. Rezistorlarning shartli belgilari 2.1-rasmpda keltirilgan.



2.1–rasm. Rezistorlarning sxemalarda shartli belgilanishi: o'zgarimas (a) va o'zgaruvchan (b)

Rezistorning asosiy parametri – uning elektr qarshilishi hisoblanadi. Qarshilik rezistor R dan oqib o'tayotgan tok I_R va rezistor R ga berilayotgan kuchlanish U_R orasidagi bog'liqlikka proporsional koeffitsiyentdir:

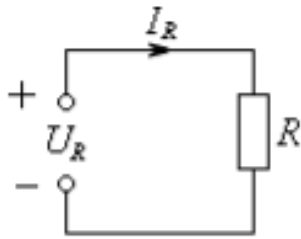
$$U_R = R \cdot I_R , \quad (2.1)$$

$$I_R = \frac{U_R}{R} \quad (2.2)$$

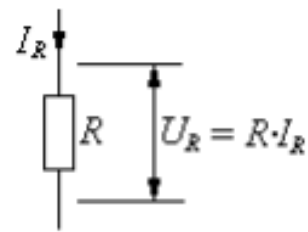
(2.1) va (2.2) ifodalar Om qonuni deyiladi va ko‘rinib turibdi-ki, rezistorning ishi kuchlanishni tokka va tokni kuchlanishga o‘zgartirishdir.

Agar rezistor R ga kuchlanish U_R berilgan bo‘lsa, u holda rezistordan oqib o‘tayotgan tok I_R quyidagiga teng bo‘ladi (2.2–rasm).

Aksincha, agar rezistor R dan tok I_R oqib o‘tayotgan bo‘lsa, u holda rezistorda



2.2–rasm. Kuchlanish ostidagi rezistor R

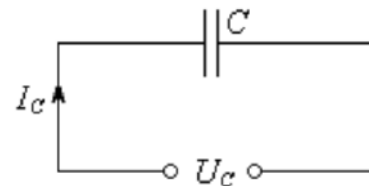


2.3–rasm. Tok ostidagi rezistor R

Kondensatorlar – dielektrik bilan ajratilgan ikkita tok o‘tkazuvchi yuzadan tashkil topgan bo‘lib, ularning shartli belgisi 2.4–rasmda keltirilgan.



2.4–rasm. Kondensatorning sxemalarda shartli belgilanishi



2.5–rasm. Kuchlanish ostidagi kondensator C

Kondensatorning asosiy hossasi bo‘lib elektr maydon energiyasini to‘rlash hisoblanadi.

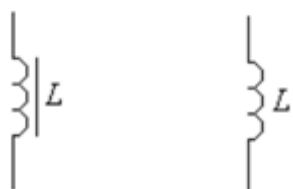
Kondensatorlar *sig‘im* bilan xarakterlanadi

$$C = \frac{Q}{U_C} \quad (2.3)$$

Bu yerda Q –unga berilgan kuchlanish U_C ta'sirida kondensator to'plagan zaryad (2.5–rasm).

Sig'inning o'lchami va birligi bo'lib *farad* (F) hisoblanadi.

Induktivlik g'altaklari – uning shartli belgisi 2.6–rasmda keltirilgan bo'lib, o'zakka ega bo'lgan (a) yoki bo'lmagan (b) solenoid bo'ladi.

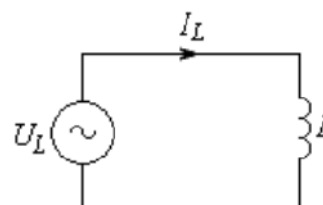


(a) (b)

2.6–rasm. G'altakning

sxemalarda shartli belgilanishi:

o'zakka ega bo'lgan (a) va
ega bo'lmagan (b)



2.7–rasm. Kuchlanish ostidagi

g'altak

O'zak induktivlikni oshirish uchun ishlatiladi. O'zak asosan transformator temiri yoki ferrit materialidan yasalgan plastinalar hisoblanadi.

G'altakning asosiy hossasi bo'lib magnet maydon energiyasini to'plash hisoblanadi.

G'altakning asosiy parametrli bo'lib *induktivlik* L hisoblanadi.

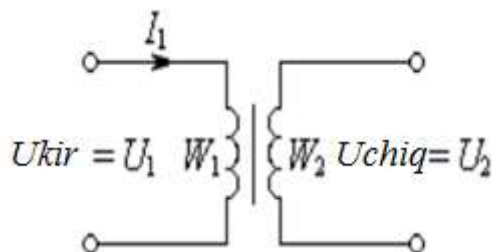
$$L = \frac{\Psi}{I_L}, \quad (2.4)$$

Bu yerda ψ – o'zinduksiyadagi tok ilakishishi, ya'ni g'altak toki I_L yordamida chaqiriladigan magnet oqim yig'indisidir (2.7–rasm).

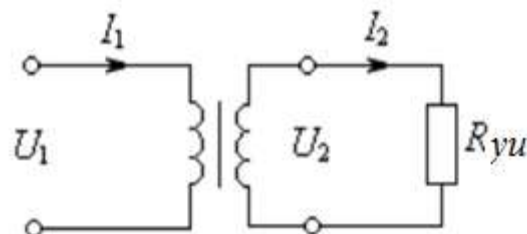
Induktivlikning o'lchami va birligi bo'lib *genri* (Gn) hisoblanadi. Agar g'altak orqali $I_L = 1$ A tok oqib o'tsa va bu vaqtda unda bir veber (Vb) $F = \psi$ magnet oqim yuzaga kelsa, bunday g'altak 1 Gn induktivlikka ega bo'ladi.

Transformatorlar – birlamchi kuchlanishni ikkilamchi kuchlanishga o‘zgartirish uchun mo‘ljallangandirlar.

Transformator sodda ko‘rinishda o‘zaro magnit ulangan ikkita g‘altak W_1 va W_2 dan tashkil topgan bo‘lib, ular *cho‘lg‘amlar* deb ataladi (2.8–rasm).



2.8–rasm. Yuklama ostidagi transformator sxemasi



2.9–rasm. Transformator

Bu g‘altaklarning magnit oqimlari bog‘langani uchun transformator birlamchi (kirishdagi) kuchlanish U_1 ni ikkilamchi (chiqishdagi) kuchlanish U_2 ga quyidagi usulda o‘zgartiradi.

Kirishdagi birlamchi kuchlanish U_1 ostida birlamchi cho‘lg‘am W_1 dan o‘zgaruvchan tok I_1 oqib o‘tadi, natijada o‘zgaruvchan magnit oqimi yuzaga keladi. Bu oqim ikkilamchi cho‘lg‘am W_2 o‘ramlarini kesib o‘tadi va ularda EYUK hosil bo‘ladi. Shunday qilib chiqishdagi ikkilamchi kuchlanish U_2 yuzaga keladi. Ikkilamchi o‘ramlar soni W_2 qancha katta bo‘lsa, chiqishdagi kuchlanish qiymati ham shuncha katta bo‘ladi.

Transformatorning asosiy parametri bo‘lib *transformasiya koeffitsiyent* hisoblanadi

$$N = \frac{W_2}{W_1}, \quad (2.5)$$

Bu yerda W_1 va W_2 – mos ravishda birlamchi va ikkilamchi cho‘lg‘amdagi o‘ramlar soni.

Transformasiya koeffitsiyenti kuchlanish orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$N = \frac{U_2}{U_1}. \quad (2.6)$$

Agar $N < 1$ ($U_2 < U_1$) bo'lsa, transformator pasaytiruvchi (kuchlanish pasayadi) bo'ladi.

Agar $N > 1$ ($U_2 > U_1$) bo'lsa, transformator orttiruvchi (kuchlanish ortadi) bo'ladi.

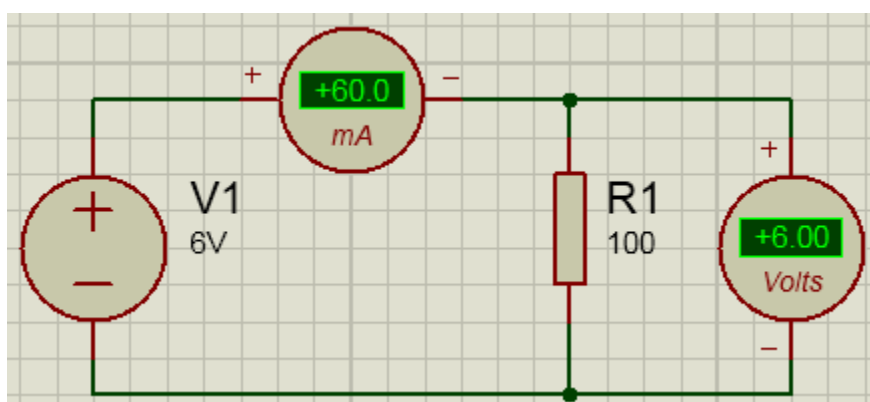
Agar $N = 1$ ($U_2 = U_1$) bo'lsa, transformator ajratuvchi bo'ladi. U kuchlanishni o'zgartirmagan holda birlamchi zanjirni ikkilamchi zanjirdan ajaratadi.

Transformator quyidagicha ishlaydi. Salt yurishda ikkilamchi cho'lg'anda yuklama mavjud bo'lmaydi (2.9-rasmga qarang). Shuning uchun ikkilamchi tok oqib o'tmaydi, demak birlamchi tok I_1 juda kichik. Bu quyidagicha tushuntiriladi. Tok I_1 magnit oqimini yuzaga keltiradi, bu oqim birlamchi o'ramlarni kesib o'tadi va ularda qarama-qarshi EYUK yuzaga keltiradi. Joule-Lenz qonuniga asosan ixtiyoriy yuzaga keltirilgan EYUK uni yuzaga keltirishiga qarshilik ko'rsatuvchi qutblanishga ega bo'ladi. Shuning uchun yuzaga keltirilgan qarama-qarshi EYUK birlamchi kuchlanish U_{kir} ga teskari ta'sir ko'rsatadi, ya'ni qarshilik ko'rsatadi, natijada salt yurishdagi tok juda kichik bo'ladi.

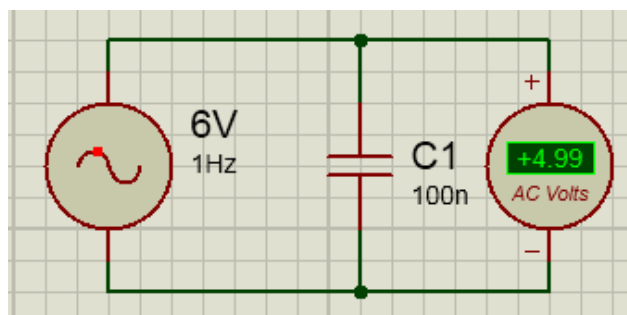
Amaliy qismi

Nazariy qismda ko'rib o'tilgan sxemalarni yig'ish va ishlash tamoyilini o'rganish

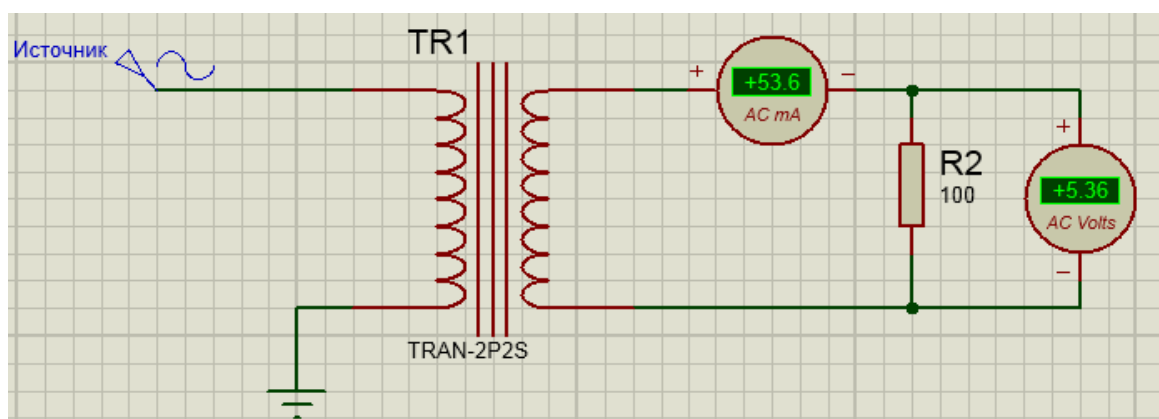
Ish Proteus dasturida amalga oshiriladi.



Kuchlanish ostidagi rezistor R



Kuchlanish ostidagi kondensator C



Yuklama ostidagi transformator

Topshiriq:

- a) Bir nechta rezistorlar (o‘zaro parallel va ketma ket ulangan) va o‘zgarmas manbadan tashkil topgan sodda sxema yig‘ing hamda zanjirdagi tok va kuchlanishni ampmetr va voltmeter yordamida aniqlang.
- b) Kondensator va o‘zgarmas manbadan tashkil topgan sodda sxema yig‘ing hamda kondensator to‘playotgan zaryad qiymatini aniqlang.
- c) Bajarilgan laboratoriya yuzasidan hisobot tayyorlang.

Nazorat savollari

1. Passiv komponentlarni aytib bering va ularni xossalari tushuntiring.
2. Rezistorlarning vazifasini aytib bering.
3. Kondensator zanjiridan qanday shartlarda o‘zgarmas tok oqib o‘tishini tushuntiring.
4. Induktivlik g‘altagida qarshilik yuzaga kelishini tushuntiring.
5. Transformatoridagi birlamchi tokning ikkilamchi cho‘lg‘amdagi yuklama qarshiligiga bog‘liqligini tushuntiring.

3-laboratoriya ishi

Proteus dasturi asosida diodli sxemalarni tadqiq etish

Ishning maqsadi: Diod va diodli sxemalarni ishlash tamoyili va asosiy xarakteristikalarini tadqiq etish.

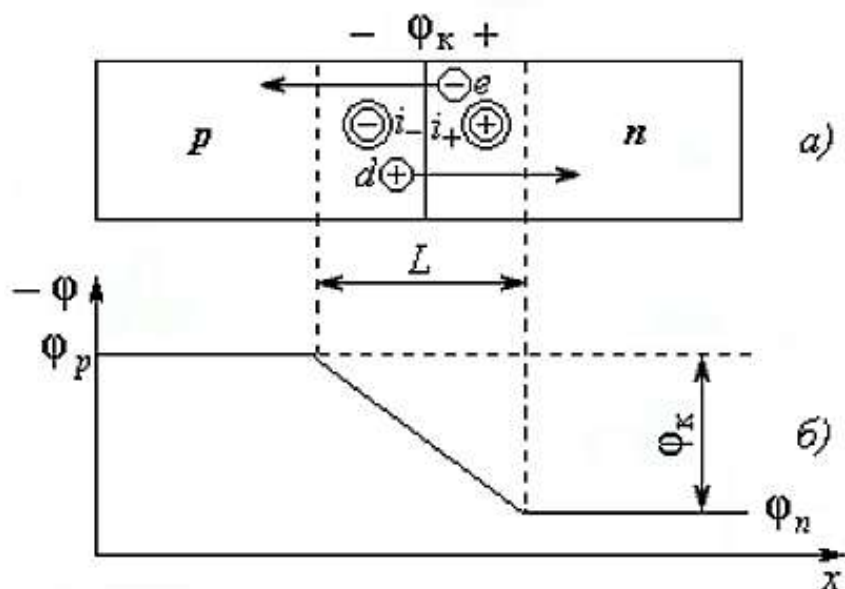
Nazariy qism

Diodning asosiy hossasi bo‘lib bir tomonlama o‘tkazuvchanligi hisoblanadi. Bunda ma’lum qutblanishdagi kuchlanish ostida diod qarshiligi kichik, teskari qutblanishda esa – katta bo‘ladi, ya’ni diod to‘g‘rilash qobiliyatiga ega.

Diod deb hech bo‘lmaganda bitta elektron-kovak (p - n -o‘tish)ga ega bo‘lgan, elektr o‘zgartiruvchi asbobga aytiladi. Diodning ishlash tamoyili p - n -o‘tishdagi fizik hossalarning qo‘llanilishiga asoslangan.

3.1–rasmda p - n -o‘tish tuzilmasi va uning xuzunligi bo‘ylab elektr potensial taqsimlanishi keltirilgan. Bu taqsimot shunga asoslanganki, p - va n -yarimo‘tkazgichlarning metall kontaktlarida asosiy zaryad tashuvchilar, jumladan n -yarimo‘tkazgichdagi e elektronlar va p -yario‘tkazgichdagi d kovaklar diffuziyasi boshlanadi. Bu vaqtda har bir elektron n -soshani tark eta turib, bitta qo‘zg‘almas musbat ion $i+$ ni, har bir kovak – manfiy zaryadlangan $i-$ ni qoldiradi.

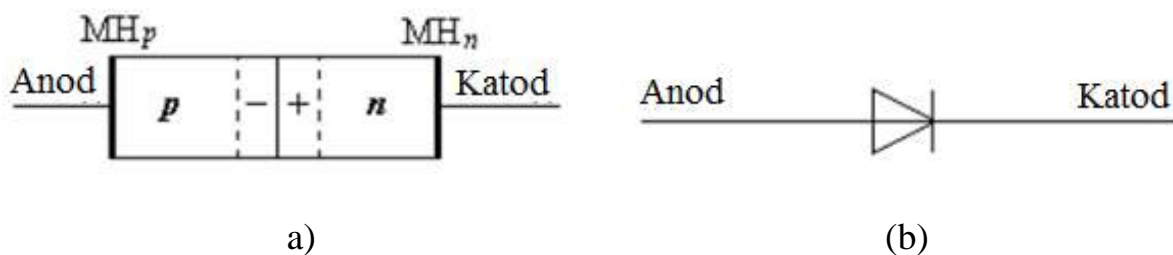
Natijada p - va n -sohalarning sirtida qo‘zg‘olmas $i+$ va $i-$ ionlari qoladi. Shuning uchun p - n -o‘tish kengligi L da elektr zaryadlari qarama-qarshi bo‘lgan konsentrsiyaga ega sohalar yuzaga keladi. Bu zaryadlar *kontakt potentsiallar farqi* ϕ_k ni ifodalaydi. Bu kattalik diffuziyalanuvchi elektronlar e va kovaklar p lar uchun tormozlovchi ta’sir ko‘rsatadi va natijada diffuziya to‘xtaydi.



3.1–rasm. p-n-o‘tish tuzilmasi (a), potensial diagrammasi (b)

Demak, diffuziya tugugach p - n -o‘tish kengligi L da asosiy zaryad tashuvchilar uchun potensial to‘siq ϕ_k yuzaga keladi (n - soha uchun elektronlar va p -soha uchun kovaklar). Kontakt potenciallar farqi ϕ_k kattaligi germaniyda yuzaga kelgan p - n -o‘tish uchun $G_e = 0,35$ V va kremniyda yuzaga kelgan p - n -o‘tish uchun $S_i = 0,7$ Vni tashkil etadi (hozirgi kunga kelib germaniyli diodlar ishlab chiqarilmayotganligi sababli biz faqat kremniyli diolarni ko‘rib chiqamiz).

Agar p - va n -sohalardan metall chiqishlar yasalsa, u holda yarimo‘tkazgichli diod hosil bo‘ladi (3.2–rasm). “Metall-yarimo‘tkazgich” kontaktlari MN_p va MN_n omikdir, ya’ni to‘g‘rilanmaydigandir. Shuning uchun ularning maydonlari zaryad tashuvchilar enregiyasi bilan almashmaydilar va keyinchalik ularni inobatga olmasa ham bo‘ladi. Diodning ishlash tamoyili hususiy bir tomonlama o‘tkazuvchanlik yuzaga keltirishiga asoslangan.



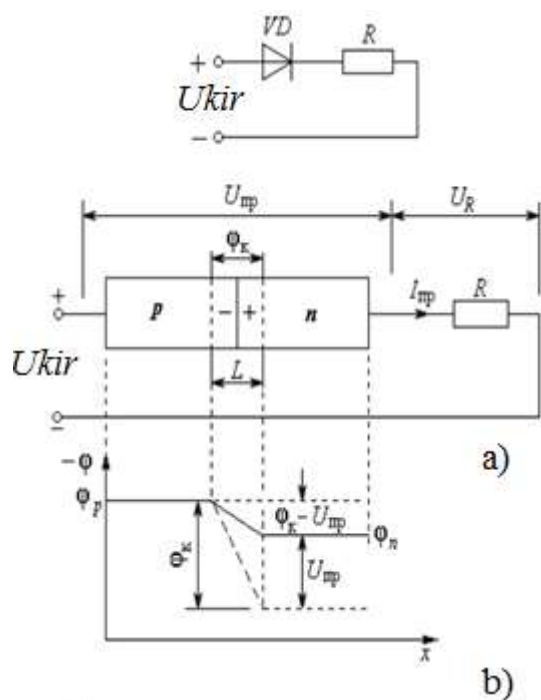
3.2–rasm. Diod tuzilmasi (a) va shartli belgisi (b)

Diod VD ning asosiy ulanish sxemasi 3.3, a–rasmda keltirilgan. U albatta qarshilik R ga ketma-ket ulanishi lozim. To‘g‘rilagichlarda R – yuklama qarshiligi bo‘lib, to‘g‘rilangan kuchlanishdan manba oladi, boshqa sxemalarda esa biror rezistorni anglatadi.

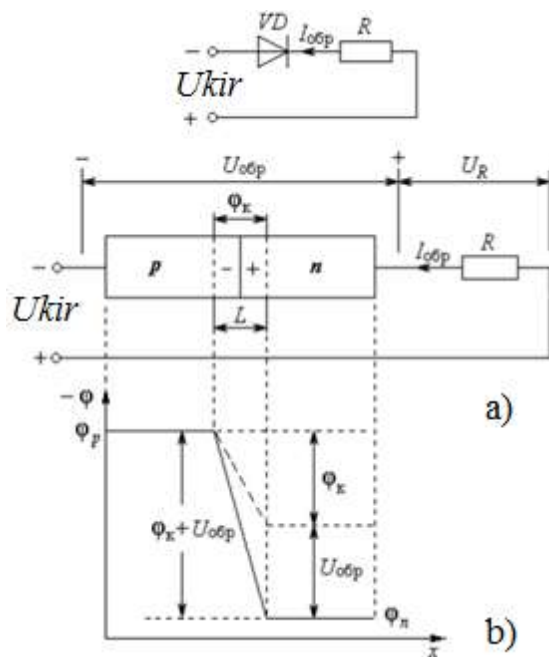
Kirxgof qonuniga asosan kirishdagi kuchlanish U_{kir} diod VD va qarshilik R o‘rtasida taqsimlanadi:

$$U_{kir} = U_{to'g'} + U_R \quad . \quad (3.1)$$

3.3, b–rasmdan ko‘rinib turganidek, dioddagi to‘g‘ri kuchlanish $U_{to'g'}$ ko‘rsatilgan qutlanganlikda kontakt potentsiallar farqi ϕ_k tomon yo‘nalgan.



3.3–rasm. Diod: to‘g‘ri kuchlanish ostidagi sxema (a), uning potensial diagrammasi (b)



3.4–rasm. Diod: teskari kuchlanish ostidagi sxema (a), uning potensial diagrammasi (b)

Ogoh bo'ling. Qarshilik R mavjud bo'lmasa dioddagi tok cheksiz marta ortishi va diod kuyib ketiishi mumkin.

Bu vaqtdagi diod kuchlanishi *to'g'ri kuchlanish* deb ataladi va " $U_{to'g'}$ " belgilanadi. Bu kuchlanish ϕ_k ga qarma-qarshi ta'sir ko'rsatadi (3.3, b-rasm) va shu sababli p - n -o'tish kengligi L da potensial to'siqni ϕ_k dan $(\phi_k - U_{to'g'})$ gacha pasaytiradi. Bunda p - n -o'tish orqali asosiy zaryad tashuvchilar diffuziyasi tiklanadi, natijada to'g'ri tok $I_{to'g'}$ yuzaga keladi (3.3, b-rasm). Ammo asosiy zaryad tashuvchilar konsentrasiyasi (n -dagi elektronlar va r -dagi kovaklar) yuqori bo'lganligi sababli, to'g'ri tok $I_{to'g'}$ cheksiz bo'lishi mumkin.

To'g'ri kuchlanish $U_{to'g'}$ ga kelsak, u kontakt potentsiallar farqi $\phi_k = 0,7$ dan katta bo'lishi mumkin emas. Bu quyidagicha tushuntiriladi: to'g'ri tok $I_{to'g'}$ ortishi natijasida p - n -o'tish harakatchan zaryad tashuvchilar (elektronlar va kovaklar) bilan boiydi, uning qarshiligi kamayadi va to'g'ri kuchlanish $U_{to'g'}$ bir oz ortadi, natijada 0,7 V dan oshmaydi, ya'ni doim nisbatan kichikligicha qoladi.

(3.1) ifodadan ko'rinib turibdi-ki, to'g'ri kuchlanish ostida yuklama qarshiligi R ga quyidagi kulanish beriladi:

$$U_R = U_{kir} + U_{to'g'} \quad , \quad (3.2)$$

ya'ni, $U_{to'g'} = 0,7$ V dan tashqari qolgan kirish kuchlanishi U_{kir} .

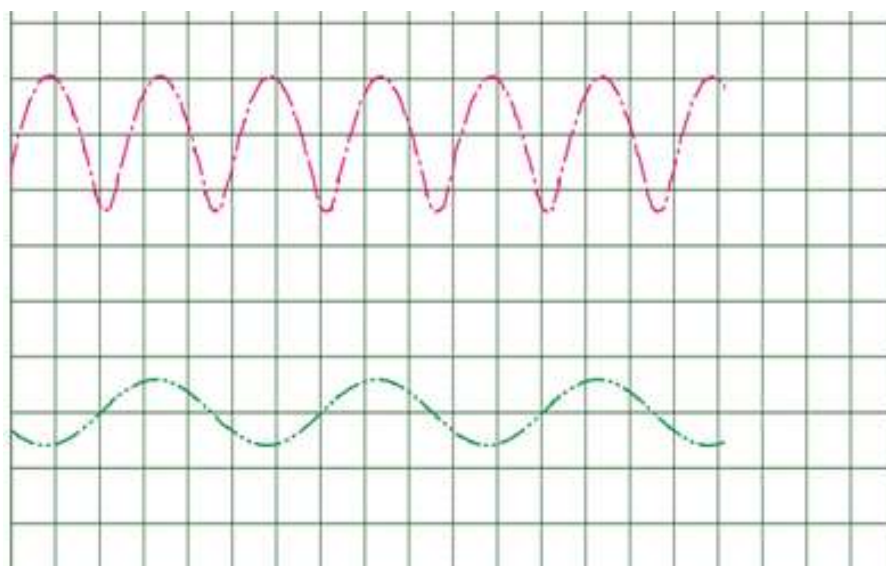
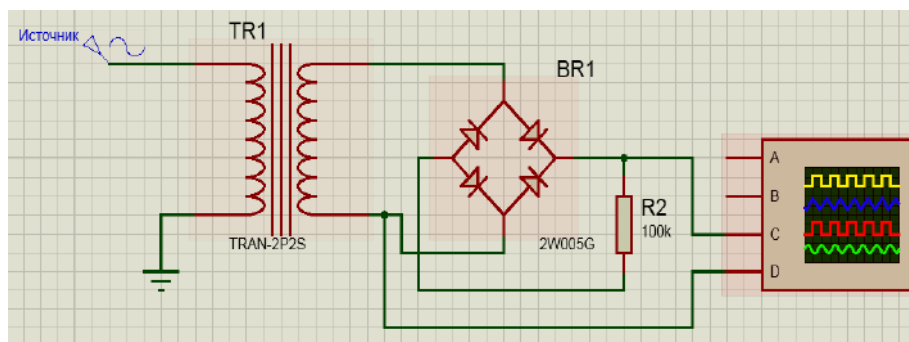
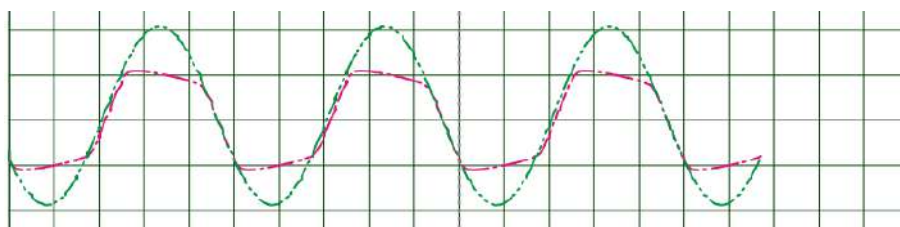
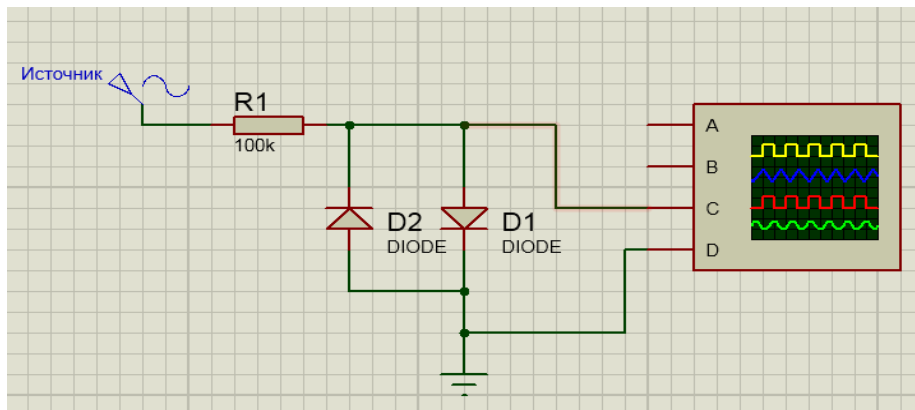
Agar kirishdagikuchlanish qutbi teskarisiga o'zgarsa, u holda diod VD teskari kuchlanish ostida qoladi (3.4, b-rasm). Teskari kuchlanish $U_{teskari}$ diodga kontakt potentsiallar farqi ϕ_k ga mos berilgan bo'lib (3.4, b-rasm) va shu sababli p - n -o'tish kengligi L da potensial to'siqni ϕ_k dan $(\phi_k + U_{to'g'})$ gacha orttiradi. Shuningu chun asosiy zaryad tashuvchilar diffuziyasi bo'lishi mumkin emas. To'g'ri tok oqib o'tmaydi $I_{to'g'} = 0$.

Teskari kuchlanish ϕ_k bilan birgalikda p - n -o'tishda asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar uchun tezlatuvchi elektr maydon yuzaga keltiradi (n -dagi kovaklar va r -dagi elektronlar). Faqat shu zaryad tashuvchilar harakati tyfayli teskari tok $I_{teskari}$ yuzaga keladi. Asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar konsentrasiyasi juda kichik bo'lganligi sababli, teskari tok $I_{teskari}$ ham juda kichik bo'ladi.

Amaliy qismi

Kuchlanish to'g'rilagichi va ko'prik sxemalarni yig'ish va ish tamoyilini o'rganish

Buninguchun bizga diodlar, rezistorlar, manba va ossillograf kerak bo'ladi.



Nazorat savollari

1. Diodning asosiy hossalari aytib bering.
2. Diod bu...?
3. Diodning ishlash tamoyilini tushuntiring.

4-laboratoriya ishi

Proteus dasturi asosida bipolyar va maydoniy tranzistorlarni tadqiq etish

Ishning maqsadi: Proteus dasturi asosida tranzistor tuzilmalari va ishlash tamoyillarini tadqiq etish.

Nazariy qismi

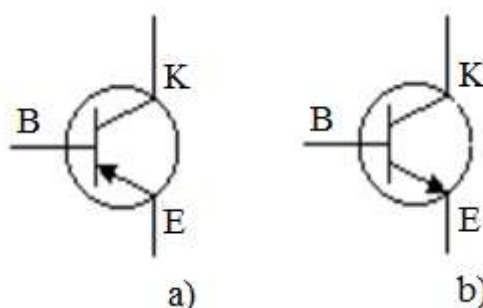
Bipolyar tranzistorlar

“Tranzistor” to‘g‘ridan to‘g‘ri “*boshqariluvchi qarshilik*” deb tarjima qilinadi.

Tranzistorning asosiy hossasi *quvvatni kuchaytirish*dir.

Bipolyar tranzistorlar (BT)dagi “*bipolyar*” iborasi ularda ikki turdagi zaryad tashuvchilar: ham *elektronlar*, ham *kovaklar* ishlatilishini anglatadi.

4.1–rasmda bipolyar tranzistorlarning shartli belgisi keltirilgan:



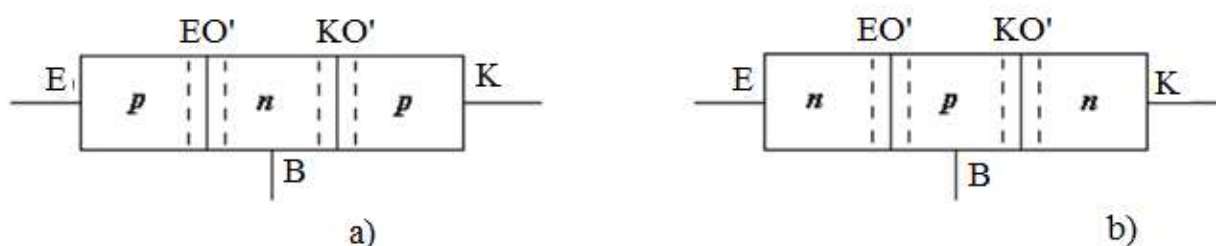
4.1–rasm. Bipolyar tranzistorlarning shartli belgisi: p-n-p (a); n-p-n (b)

Tranzistor uchta elektrodga ega: *emitter E, baza B va kollektor K.*

Elektrodlarning funksional vazifasi quyidagicha:

Emitter harakatchan zaryad tashuvchilarni yetkazib beradi. Baza boshqaruvchi elektrod vazifasini bajaradi, kollektor esa harakatchan zaryad tashuvchilarni yig'ib oladi. Tranzistorlar ikki turga bo'linadi: to'g'ri o'tkazuvchchanlikka ega ($p-n-p$) va teskari o'tkazuvchanlikka ega ($n-p-n$) (4.1–rasm).

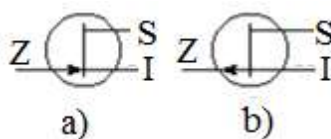
Tranzistorlarp ikkita elektron-kovak o'tishga ega: emittterdagi EP va kolletordagi KP (4.2–rasm). Bu o'tishlarning *kengliklari* putktir yordamida ko'rsatilgan.



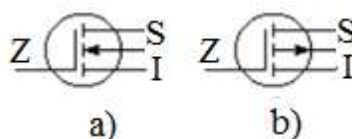
4.2–rasm. BT tuzilmasi: to'g'ri o'tkazuvchanlik (a), teskari o'tkazuvchanlik (b)

Maydoniy tranzistorlar

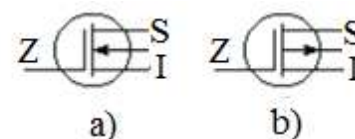
Maydoniy tranzistorlar ikki turda bulishi mumkin: boshqariluvchi $p-n$ -o'tishli (4.3– rasm) va zatvori izolyasiyalangan (4.4– va 4.5–rasmlar).



4.4–rasm. Boshqariluvchi $n-p$ -o'tishli MT shartli belgisi; p-kanalli (a); n-kanalli (b)



4.5–rasm. Kanali induksiyalangan MDYA-tranzistor shartli belgisi; p-kanalli (a); n-kanalli (b)



4.6–rasm. Kanali qurilgan MDYA-tranzistor shartli belgisi; p-kanalli (a); n-kanalli (b)

MTlarning ikkala turi ham BTlardan kirish qarshiligi kattaligi ajralib turadilar. Zatvori izolyasiyalangan MTlarda esa yana kirish va chiqish zanjirlari galvanik jihatdan bir-biridan ajratilgan.

Maydoniy tranzistorlar bipolyar tranzistorlarnin analogi hisoblanadi, ya'ni ular ham kuchaytirishga mo'ljallangan, ularda ham uchta elektrod mavjud: **istok I**, **zatvor Z** **vastok S**.

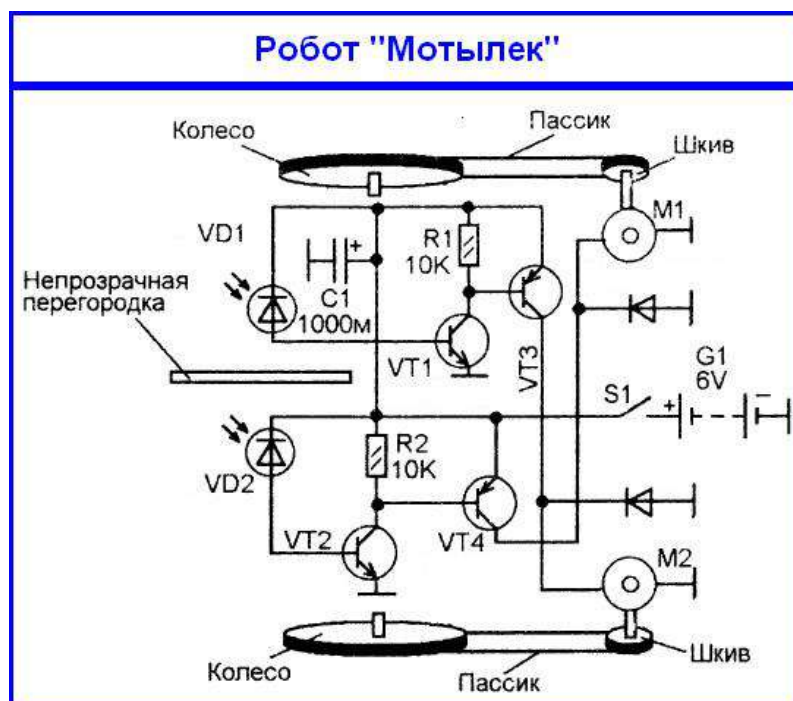
Funksional vazifasiga ko'ra istok emitterga o'xshaydi, ya'ni harakatchan zaryad tashuvchilarni yetkazib beradi. Zatvor, baza o'xshab boshqaruvchi elektrod vazifasin bajaradi. Stok esa kollektor kabi harakatchan zaryad tashuvchilarni o'zida jamlaydi. To'g'ritinchi elektrod – asosga kelsak, uning vazifasi tranzistorning ishlash tamoyilini o'rganish vaqtida ko'rib chiqmiz.

MTlarning asosiy hossasi, BT kabi quvvatni kuchaytirishdir.

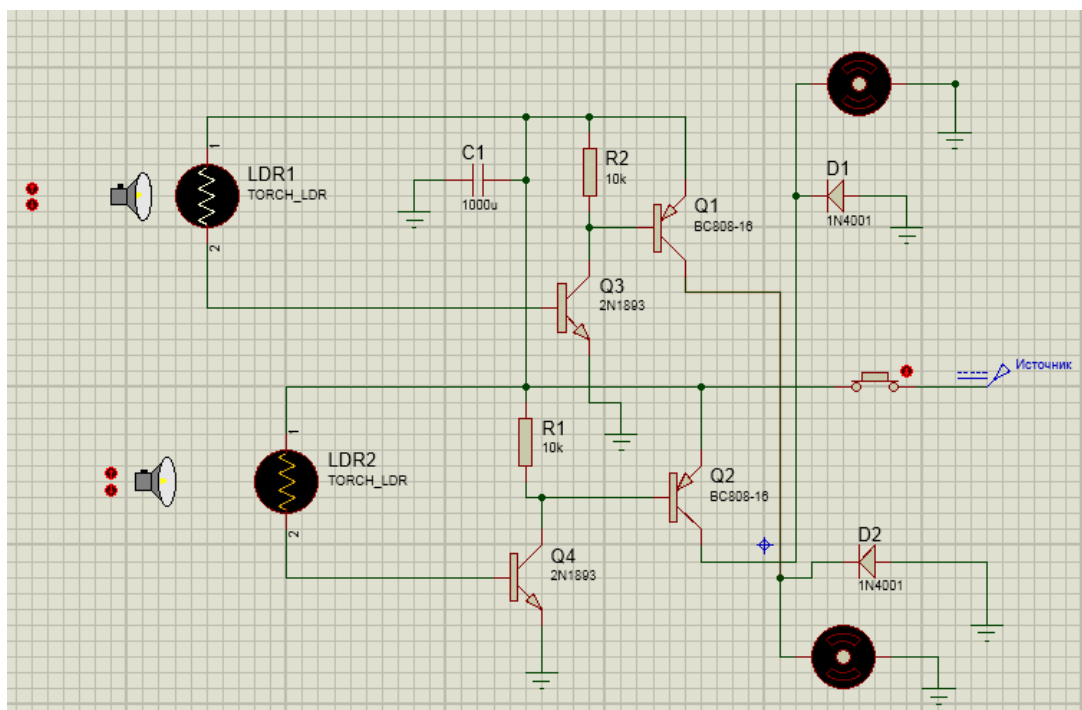
Amaliy qism

Bipolyar tranzistor asosidagi robot-motilek sxemasini yig'ish.
Tranzistorlarning ishlash tamoyilini o'rganish

Robot-motilek prinsipial sxemasi:



Proteus dasturi ishchi sohasida yig'ilgan tayyor sxema:



Nazorat savollari

1. *Tranzistor ish tamoyilini tushuntiring.*
2. *Siz qanday bipolyar tranzistor turlarini bilasiz?*
3. *Bipolyar tranzistorda bajarilgan kuchaytirgich sxemasini keltiring.*
4. *Qanday maydoniy tranzistor turlarini bilasiz?*

5-laboratoriya ishi

Proteus dasturi asosida mantiqiy elementlarni tadqiq etish

Ishning maqsadi: Proteus dasturi asosida raqamli texnika asoslari, mantiqiy elementlarni tadqiq etish va haqiqiylik jadvallari tuzishni o‘rganish.

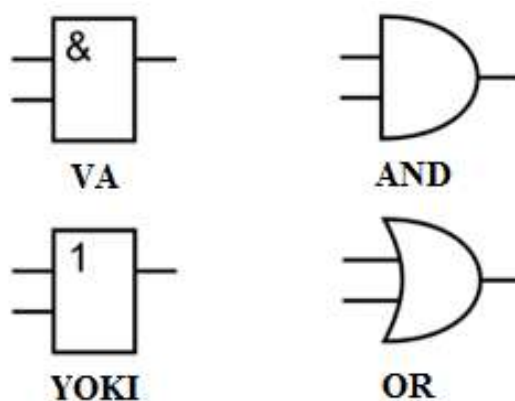
Nazariy qism

Mantiqiy mikrosxemalarni o‘rganish asosida mantiqiy elementlar (ME)ni murakkabligini ortib borishini kuzatish mumkin. INKOR mantiqiy elementlari va bufer mikrosxemalaridan so‘ng, sodda mantiqiy amallar: mantiqiy ko‘paytiruv va mantiqiy qo‘shuv amallarini bajaradigan ME haqida so‘z ketadi. Bunday MElar VA (AND) va YOKI (OR) dir. Mazkur MElar bir nechta kirishlarni birlashtiradi (2 tadan

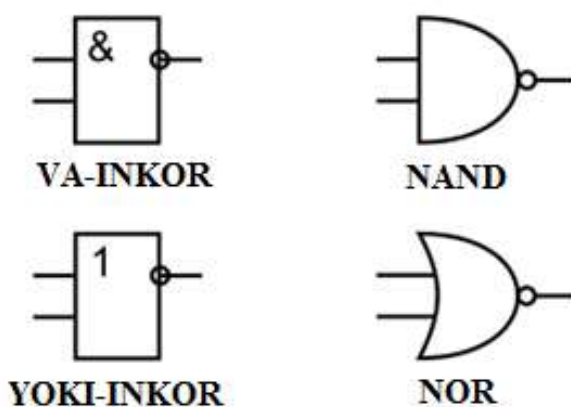
12 tagacha), chiqish esa yagona bo‘ladi. Chiqishdagi signal mos funksiya bajarilgan kirishdagi signallar kombinasiyasiga mos keladi. Quyida VA va YOKI MELarining shartli grafik tasviri keltirilgan.

VA va YOKI mantiqiy elementlardan tashqari, chiqishdagi signalni inverslaydigan mantiqiy elementlar ham mavjud. Bunday elementlarning nomiga INKOR so‘zi ko‘shiladi, jumladan: VA-INKOR, YOKI-INKOR. Quyidagi mazkur mantiqiy elementlarning shartli grafik tasviri keltirilgan.

Yuqorida aytib o‘tilganidek, mazkur elementlar bir nechta teng huquqli kirishlarga ega, shu sababli MELarning nomidan oldin kirishlar soni ko‘rsatiladi, masalan, 2VA-INKOR, 5YOKI-INKOR va x.z.



5.1–rasm. VA va YOKI MELarining shartli grafik tasviri



5.2–rasm. VA-INKOR va YOKI-INKOR MELarining shartli grafik tasviri

Mikrosxemalarning belgilanish tizimida (markirovkasida) turli funksiyalarni bajaradigan integral mikrosxemalarning nomlanishi aniq qoidaga bo‘ysunadi.

Bunday nomlanishlar suffikslari bilan farqlanadi: VA mantiqiy amalini bajaradigan MELar uchun LI (masalan, K155LI2, KR1533LI10), VA-INKOR mantiqiy amalini bajaradigan MELar uchun LA (masalan, K155LA3, K555LA13), YOKI mantiqiy amalini bajaradigan MELar uchun LL (masalan, K155LL1, K1533LL4), YOKI-INKOR mantiqiy amalini bajaradigan MELar uchun LE (masalan, K155LE1, K1533LE10).

Ma'lumki, mos funksiyani bajaruvchi har bir ME uchun o'zining haqiqiylik jadvali mavjud. Quyida ikkita kirishga ega VA, VA-INKOR, YOKI, YOKI-INKOR ME uchun haqiqiylik jadvallari keltirilgan.

Kirishdagi signallar		Chiqishdagi signallar			
1	2	VA	VA-INKOR	YOKI	YOKI-INKOR
0	0	0	1	0	1
0	1	0	1	1	0
1	0	0	1	1	0
1	1	1	0	1	0

Mantiqiy elementlarning qo'llanilishi

Raqamli elektronika hamda mikrosxemotexnika rivojining zamonaviy bosqichida sodda mantiqiy elementlar sodda mantiqiy funksiya bajarishi borasida borgan sari kam ishlatilayapti. Mazkur MELar yanada murakkab raqamli sxemalarda signallarga ruxsat berish/rad etish yoki aralashtirish/mos keltirish amallarini bajarishda ko'proq ishlatilayapti.

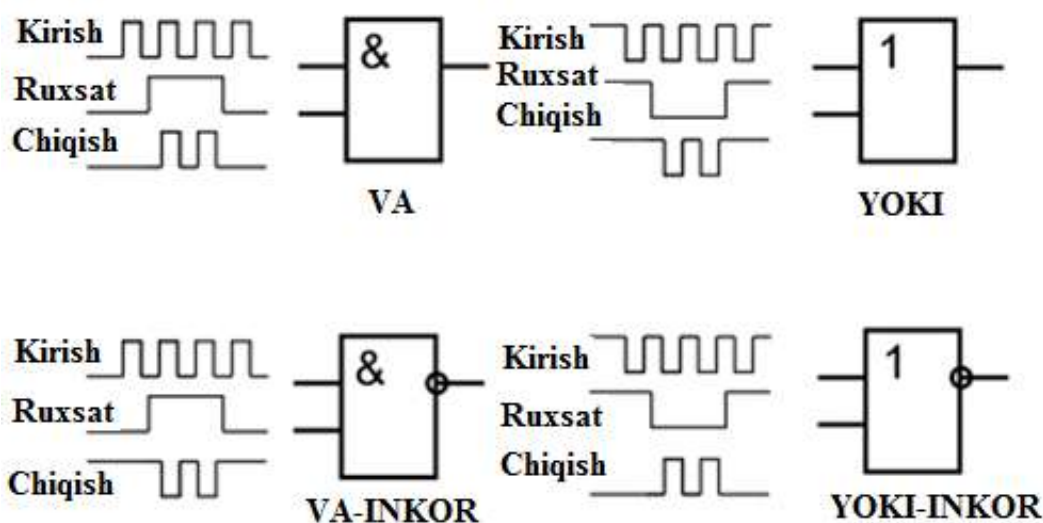
Signallarga ruxsat berish/rad etish sxemalari

Masalan, 2VA MENi boshqaruv funksiyasini quyidagi izohlash mumkin. Kirishlardan biri boshqaruvchi hisoblanadi, ikkinchisi esa ma'lumot kirishi vazifasini bajaradi. U holda, boshqaruvchi kirishga mantiqiy 1 berilsa, ma'lumot kirishiga berilayotgan signal chiqishga uzatiladi, agar boshqaruvchi kirishga mantiqiy 0 berilsa, ma'lumot kirishiga berilayotgan signal chiqishga uzatilmaydi.

Ko‘p hollarda MELar multipleksiyalangan yoki ikki tomonga yo‘nalgan liniyalarda qo‘llash uchun ishlatiladi.

Xuddi shunday, ruxsat berish/rad etish elementlari sifatida boshqa elementlar ham ishlatiladi, masalan, VA, VA-INKOR, YOKI, YOKI-INKOR. U yoki bu elementning ishlatilishi boshqaruvchi signal sathi, kirishdagi signal inversiyasi bilan belgilanadi.

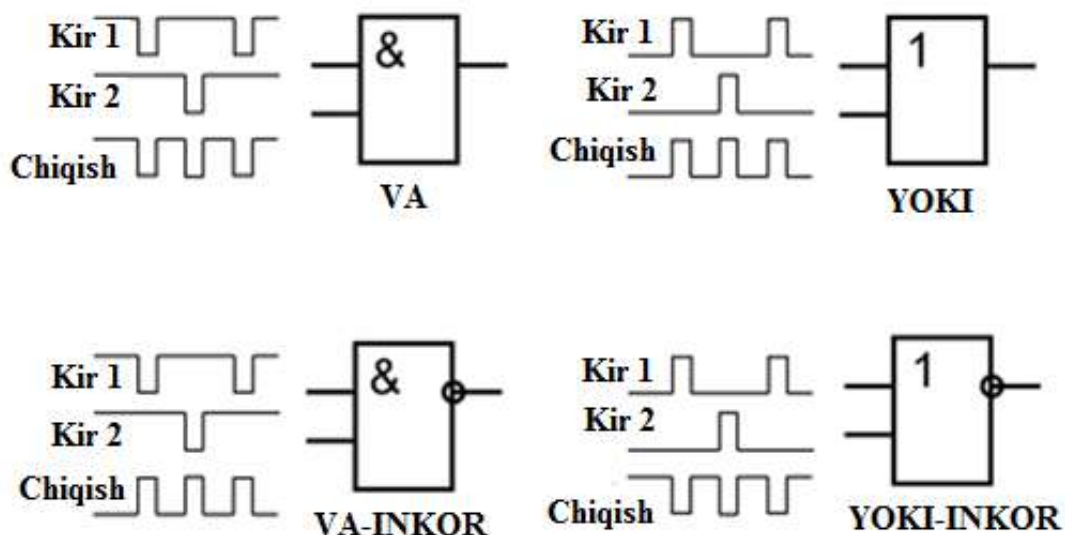
Quyida signallarning o‘tishi uchun ruxsat berish/rad etish maqsadida MELarning qo‘llanilishi mumkinligi sxemalari keltirilgan.



5.3–rasm. MELarda signallarning o‘tishi uchun ruxsat berish/rad etish funksiyasini amalga oshirish

Signallarni aralashtirish sxemasi

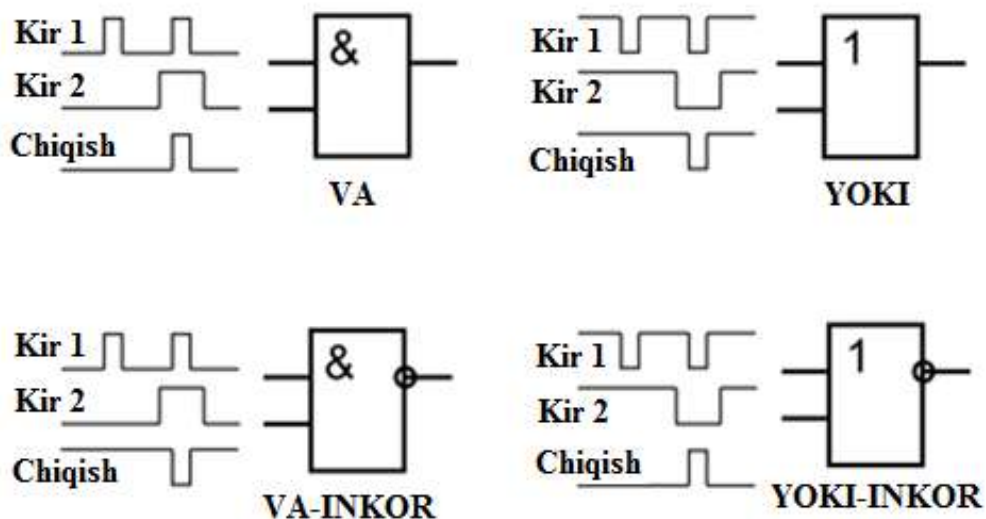
Ko‘p hollarda MENi ixtiyoriy kirishiga signal berilganda, chiqishida signal paydo bo‘lishi uchun signallarni aralashtirish talab etiladi. Masalan, YOKI elementidan fodalanib inverslamasdan turib ikkita signalni aralashtirish mumkin, ya’ni MENing birinchi va ikkinchi kirishiga kelayotgan signallar chiqish signalida aks etadi. Quyida signallarni aralashtirish uchun MELarning qo‘llanilishi mumkinligi sxemalari keltirilgan.



5.4–rasm. Turli mantiqiy sathlardagi signallarni aralashtirishni MELarda amalga oshirish

Signallarni mos kelishini aniqlash sxemalari

VA, VA-INKOR, YOKI, YOKI-INKOR MELarida kirishdagi signallarni mos tushishini tekshiruvchi sxema yaratish juda oddiy. Bunda kirishdagi signallarning mantiqiy sathlari mos kelsa, chiqishda signal shakllanadi. Quyida mos kelishni tekshirish sxemalarinng MELardan olish mumkinligi sxemalari keltirilgan.

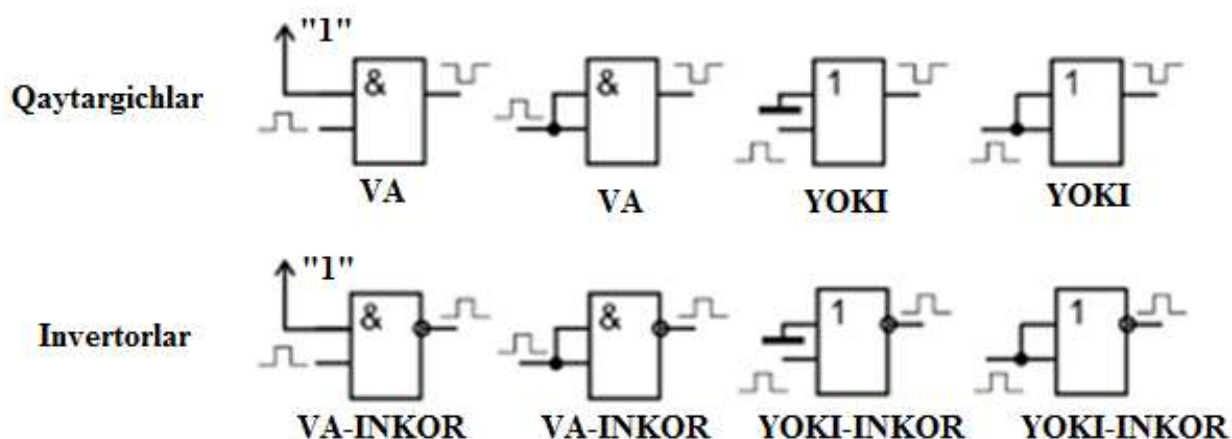


5.5–rasm. MELardan foydalanib signallarni mos kelishini solishtiruvchi sxemalarni amalga oshirish

Signallarni iinversiyalash sxemalari

VA, VA-INKOR, YOKI, YOKI-INKOR MELari, yanada murakkabroq EMAS va qaytaruvchi elementlari bilan solishtirilganda ko‘proq invertorlar hamda buferli elementlar funksiyasini amalga oshirish imoknini beradilar. Buning uchun ularning kirishlarini birlashtirish yoki kirishlarda birigi mos sathga ega signal berish lozim. Quyida VA, VA-INKOR, YOKI, YOKI-INKOR MELarida yasalgan qaytargich va invertor sxemalari keltirilgan.

VA, VA-INKOR, YOKI, YOKI-INKOR MELarining qo‘llanilishi ko‘rib o‘tilgan sodda sxemalar bilan cheklanib qolmaydi.

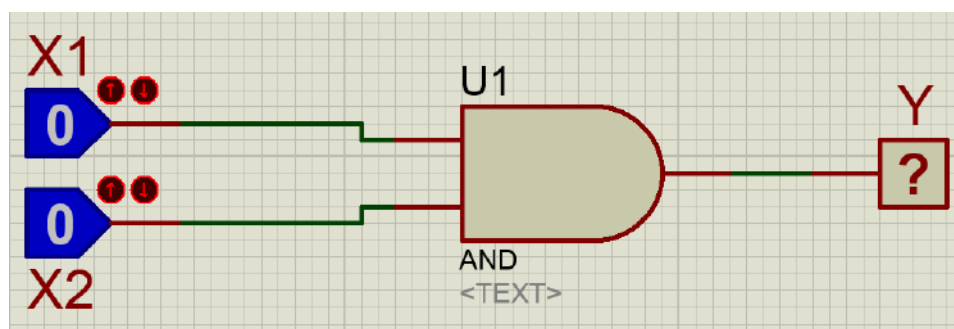


5.6–rasm. MELardan foydalanib qaytargich va invertor sxemalarini amalga oishirish

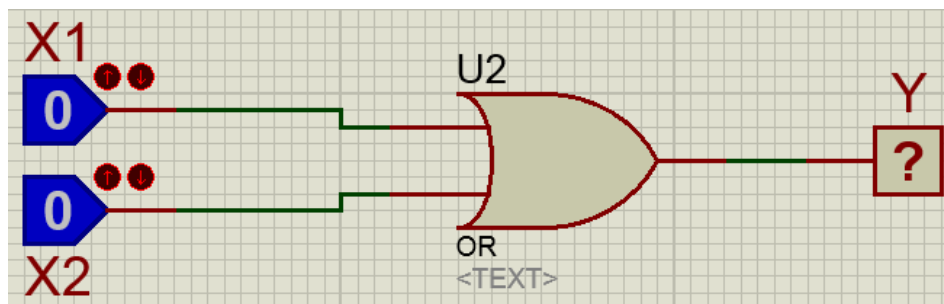
Amaliy qism

Proteus dasturi asosida MELarni yig‘ish va ishlash tamoyillarini o‘rganish, HAM, YOKI, EMAS MELarining haqiqiylik jadvallarini to‘ldirish.

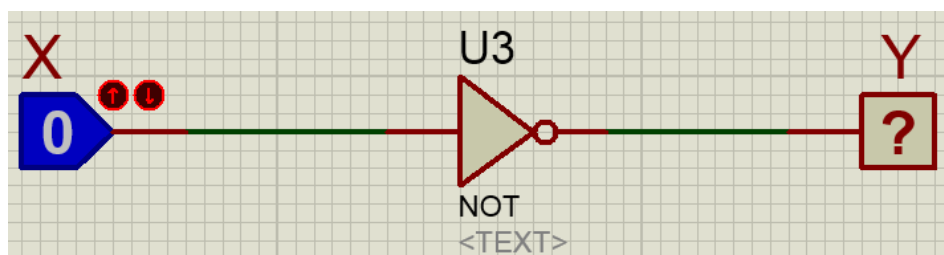
VA (AND) elementi



YOKI (OR) elementi



INKOR (NOT) elementi



Nazorat savollari

1. Qanday signallar raqamli deb ataladi?
2. Sanoq tizimlari hg'aqida so'zlab bering.
3. VA, YOKI, INKOR mantiqiy funksiyalari nimani anglatadi?

6-laboratoriya ishi

Proteus dasturi asosida xotira elementlari - triggerlarni tadqiq etish

Ishning maqsadi: Proteus dasturi asosida xotira elementlari tuzilmasi va ishlash tamoyilini tadqiq etish.

Nazariy qism

Tadrijiy qurilmalar – xotiraga ega bo'lgan raqamli avtomatlardir.

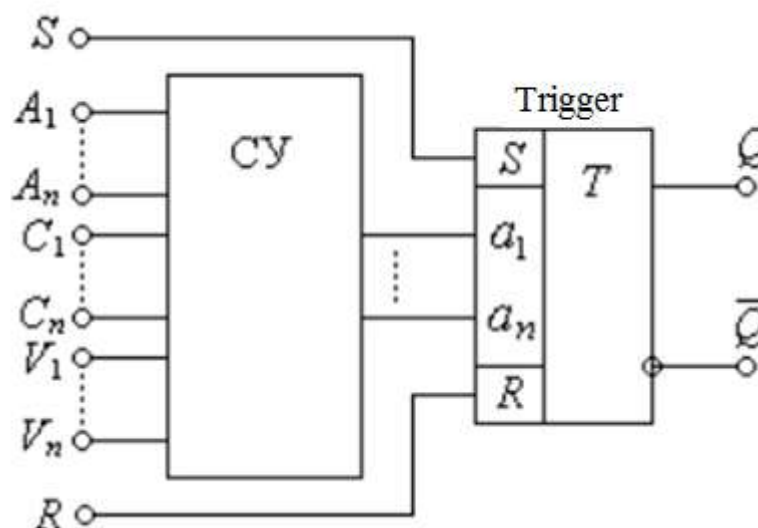
Ular ma'lum miqdordagi ichki holatlari bilan xarakterlanadilar. Tadrijiy qurilmalar kirishdagi signallar ta'sirida bir holatdan ikkinchisiga o'tadilar. Qurilmaning yangi holati kirishda ta'sir etayotgan signallar kombinatsiyasi hamda avtomat bundan avvalgi vaqt momentida bo'lgan holatiga bog'liq bo'ladi. Shuning

uchun tadrijiy qurilmalar kombinasion qism va xotira elementlaridan tashkil topadi. Bir bit axborot (0 yoki 1) saqlaydigan eng sodda xotira elementi funksiyasini trigger bajaradi.

Triggerlar. *Triggerlar* – ikkita turg'un holatga ega bo'ladigan elementlardir. Triggerlar raqamli tizimning eng keng tarqalgan ynuksional elementlari hisoblanadilar. Ular impulslar hisoblagichlari, registrlar, xotira qurilmalari, impuls taqsimlagichlar va boshqalarda qo'llaniladi.

Ikkita turg'un holatga ega bo'lgan, musbat teskari aloqaga ega bo'lgan mantiqiy sxema trigger hisoblanadi. Bu qurilma tashqi signallar ta'sirida biror ixtiyoriy holatga qayta ulanadi (o'tadi) va kirishdagi signallar yo'qolgandan keyin ham cheksiz vaqt mobaynida bu holatda qolishi mumkin.

Triggerlar ikkita chiqishga ega bo'lib, ularning sathidan trigger holati hamqida fikr yuritish mumkin. Chiqishlardan biri to'g'ri yoki bir chiqishi deb ataladi va Q deb belgilanadi, ikkinchi chiqish esa invers yoki nol chiqishi deb ataladi va \bar{Q} deb belgilanadi (6.1–rasm).



6.1–rasm. Triggerning umumlashgan sxemasi

Trigger holatlaridan birinchisi nolinchisi deb hisoblanadi va olib tashlovchi deb ataladi. Bunda Q chiqish nol potentsiali ostida bo'ladi, ya'ni $Q = 0, \bar{Q} = 1$.

Triggenerning umumlashgan tuzilma sxemasi (6.1–rasm) ikki qismdan iborat: xotira elementi –trigger T va boshqaruv sxemasi SU . SU kirishga sxemani boshqaruvchi signallar tashqaridan uzatiladi.

A_1, \dots, A_n kirishlar *axborot* yoki *mantiqiy* kirishlar deb ataladi. Ularga mantiqiy nol yoki bir ko‘rinishidagi ikkilik axborot beriladi. Boshqaruv sxemasi yordamida kirishga berilayotgan axborot 00, 01, 10, 11 signallar kombinatsiyasiga o‘giriladi va bevosita triggerning a_1, \dots, a_n kirishlariga ta’sir etadi.

Trigger sxemasi, mantiqiy kirishlardan tashqari *sinxronlash kirishlari* (S_1, \dots, S_n), *boshqaruv kirishlari* (V_1, \dots, V_n) hamda *o‘rnatish kirishlari*, ya’ni bevosita S - i R kirishlarga olib tashlash yoki o‘rnatish kirishlariga ega bo‘lishlari mumkin.

S kirish – *birlik holat* yoki *bir kirishini* o‘rnatish uchun.

R kirish – *nollik holat* yoki *nol kirishini* o‘rnatish uchun.

S_1, \dots, S_n kirishga berilayotgan takt yoki sinxronlash signallari Suda yozish yoki o‘qish holati, ya’ni triggerni qayta ulanish momentlarini aniqlaydi.

Triggarlarni ko‘p belgilariga ko‘ra sinflash mumkin: tuzilish sxemasiga ko‘ra, ishlash mantiqiga ko‘ra, axborotni yozish usuliga ko‘ra.

Integral sxemotexnikada ikkita kirishga ega bo‘lgan RS - va JK -triggerlari, universal $D(RS)$, $JK(RS)$ -triggerlar ko‘p uchraydi.

Axborotni yozish usuliga ko‘ra triggerlar ikki turga bo‘linadi: *asinxron* va *sinxron*.

Asinxron triggerlari faqat axborot kirishlarga ega bo‘ladilar (sinxronlash kirishi mavjud bo‘lmaydi). Ularda axborotni yozish signal berilayotgan ixtiyoriy vaqt momentida sodir bo‘ladi.

Sinxron triggerlarning o‘ziga xosligi shunda-ki, ularda qo‘shimcha taktlovchi (sinxronlovchi) S kirishi mavjud bo‘lib, unga sinxronlovchi impulslar berilgandagina axborot yoziladi. Bunda sinxron triggerlar bir taktli va ko‘p taktli turlarga bo‘linadi. Bir taktli sinxron triggerlarda har safar sinxroimpuls kelganda u ishga tushadi. Ko‘p taktli triggerlarda esa n – takt impulsi berilgach axborotni yozish tugaydi.

Asinxron RS-trigger

Asinxron RS-trigger deb ikkita turgun holatga ega bo'lgan mantiqiy qurilmaga aytiladi. *RS-trigger* ikkita axborot *S* va *R* axborot kirishlariga ega.

R – nolni o'rnatish yoki olib tashlash kirishi, yoki nolinchi kirish

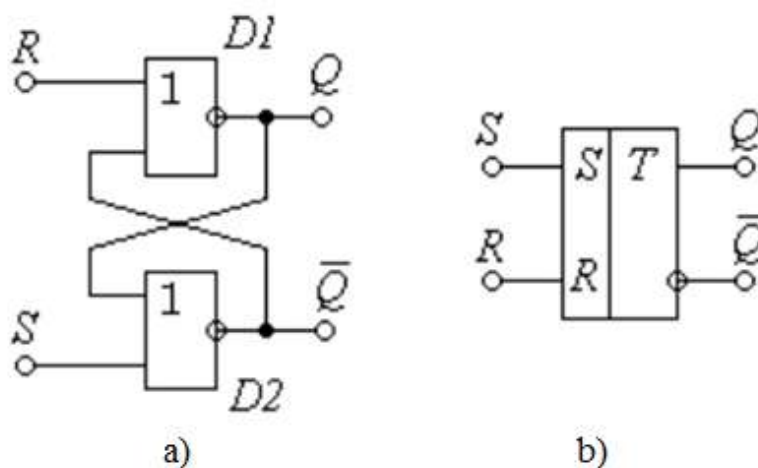
S – birni o'rnatish yoki o'rnatish kirishi, yoki bir kirishi

S-kirishga mantiqiy bir ($S = 1$), *R*- kirishga mantiqiy nol ($R = 0$) berilsa trigger ishchi holga keladi, ya'ni bir holat o'rnatiladi, unda $Q = 1$ va $\bar{Q} = 0$ bo'ladi.

S-kirishga mantiqiy nol ($S = 0$), *R*- kirishga mantiqiy bir ($R = 1$) berilsa trigger olib tashlanadi, ya'ni nol holat o'rnatiladi, unda $Q = 0$ va $\bar{Q} = 1$ bo'ladi.

RS-trigger sodda tuzilmaga ega bo'lib, u asosiy negiz deb ataladi. *RS-triggerni* bul bazisidagi ixtiyoriy mantiqiy elementlardan tuzish mumkin.

6.2, a–rasmda 2YOKI-EMAS MElaridan yasalgan *RS-trigger* sxemasi, 6.2, b–rasmda uning shartli belgisi keltirilgan.



6.2–rasm. Asinxron *RS-trigger*: sxemasi (a) va shartli belgisi (b)

6.1-jadval

RS- triggerning o'tish jadvali

Q^n	R	S	Q^{n+1}
0	0	0	0
1	0	0	1
X	1	0	0
X	0	1	1
X	1	1	–

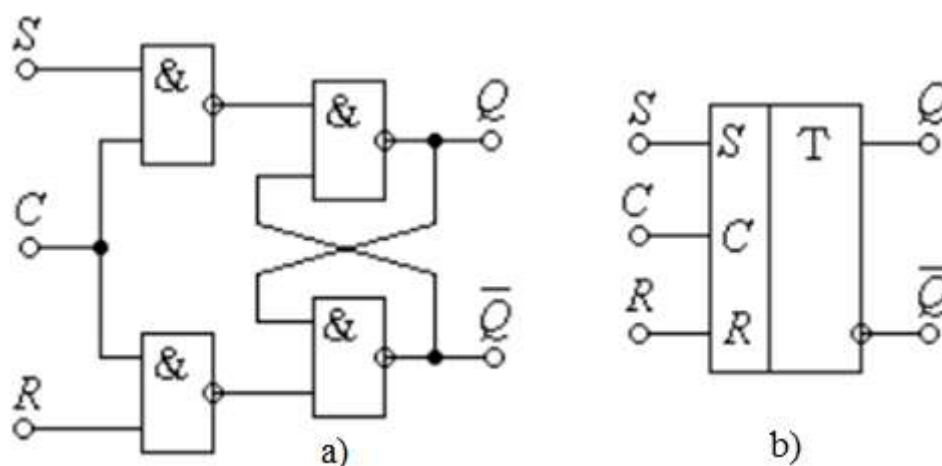
RS -trigger ishini aks etuvchi 6.1-jadvalda Q^n – triggerning avvalgi holati, Q^{n+1} – esa hozirgi holatini anglatadi. X yordamida esa holatga bog‘liq emaslik ifodalangan.

Sinxron RS -trigger

Sinxron RS -trigger CRS -trigger deb belgilanadi. Asinxron triggerdan farqli ravishda sinxron triggerda holat *sinxronlovchi signal* S mavjud hollarda sodir bo‘ladi.

Sinxron CRS -triggerni asinxron triggerga sinxronlovchi kirish S ni qo‘shish orqali hosil qilish mumkin.

CRS -triggerni masalan, 4 ta YOKI-EMAS MELari asosidagi RS -triggerda tuzish mumkin (6.3,*a*-rasm).



6.3–rasm. Sinxron RS -trigger: sxemasi (a) va shartli belgisi (b)

CRS - triggerning shartli belgilanishi (6.3,*b*-rasm) asinxron RS -trigger shartli belgilanishi (a)ga o‘xshash, faqat qo‘shimcha *sinxronlovchi kirish* S mavjud.

CRS -triggerning ishlash tamoyili shunda-ki, triggerning R va S kirishlari triggerni faqat ishga tushishiga tayyorlaydi, R va S kirishlarning holatiga ko‘ra o‘rnatish yoki olib tashlash faqat S kirishga “ \lceil ” (front) (front) impuls berilgandagina sodir bo‘ladi.

CRS- triggerning o'tish jadvali

C	R	S	Q(t+1)
0	0	0	Q(t)
0	0	1	Q(t)
0	1	0	Q(t)
0	1	1	Q(t)
1	0	0	Q(t)
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	-

D-trigger

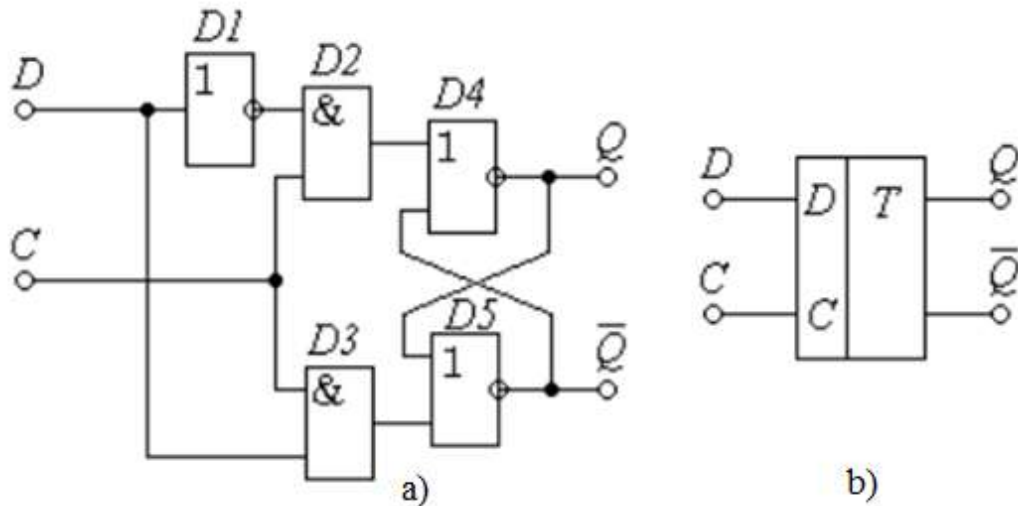
D-trigger yoki **kechikish -triggeri** (inglizcha *Delay* – *kechikish* soʻzidan) – bitta axborot kirishi *D* hamda sinxrosignal kirishi *S* mavjud boʻlgan sodda yakuniy avtomatdir. *D*-trigger sinxron trigger hisoblanadi. *D*-kirish triggerni ishga tushishga tayyorlaydi, jumladan, ishga tushish sinxrosignal *S* fronti bilan ishga tushiriladi, yaʼni *S* fronti *D* trigger holatidan nusxa oladi.

D-trigger, ixtiyoriy sinxron trigger kabi ikki usulda ishga tushiriladi: alohida va sanoq yordamida.

Alohida ishga tushirilganda *D*-kirish biror tashqi qurilmaga ulanadi, *sanoq usulida* esa – aynan shu triggerning invers chiqishiga ulanadi. Bitta *D*-axborot kirishning mavjudligi ikkita kirishli *D*-triggerdan afzaldir. Chunki kaskadlar orasidagi aloqalar soni kamayadi.

D-trigger sxemasi va uning shartli belgilanishi 6.4–rasmda keltirilgan.

Bu yerda *D*- va *C*-kirishlarni tashkil etish mos ravishda *D1* invertor va *D2* va *D3* larda bajarilgan HAM ME da yasaladi. *D4* va *D5* larda bajarilgan YOKI ME sxemalari *RS*-triggerni yuzaga keltiradi.



6.4–rasm. D-trigger: sxemasi (a); shartli belgisi (b)

6.3-jadval

D - triggerning o‘tish jadvali

D	S	$Q(t+1)$
0	0	$Q(t)$
0	1	0
1	0	$Q(t)$
1	1	1

D-triggerning ishlash qonuniyati o‘tishlar jadvalida keltirilgan (6.3-jadval). Jadvaldan ko‘rinib turibdi-ki, ham $C = 0$, ham $C = 1$ holatarda trigger avvalgi holatini saqlab qoladi, ya’ni avvalgi axborotni saqlaydi.

Trigger faqat sinxrosignala *S* fronti mavjudligidagina ishga tushadi, bunda *S* kirish sathi 0 dan 1 ga o‘zgaradi (“ \uparrow ”).

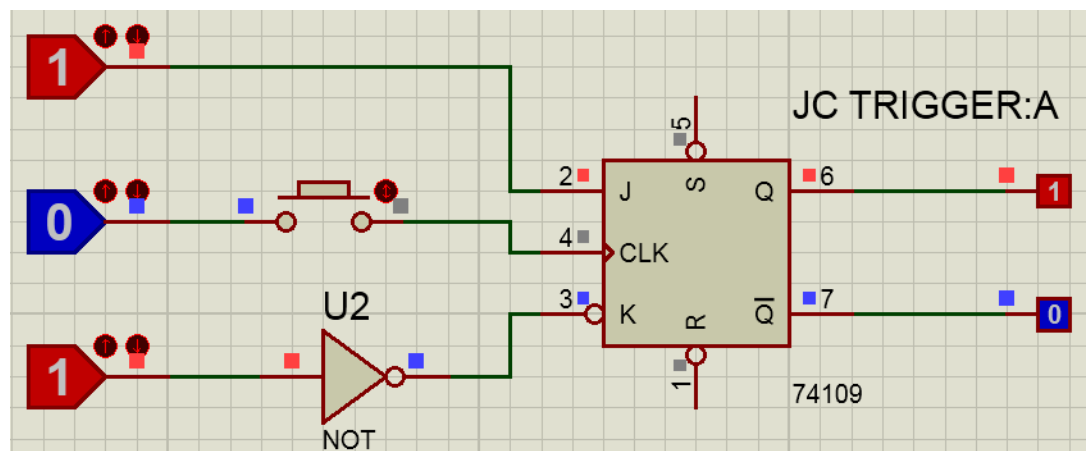
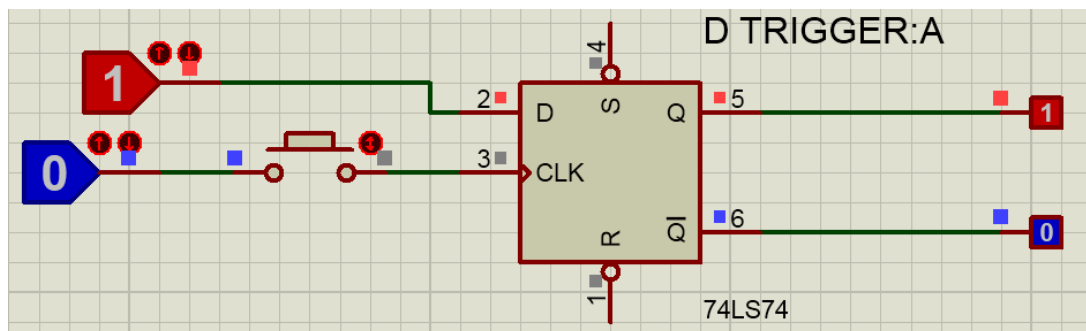
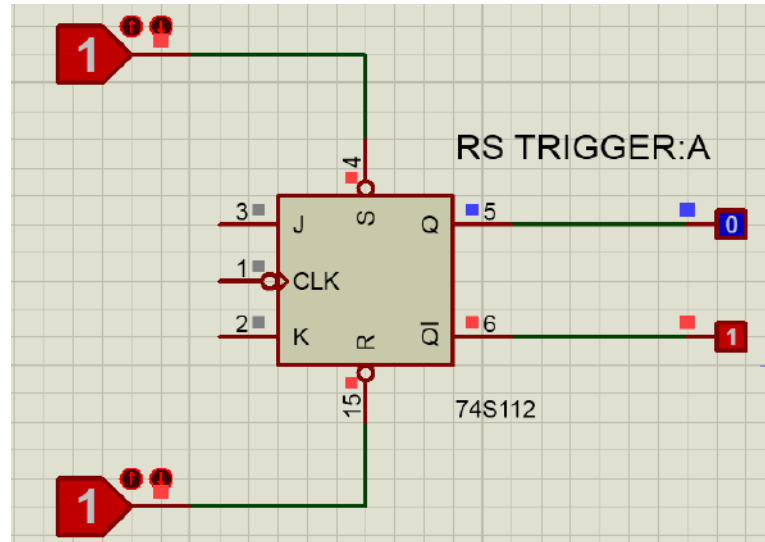
D-trigger $S = 0$ va $S = 1$ holatlarda, hamda sinxrosignal 1 dan 0 ga o‘zgarganda *D* kirish holatini qabul qilmaydi.

Triggerning *S* kirishiga sinxrosignal berilmaganda u Q^n axborotni saqlash holatida bo‘ladi va *D* kirish o‘zgarishlariga e’tibor bermaydi.

Demak, trigger *D* –axborot kirishi bo‘yicha yuqori halaqitbardoshlikni ta’minlaydi.

Amaliy qism

Proteus dasturi asosida triggerlarni yig'ish va ishlash tamoyilini tadqiq etish



Topshiriq: JK- va MS-triggerlarini mustaqil o‘rganish.

Nazorat savollari

1. *Trigger nima?*
2. *Qanday trigger sinxron, qandayi esa – asinxron deb ataladi?*
3. *RS-trigger nima va uni qanday elementlardan yasash mumkin?*
4. *D-trigger nima va uni qanday elementlardan yasash mumkin?*

7-laboratoriya ishi

Proteus dasturi asosida registrlarni tadqiq etish

Ishning maqsadi: Proteus dasturi asosida registrlar tuzilmasi va ishlash tamoyilini tadqiq etish.

Nazariy qism

Registrlarning sinflanishi

Registrlar deb axborotni qabul qilish, xotirada saqlash va uzatish amallarini bajarishga mo‘ljallangan tadrijiy qurilmaga aytiladi. Registrga yozilgan har bir son razryadiga o‘z razryadi mos keladi. Ular *RS-*, *D-* yoki *JK-* turli triggerlarda bajariladi.

Registrlar sinflanadigan asosiy belgisi bo‘lib ikkilik axborotni yozish va o‘qish usuli hisoblanadi. Bu belgisiga ko‘ra registrlar uch turga bo‘linadi: ketma-ketli, parallel va parallel-ketma-ketli.

Ketma-ketli registrlarda axborotni razryadlarga yoo‘zilishi va o‘qilishi vaqt bo‘yicha ketma-ket, ya’ni navbatma-navbat amalga oshiriladi. Sinxroimpulslar yordamida axborot ketma-ket siljitish usulida yoziladi. Shuning uchun registrlar ketma-ketli deb ataladi.

Paralell registrlar parallel kirishlar va chiqishlarga ega bo‘lib, ularga axborot bir vaqtnig o‘zida barcha razryadlariga yagona boqsharuv takt signali asosida yoziladi. Bunday registrlar *xotira registrlari* deb ataladi.

Ketma-ketli registrlar

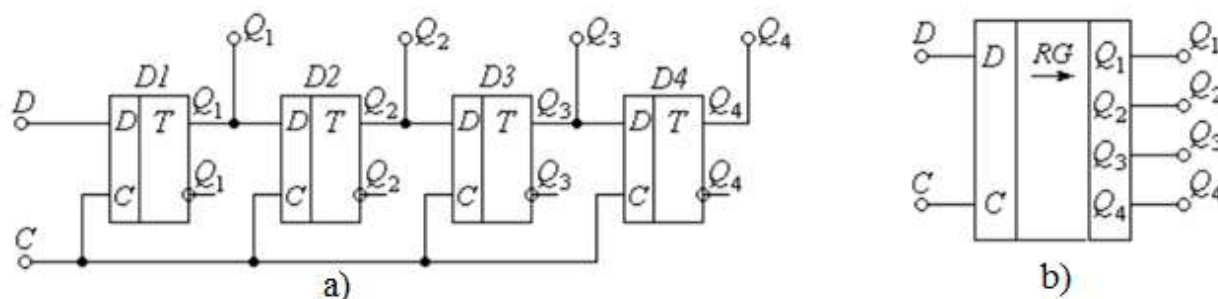
Ketma-ketli registrlar, yoki siljitish registrlari tashqi sinxrosignallar ta'sirida ikkilik axborotni siljitish amalini bajarishga mo'ljallangan.

Siljitish yo'nalishiga ko'ra siljitish registrlari uchta yo'nalishga bo'linadi:

- sonlarni kichik razryadlardan boshlab katta razryadlarga siljituvchi registrlar, *o'ngga siljituvchi registrlar* deb ataladi;
- sonlarni katta razryadlardan boshlab kichik razryadlarga siljituvchi registrlar, *chapga siljituvchi registrlar* deb ataladi;
- sonlarni ham o'ngga, ham chapga siljituvchi registrlar *reversiv siljituvchi registrlar* deb ataladi.

7.1–rasmda *D*-triggerlarda bajarilgan to'rt razryadli o'ngga siljituvchi registr sxemasi va shartli belgisi keltirilgan.

Registr bitta *D* axborot kirishiga ega bo'lib, unga nol va birlar ketma-ketligi ko'rinishidagi axborot kelib tushadi. Registr yana *S* takt kirishiga ham ega bo'lib, unga sinxronlovchi impulslar beriladi.



7.1–rasm. O'ngga siljitish registri: sxemasi (a), shartli belgisi (b)

O'ngga siljitish registri quyidagicha ishlaydi:

Registrning $Q_1 - Q_4$ parallel chiqishlarida axborot bir vaqtda, Q_4 ketma-ketli chiqishida esa faqat bir bitdan navbatma-navbat paydo bo'ladi.

Birinchi trigger *D1* axborotning har bir so'zidagi kichik razryadga, *D4* – esa katta razryadga javob beradi. Axborot kichik razryaddan boshlab kela boshlaydi.

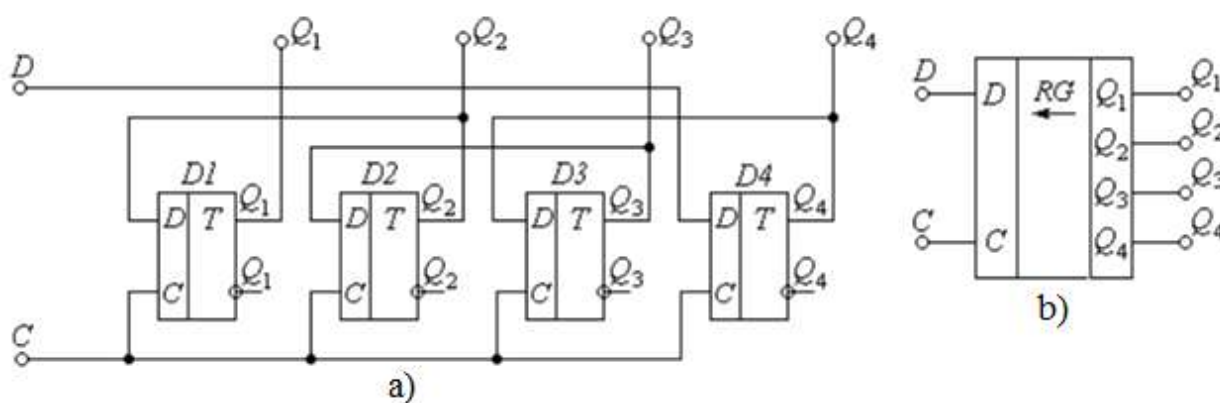
Barcha D -triggerlarning S takt kirishlariga bir vaqtda sinxronlovchi impulslarning kelishi bilan keyingi trigger chiqishi avvalgi trigger holatidan nusxa oladi.

To'rtta triggerdan tuzilgan yoki to'rt razryadli trigger to'rt bittan iborat axborotni qabul qilishi mumkin.

Trigger turlarini tahlil qila turib, axborot ham o'ngga, ham chapga siljishi mumkinligini ta'kidlab o'tamiz. Bu registrning D kirishiga axborot qanday kelib tushayotganligiga bog'liq: registrning kichik razryadidan boshlab yoki katta razryadidan boshlab.

7.2–rasmda chapga siljituvchi to'rt razryadli registr sxemasi keltirilgan.

Chapga siljitishni amalga oshirish uchun so'nggi $D4$ triggerga kirishi registrning kirishi bo'lib hisoblanadi, har bir keyingi triggerning chiqishlari esa avvalgi trigger D -kirishlariga ulanadi.



7.2–rasm. Chapga siljitish registri: sxemasi (a), shartli belgisi (b)

Chapga siljitish registri quyidagicha ishlaydi:

Deylik, t_1 vaqt momentiga kelib registrning D -kirishiga bir berilgan bo'lsin. U faqat $D4$ katta razryad triggeri ni ishga tushirishga shaylaydi. $D1$, $D2$, $D3$ triggerlarning D -kirishi esa nol potentsiali ostida qoladilar.

t_1 vaqt momentida 1-sinxrosignal fronti $D4$ katta razryad triggerini ishga tushiradi va uning chiqishida $Q_4 = 1$ bo'ladi. Bu axborot $D3$ triggerning D -kirishiga uzatiladi va $D3$ triggerini ishga tushishiga shaylaydi.

t_2 vaqt momentida 2-sinxrosignal fronti D_3 triggerini ishga tushiradi va uning chiqishidagi Q_3 potensialni noldan birga o'zgartiradi.

t_3 vaqt momentida 3-sinxrosignal fronti D_2 triggerini ishga tushiradi va Q_2 chiqishida mantiqiy birni o'rnatadi.

T_4 vaqt momentida 4-sinxrosignal D_1 triggerini ishga tushiradi va Q_1 potensial birga teng bo'ladi.

Xuddi shunday usulda t_4, t_5, t_6 vaqt momentlarida registrning D kirishlariga kelib tushgan mantiqiy birlar yoziladi va siljtiladi.

Parallel registrlar

Parallel registrlar yoki *xotira registrlari* –parallel ishlaydigan parall kirishlar va parallel chiqishlarga ega bo'lgan ko'p razryadli registrlar bo'lib, ulardagi razryadlar soni registr tashkil topgan triggerlar sonidan aniqlanadi.

Xotira registrlari – bu jamlovchi registrlardir. Ularnig asosiy vazifalari – uncha katta bo'lmagan hajmdagi ikkilik axborotni to'plashdir.

Sonning birinchi kichik razryadi registrning birinchi kichik razryadiga yoziladi va saqlanadi, ikkinchisi – ikkinchi razryadda va x.z. Registrning katta razryadi sonning katta razryadini qabul qiladi.

Xotira registrlari turli triggerlarda bajariladi.

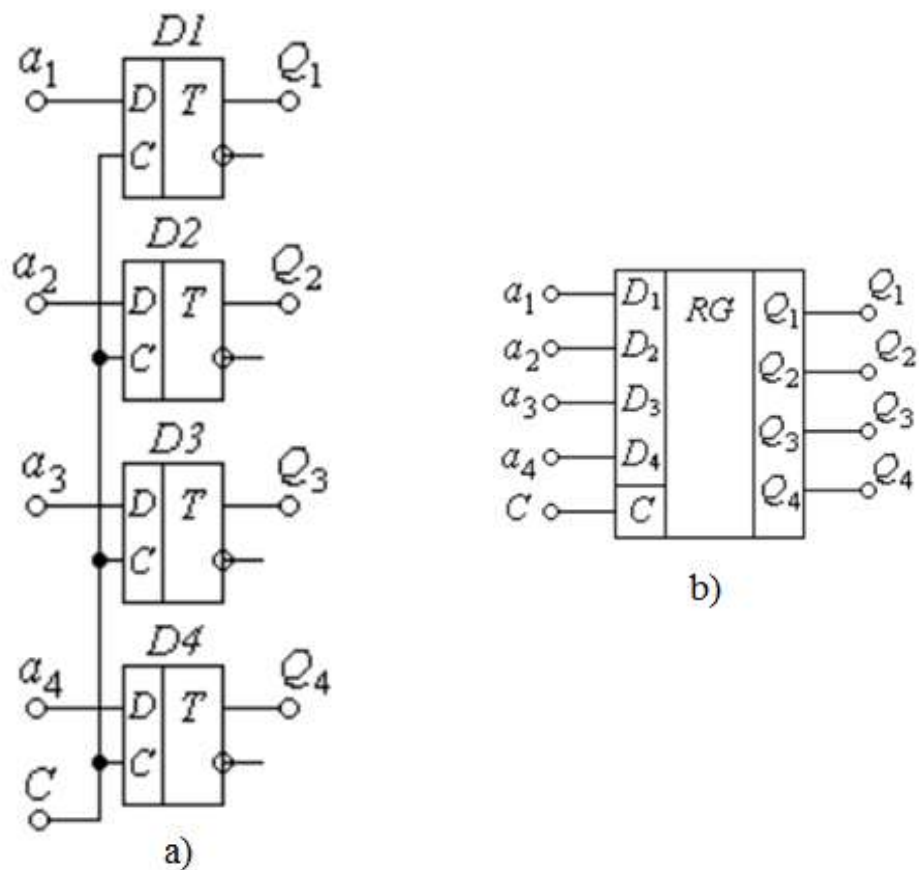
Bir fazali parallel registrlarni masalan, registr kirishlariga mos miqdordagi D - triggerlardan tuzish mumkin.

7.3–rasmda to'rtta D - triggerlarda bajarilgan bir taktli parallel registr sxemasi keltirilgan.

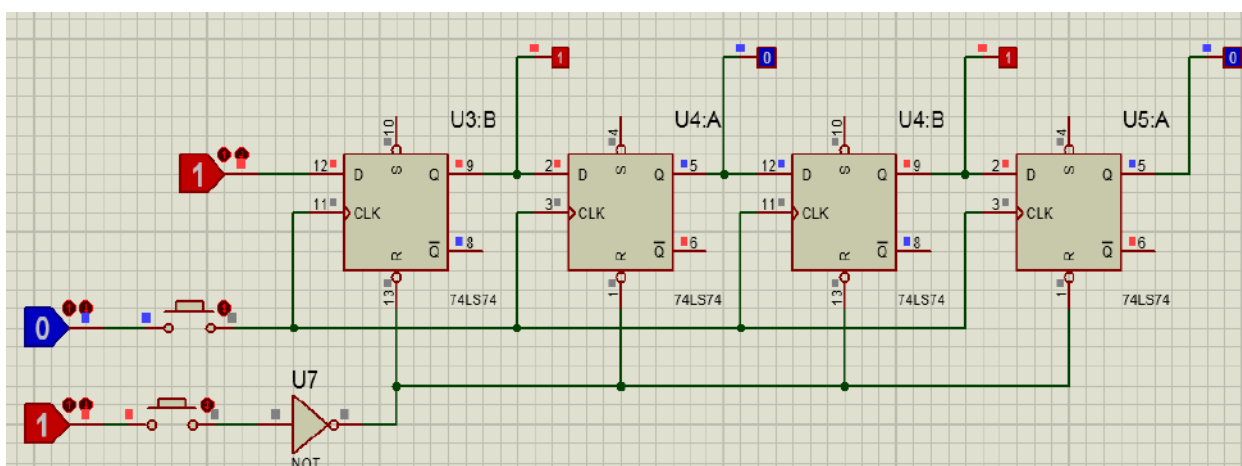
$A (a_1, a_2, a_3, a_4)$ sonini yozish C sinxroimpuls yordamida, avvaldan triggerni olib tashlamagan holda bajariladi.

$A (a_1, a_2, a_3, a_4)$ sonining har bir razryadi $D_1 – D_4$ alohida triggerning D axborot kirishiga uzatiladi.

7.3–rasm. Bir taktli parallel registr: sxemasi (a); shartli belgisi (b)



Proteus dasturi asosida siljitish registrlarini yig'ish va ishlash tamoyilini tadqiq etish



Nazorat savollari

1. Siljitish registrlarining vazifasi.
2. O'ngga siljitish registrlari.

3. *Chapga siljitish registrlari.*

4. *Parallel registrlar.*

8-laboratoriya ishi

Proteus dasturi asosida hisoblagichlarni tadqiq etish

Ishning maqsadi: Proteus dasturi asosida hisoblagichlar tuzilmasi va ishlash tamoyilini tadqiq etish.

Nazariy qism

Impuls hisoblagichlari – ularning kirishlariga berilayotgan impulslar sonini hisoblashga mo'ljallangan qurilmadir. Umuman olganda, hisoblagichlar kirish impulslari ta'sirida o'z holatlarini o'zgartiradigan qurilmadir. Kirishga signallar kelib tushishi bilan hisoblagich o'z holatini sxemaga mos ravishda biror tartibda o'zgartiradi. Shuning uchun, agar hisoblagich 10gacha sanashi lozim bo'lsa, demak 10ta turlicha holatga ega bo'lishi lozim.

Hisoblagich parametrlari

Hisoblagichning asosiy parametri bo'lib holatlar soni hisoblanadi va bu kattalik sanoq koeffitsiyenti K_p yoki sanoq moduli M deb ataladi. Hisob moduli $M = 2$ bo'lgan hisoblagich sodda hisoblagich hisoblanadi, va u triggerlardan yasaladi. Bu hisoblagich kirishga berilayotgan impulslarning navbatma-navbat o'zgarishidan kelib chiqqan holda ikkita holat 0 va 1 ga ega bo'ladi. Ikkilik hisoblagichning sanoq moduli quyidagi fiyodadan aniqlanadi:

$$M = 2^m$$

Bu yerda m – hisoblagichdagi ikkilik razryadlar soni.

Shunday qilib, sanoq moduli hisoblagichning turg'un holatlari sonini yoki to'lib ketish impulsini yuzaga keltirgan holad hisoblagich dastlabki holatga qaytishi uchun uning kirishlariga nechta impuls berish kerakligini ko'rsatadi (nolinchi holat ham hisobga kiradi).

Sanoq moduli bilan birga hisoblagichlar *hajmi* bilan ham xarakterlanadi.

$$K = M - 1$$

Ya'ni, u to'plashi mumkin bo'lgan maksimal birlik sonlar soni.

Hisoblagichlarning sinflanishi

Raqamli qurilmalarda bir qancha aparametrlari bilan farqlanuvchi hisoblagichlarning bir necha turi ishlatiladi.

Berilgan sanoq moduli M uchun kerak bo'ladigan triggerlar miqdori quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$m = \text{int} [\log_2 M]$$

Sanoq moduliga ko'ra hisoblagichlar ikkilik ($M = 2^m$) va ixtiyoriy modulli ($M \neq 2^m$) turlarga bo'linadi, ularda ikkilik razryadlar soni m katta butun songa yaxlitlanadi. Bu belgisiga ko'ra hisoblagichlar ikkilik yoki boshqa kodlarda ham ishlashi mumkin. (Keyingi misollarda biz faqat ikkilik hisoblagichlar haqida mo'zlashamiz).

Maqsadiga ko'ra hisoblagichlar uch turga bo'linadi:

- jamlovchi hisoblagichlar;
- ayiruvchi hisoblagichlar;
- reversiv hisoblagichlar.

Jamlovchi hisoblagichlarda kirishga har safar impuls berilganda uning mazmuni bittaga ortali, *ayiruvchi* hisoblagichda esa – bittaga kamayadi. Demak, jamlovchi hisoblagich qurilma kirishiga berilayotgan impulslarning to'g'ri sanog'ini, ayiruvchi hisoblagich esa - teskari sanog'ini amalga oshirar ekan.

Reversiv hisoblagich yoki to'g'ri, yoki teskari sanash rejimida ishlashi mumkin.

Hisoblagich razryadlarini o'rnatish usuliga ko'ra *sinxron* va *asinxron* turlarga bo'linadi.

Sinxron hisoblagichlarda razryadlarni ixtiyoriy biror holatini o'rnatish hisoblagichning barcha razryadlarida bir vaqtda amalga oshiriladi.

Asinxron hisoblagichlarda razryadlar bir vaqtda emas, balki ketma-ket amalga oshiriladi.

O'tkazish signalini shallanish usuliga ko'ra hisoblagichlar uch turga bo'linadi: *ketma-ketli*, *parallel* va *ketma-ketli-parallel o'tkazishli*. Bu belgisiga ko'ra hisoblagichlar kirish impulslarini uzatish usuliga ko'ra farqlanadilar.

Ketma-ketli hisoblagichlarda kirish impulslari faqat birinchi trigger kirishiga uzatiladi, *parallel hisoblagichda* esa – bir vaqtning o'zida barcha razryad triggerlarining sinxrokirishlariga uzatiladi.

Ketma-ketli – parallel hisoblagichlar bir nechta parallel ulangan hisoblagichlar o'zaro ketma-ket ulanib hosil qilinadi.

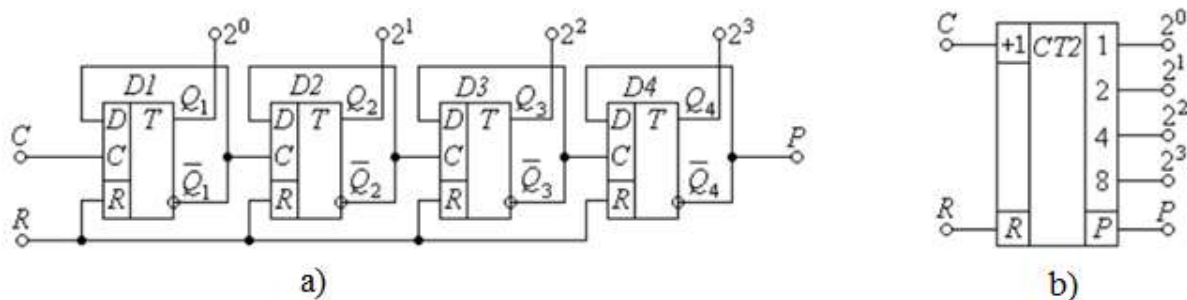
Hisoblagichlarnig asosiy vaqt parametrlari bo'lib ruxsat berish imkoniyati va qayd etish vaqti hisoblanadi. Bu parametrlar hisoblagich tezkorligini belgilaydilar.

Ruxsat berish imkoniyati – bu hisoblagichning ishonchli ish rejimi ta'minlanadigan kirish impulslarining kelib tushish minimal davri.

Ketma-ketli hisoblagichlar

Ketma-ketli hisoblagichlar odatda har biri moduli 2 ga teng ishlaydigan bir nechta triggerlardan tuziladi. Bunda triggerlar shunday ketma-ket ulanadi-ki, p -trigger chiqishi bevosita $p + 1$ trigger kirishiga ulanadi.

Ketma-ketli triggerlar asinxron hisoblagichlar sinfiga kiradi, chunki ulardagi razryadlar holati sinxroimpulsning navbatdagi fronti kelishi bilan ketma-ket o'rnatiladi. Ketma-ketli hisoblagichlar *D*- yoki *JK*-triggerlarda tuziladi.



8.1–rasm. Ketma-ketli jamlovchi hisoblagich: sxemasi (a), shartli belgisi (b)

8.1–rasmda ketma-ketli jamlovchi hisoblagich sxemasi keltirilgan bo'lib, u *D*-triggerlarda yasalgan.

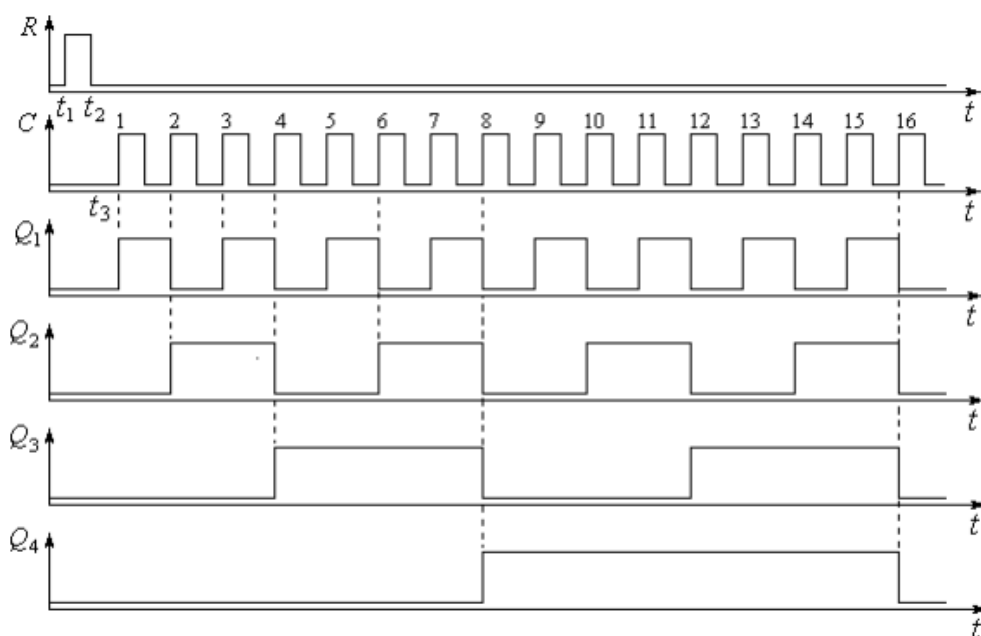
Bu yerda C – sanob kirishi; R – hisoblagichning olib tashlash kirishi; R – hisoblagichning to‘lish chiqishi.

Triggerlarning sanoq uchun ishga tushirilishi D -axborot kirishini shu triggerning invers chiqishiga ulash orqali amalga oshiriladi. Hisoblagich tarkibiga kiruvchi triggerlar, albatta olib tashlash kirish R ga ega bo‘lishlari kerak. Ish boshlashdan avval yoki zarurat tug‘ilganda R kirishga birlik impuls beriladi, natijada barcha triggerlardagi ma’lumotlar olib tashlanadi va R kirishda nolinch sath (daraja) o‘rnatiladi.

Hisoblagich tarkibidagi har bir triggera o‘zining *og‘irlik* koeffitsiyenti bilan xarakterlanadi. Og‘irlik koeffitsiyenti 2^{n-1} ko‘rinishida aniqlanadi, bu yerda n – trigger (razryad)ning tartib raqami.

Demak, birinchi trigger $2^0 = 1$, ikkinchi trigger $2^1 = 2$, uchinchi trigger $2^2 = 4$, to‘rtinchi trigger $2^3 = 8$ va x.z. og‘irlik koeffitsiyentiga ega bo‘ladi.

Birinchi triggerning S kirishi hisoblagiyaning jamlovchi kirishi deb ataladi. Hamlovchi hisoblagichning ishlash tamoyilini ifodalovchi vaqt diagrammalari 8.2-rasmda keltirilgan.



8.2–rasm. To‘rt razryadli jamlovchi hisoblagich ishini izohlovchi vaqt diagrammalari

Jamlovchi hisoblagichda har bir keyingi trigger avvalgi triggerning invers chiqishi Q orqali ishga tushiriladi.

Sxema quyidagicha ishlaydi. Sanoq boshlanishidan avval hisoblagichni olib tashlash, ya'ni barcha triggerlar nol holatiga keltirilishi lozim. Buning uchun R kirishga qisqa davrli ($t_1 - t_2$ momentlar intervali) birlik impuls beriladi. Bunda barcha triggerlardagi ma'lumot o'chiriladi, ya'ni nol o'rnatiladi. Olib tashlash impulsi t_2 tugagach, ya'ni S impulsi berilgach (t_3 moment) hisoblash boshlanadi.

Sanoq impulsining birinchi fronti 1 kelishi bilan D1 birinchi trigger ishga tushadi. Uning Q1 chiqishida 1 o'rnatiladi, Q1 invers chiqishi D2 potentsiali esa 1 dan 01 ga o'zgaradi, ya'ni kesim shakllanadi. Shuning uchun D2 trigger o'zgarmaydi, chunki trigger front kelishi bilan ishga tushadi. Hisoblagichning Q1, Q2, Q3 va Q4 chiqishlarida 0001 soni qayd etiladi.

Sanoq impulsining ikkinchi fronti 2 kelishi bilan D1 birinchi trigger Q chiqishida 1 o'rnatiladi, u o'tkazish impulsi hisoblanadi. Bunda Q1 fronti yordamida D2 ishga tushiriladi. Hisoblagichning Q1, Q2, Q3 va Q4 chiqishlarida 00101 soni qayd etiladi.

Sanoq impulsining uchinchi fronti 3 kelishi bilan D1 birinchi trigger ishga tushiriladi, bunda D2 triggerning birlik holati o'zgarmaydi. Hisoblagich chiqishlarida 0011 qayd etiladi.

Sanoq impulsining to'rtinchi fronti 4 kelishi bilan ikkala D1 va D2 triggerlar nol holatga o'tadi. Bu vaqtda yuzaga keladigan Q2 o'tkazish impulsi D3 triggerni ishga tushiradi. Shunday qilib hisoblagich chiqishlarida 0100 hosil bo'ladi.

Hisoblagich razryadlarining to'lib borishi D1 kirishiga o'n beshinchi S impuls berilganda hisoblagich maksimal 1111 hisobiga yetguncha davom etadi. Bunda barcha triggerlar ishga tushgan bo'ladi. 16-impuls o'z fronti bilan D1 birinchi triggerni nol holatga keltiradi, Q_1 , Q_2 va Q_3 o'tkazish impulslari esa D2, D3 va D4 triggerlarni olib tashlaydi, ya'ni hisoblagichni dastlabki 0000 holatiga keltiradi.

Kirish-dagi impuls-lar soni	Chiqishlar				Chiqish-dagi impuls-lar soni
	Q4	Q3	Q2	Q1	

0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	2
3	0	0	1	1	3
4	0	1	0	0	4
5	0	1	0	1	5
6	0	1	1	0	6
7	0	1	1	1	7
8	1	0	0	0	8
9	1	0	0	1	9
10	1	0	1	0	10
11	1	0	1	1	11
12	1	1	0	0	12
13	1	1	0	1	13
14	1	1	1	0	14
15	1	1	1	1	15
16	0	0	0	0	0

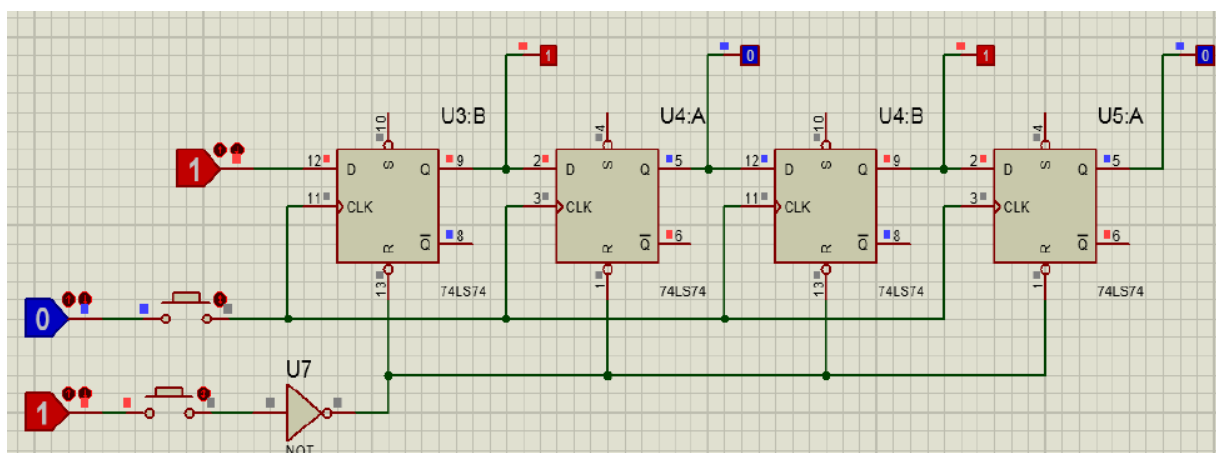
D4 triggerni 0 holatiga qaytarish vaqtida Q4 chiqishda to‘lish impulsi R yuzaga keladi. U o‘rnatishga mo‘ljallangan.

Hisoblagichning jamlovchi kirishiga har bir kirish impulsining kelib tushishi bilan uning mazmuni 1 ga ortadi (jadvalda keltirilgan).

Hisoblash yo‘nalishiga ko‘ra ular ayiruvchi bo‘lishi ham mumkin.

Amaliy qism

Proteus dasturi asosida siljitish registrlarini yig‘ish va ishlash tamoyilini tadqiq etish



Nazorat savollari

1. Siljitish registrlarining vazifasi.

2. *O'ngga siljitish registrlari.*
3. *Chapga siljitish registrlari.*
4. *Parallel registrlar.*

9-laboratoriya ishi

Bir kristalli mikroprosessorlar ishlash tamoyilini tadqiq etish

Ishning maqsadi: Bir kristalli MPlar ishlash tamoyili bilan tanishish.

Nazariy qism

Bir kristalli MPlarning asosiy farqi quyidagilardan iborat:

- bir kristalli MPlar va mikroEHMlarning razryadlari soni aniq belgilangan, seksiyali MPlar asosida quriladigan prosessor razryadlari soni seksiyalarni parallel ulash orqali o'rnatiladi;
- bir kristalli MPrlar va mikroEHMlarning buyruqlar tizimi cheklangan sonli buyruqlarni o'z ichiga oladi, seksiyali MPlarda esa buyruqlar soni prosessorni loyihalovchi tomonidan belgilanadi;
- bir kristalli MPlarning operasion va boshqarish qismlari yagona kristalda joylashgan, seksiyali MPlar asosida esa operasion va boshqarish qismlari bir qator katta integral sxemalarni (markaziy prosessor elementlarini, tez uzatish sxemasini, mikroprogrammali boshqarish blokini, adres registrini, mikrodestur xotirasi, va mikrobuyruq registrini) ma'lum sxema asosida o'zaro bog'lash orqali quriladi.

Amaliy qism

1. Bir kristalli MPlarni ichki tuzilmasini o'rganish.
2. K580VM80A MPi emulyatorining tuzilishini o'rganish.
3. Emulyator yordamida MPni tadqiq etish.
4. Natijalarni yozib olish.

Ishni bajarish tartibi:

Bir kristalli MPlar va mikroHMIlarning ichki tuzilmasi, ishlash tamoyili va buyruqlar tizimi bilan tanishishni 8 razryadli K580VM80A MP misolida ko'rib chiqamiz.

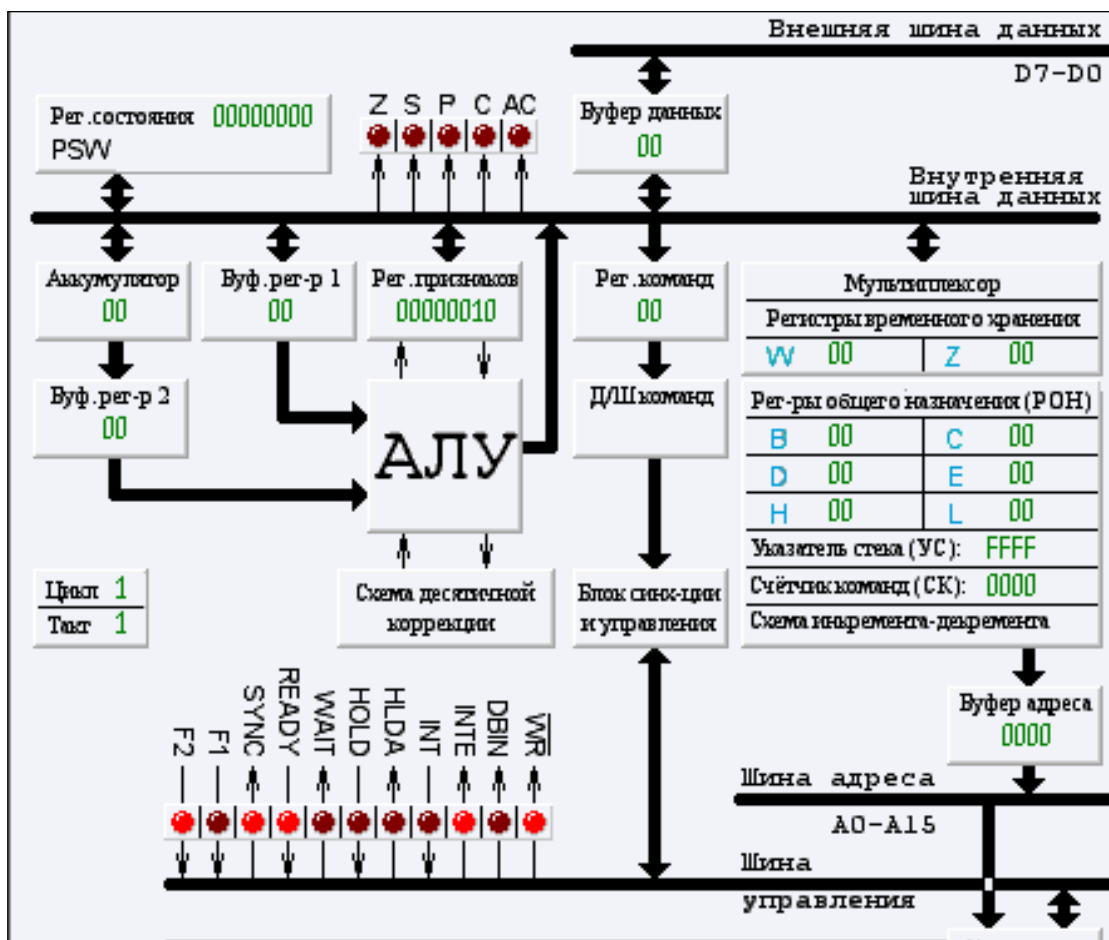
K580VM80A MP quyidagi asosiy qismlardan iborat:

- 8-razryadli arifmetik-mantiqiy qurilma (ALU);
- byelgilar registri RS, buyruqlar bajirilish jarayonida natija belgilari (nolga teng yoki teng emas (Z), musbat yoki manfiy (S), juft yoki toqlik belgisi (P), o'tish razryadi qiymati (S), oraliq o'tish razryadiqiymati (AC))ni o'zida saqlaydi;
- akkumulyator (A);
- axborotni ikkilik koddan ikkilik-o'nlik kodga o'zgartiruvchi o'nlik korreksiya sxemasi (DAA);
- buyruqning operatsiya kodini ifodalovchi birinchi baytini saqlovchi registr (Reg. komand);
- buyruq deshifratori (D/Sh komand);
- dasturni bajarish jarayonida axborotni qabul qiluvchi, vaqtincha saqlovchi va uzatuvchi umumiy foydalanish registrlari (B, C, D, Ye, K, L - 8 razryadli registrlar (ular 16 razryadli BC, DE va KL registrlar juftliklariga birlashishi ham mumkin), stek ko'rsatgichi (US), navbatdagi buyruq adresini saqlovchi buyruqsanagichi (SK));
- dasturchi murojaat qilishi mumkin bo'lmagan, ma'lumotlarni vaqtincha saqlovchi (Buf.reg 1 va 2), Z, W va PSW registrlari;
- ALU va registrlar ishlash uchun boshqarish signallari ketma-ketinligini hosil qiluvchi sinxronlash va boshqarish sxemasi;
- 16 razryadli adresni saqlovchi bufer registri;
- 8 razryadli ma'lumotlarni MPga kiritish/chiqarish buferi;
- akkumulyator, ALU va umumiy foydalanish registrlari orasida ma'lumotlarni ikkiyoqlama yo'nalishda uzatuvchi multipleksor.

Bundan tashqari MP 16 razryadli adres buferi A(15-0) va 8 razryadli ma'lumotlar buferi D(7-0), 4 ta kirish (RESET, READY, INT, KOLD) va 6 ta

chiqish boshqarish signallari (SYNC, DBIN, READY, WAIT, INTE, KLDA) ga ega.

Sinxronlash va boshkarish sxemasi buyruq va operandlarni tanlash, ALUni ishlashini boshqarish, kiritish/chiqarish qurilmalarini sinxronlash va boshqarish, MP ishida kutish rejimini tashkil qilish va xotiraga to'g'ridan-to'g'ri murojaat qilish rejimida MPni tizim shinasidan ajratish vazifalarini bajaradi.



9.1–rasm. K580VM80A bir kristalli MPning ichki tuzilmasi

Bir kristalli MPning tuzilishi va ishlash tamoyili

MP ishlash tamoyilini tushunish uchun unda buyruq bajarilish jarayonini ko'rib chiqamiz:

- Bajarilishi lozim bo'lgan buyruq adresi SKda saqlanadi va shu adres bo'yicha MP xotiradan buyruq kodini birinchi baytini buyruq registriga oladi;

- Buyruq deshifrotori buyruq uzunligini (bir, ikki yoki uch bayt), operandlarni qayerdan olish lozimligini va ular ustida qanday operatsiya bajarish lozimligini aniqlaydi;

- Buyruq deshifrotoridan olingan axborotga mos ravishda sinxronlash va boshqarish sxemasi operandlarni registrlardan yoki xotiradan olishni, buyruq kodiga mos ravishda arifmetik yoki mantiqiy operatsiya bajarilishini, buyruq uzunligiga mos ravishda uning ikkinchi va uchinchi baytlarini (ikki va uch baytli komandalar uchun) xotiradan olishni, hamda boshqarishni navbatdagi buyruqga uzatishni amalga oshiruvchi sinxronlash va boshqarish signallari bilan MPning barcha qurilmalarini ta'minlaydi.

Dasturbuyruqlarining bajarilish tartibini MPning natija belgilari registrida hosil bo'lgan C (Carry)- o'tish razryadi, S (Signum) – natijaning ishora razryadi, Z (Zero) – natijaning nolga teng yoki teng emasligi belgisi, P (Parity) – natijadagi birlar sonining juftligi belgisi, hamda AC (Auxiliary Carry) – oraliq (natija baytida kichik to'rtlikdan katta to'rtlikka) o'tish razryadi holati belgilaydi.

Quyidagi shartlar bajarilganda natijaning belgilarini ko'rsatuvchi triggerlar xolati o'zgaradi:

- Akummulyatoridagi ma'lumot chapga yoki o'ngga "S" o'tish razryadi ishtirokida surilganda, qo'shish operatsiyasi bajarilganda va ayirish operatsiyasida eng katta razryaddan qarz olinganda;

- Natija nolga teng bo'lganda "Z" trigger "1" qiymatni oladi, aks holda "0" qiymatini oladi;

- Natijadagi "1" lar soni juft bo'lganda "R" triggeri "1" qiymatni oladi;

- Natija manfiy bo'lsa (akummulyatorning katta razryadi birga teng bo'lsa), "S" trigger "1" xolatiga o'tadi;

- Natijaning kichik to'rtligidan katta to'rtligiga o'tish razryadi bo'lsa, "AS" triggeri "1" xolatiga o'tadi.

Dasturda tarmoqlanishlar hosil qilish uchun yuqoridagi triggerlar holatini hisobga olgan holda boshqarishni uzatish uchun MPning buyruqlar tizimida bir qator komandalar nazarda tutilgan.

Nazorat savollari

1. Bir kristalli MPva mikroEHMning seksiyali MPLardan farqi nimadan iborat?
2. MPning asosiy qurilmalarini sanab o‘ting.
3. MPning registrlari vazifasini tushuntirib bering.
4. MPning ishlash tamoyilini tushuntirib bering.

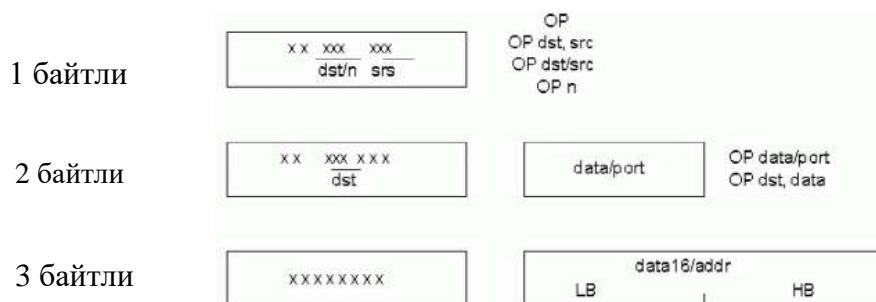
10-laboratoriya ishi

KR580VM80 mikroprosessorining emulyatorida oddiy dasturlarni kiritish va bajarish

Ishning maqsadi: KR580VM80A MPning buyruqlar tizimi bilan tanishish, ular asosida oddiy dasturlar tuzish, dasturni xotiraga kiritish va bajarish.

Nazariy qism

K580 VM80A MPibuyruqlar tizimi 78 turdagi buyruqlardan iborat bo‘lib, vazifasiga ko‘ra ularning uzunligi bir, ikki yoki uch baytni tashkil etishi mumkin (10.1-rasm). Dastursanagichihar doim buyruqning birinchi bayti adresini o‘zida saqlaydi. Ikki baytli buyruqlarda ikkinchi bayt 8 razryadli ma’lumotni yoki kirish/chikish interfeysining porti adresini, uch baytli buyruqlarda esa ikkinchi va uchinchi bayt 16 razryadli ma’lumotni yoki xotira yacheykasining adresini ko‘rsatishi mumkin (ma’lumotlar va adreslar 16-lik sanoq tizimida yoziladi).



10.1–rasm. KR580VM80A MPining buyruqlari formati

Bu yerda: OR (Operation) –operasiya kodi; data16 - 16-razryadli ma'lumot; dst (Destination) – qabul qiluvchi; addr (Address) – 16 razryadli adres; src (Source) – uzatuvchi; LB (Low Byte) – kichikbayt; n = 0.7; HB (High Byte) – kattabayt.

Buyruqlarga misollar:

- bir baytli buyruqdalar: MOV A, B; LDAX B; RST 7; RAL;
- ikki baytli buyruqlar: MVI M, 85; SUI 8E; IN 21; OUT 3A;
- uch baytli buyruqlar: LDA 1234; LXI B; 45AE; CALL A34C; JC 800.

Buyruqlar tizimini 5 guruhbuyruqlariga ajratish mumkin:

- ma'lumotlarni uzatish buyruqlari (14 ta buyruq);
- mantiqiy buyruqlar (15 ta buyruq);
- arifmetik buyruqlar (14 ta buyruq);
- boshkarishni uzatish buyruqlari (28 ta buyruq);
- boshkarish buyruqlari (7 ta buyruq).

ADD, ADC, ADI, ACI, DAD	Qo'shish
SUB, SBB, SUI, SBI	Ayirish
INR, INX	Inkrement (bittaga oshirish)
DCR, DCX	Dekrement (bittaga kamaytirish)
DAA	O'nlik korreksiya
JMP	Shartsiz o'tish
CALL	Dasturostini chaqirish
RET	Dasturostidan qaytish
JS	Shartli o'tish
CS	Shart bo'yicha dasturostini chaqirish
RC	Dasturostidan shartli qaytish

Ushbu buyruqlar asosida tuzilgan dastur 16-lik sanoq tizimidagi kodlarga o'tkazilib, MPLi hisoblash yoki boshqarish tizimi xotirasining mos adreslariga joylashtirilganidan so'ng bajarilishi mumkin. Buyruqlarni 16-lik sanoq tizimiga o'tkazish uchun quyidagi jadvaldan foydalaniladi:

Buyruq joylashgan katakchanning avval qatorining raqami soʻngra ustunining raqami olinadi va ikkita 16-lik sanoq tizimining raqamlaridan iborat buyruq kodi hosil qilinadi. Oʻz ichiga 16 razryadli adres yoki 16 razryadli maʼlumotni olgan buyruq MPlI tizim xotirasiga quyidagi tartibda joylashtiriladi: 1 – bayt buyruq kodi, 2 – bayt adres yoki maʼlumotning kichik bayti, 3 – bayt adres yoki maʼlumotning katta bayti.

- d8 - 8 razryadli maʼlumot;
- d16 - 16 razryadli maʼlumot;
- adr - 16 razryadli adres;
- R - 8 razryadli registr (B, C, D, E, H, L, hamda adresi HL juftlikda koʻrsatilgan xotira yacheykasi – M);
- 2R - registr juftliklari (V, D, H, ayrim xollarda SP, PC);
- port - interfeys portining adresi (8 razryadli).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NOP	LXI B,d16	STAX B	INX B	INR B	DCR B	MVI B,d8	RLC		LDA B	LDAX B	DCX B	INR C	DCR C	MVI C,d8	RRC
1		LXI D,d16	STAX D	INX D	INR D	DCR D	MVI D,d8	RAL		LDA D	LDAX D	DCX D	INR E	DCR E	MVI E,d8	RAR
2		LXI H,d16	SHLD adr	INX H	INR H	DCR H	MVI H,d8	DAA		LDA H	LHLD adr	DCX H	INR L	DCR L	MVI L,d8	CMA
3		LXI SP,d16	STA adr	INX SP	INR M	DCR M	MVI M,d8	STC		LDA SP	LDA adr	DCX SP	INR A	DCR A	MVI A,d8	CMC
4	MOV B,B	MOV B,C	MOV B,D	MOV B,E	MOV B,H	MOV B,L	MOV B,M	MOV B,A	MOV C,B	MOV C,C	MOV C,D	MOV C,E	MOV C,H	MOV C,L	MOV C,M	MOV C,A
5	MOV D,B	MOV D,C	MOV D,D	MOV D,E	MOV D,H	MOV D,L	MOV D,M	MOV D,A	MOV E,B	MOV E,C	MOV E,D	MOV E,E	MOV E,H	MOV E,L	MOV E,M	MOV E,A
6	MOV H,B	MOV H,C	MOV H,D	MOV H,E	MOV H,H	MOV H,L	MOV H,M	MOV H,A	MOV L,B	MOV L,C	MOV L,D	MOV L,E	MOV L,H	MOV L,L	MOV L,M	MOV L,A
7	MOV M,B	MOV M,C	MOV M,D	MOV M,E	MOV M,H	MOV M,L	HLT	MOV M,A	MOV A,B	MOV A,C	MOV A,D	MOV A,E	MOV A,H	MOV A,L	MOV A,M	MOV A,A
8	ADD B	ADD C	ADD D	ADD E	ADD H	ADD L	ADD M	ADD A	ADC B	ADC C	ADC D	ADC E	ADC H	ADC L	ADC M	ADC A
9	SUB B	SUB C	SUB D	SUB E	SUB H	SUB L	SUB M	SUB A	SBB B	SBB C	SBB D	SBB E	SBB H	SBB L	SBB M	SBB A
A	ANA B	ANA C	ANA D	ANA E	ANA H	ANA L	ANA M	ANA A	XRA B	XRA C	XRA D	XRA E	XRA H	XRA L	XRA M	XRA A
B	ORA B	ORA C	ORA D	ORA E	ORA H	ORA L	ORA M	ORA A	CMP B	CMP C	CMP D	CMP E	CMP H	CMP L	CMP M	CMP A
C	RNZ	POP B	JNZ adr	JMP adr	CNZ adr	PUSH B	ADI d8	RST 0	RZ	RET	JZ adr		CZ adr	CALL adr	ACI d8	RST 1
D	RNC	POP D	INC adr	OUT N	CNC adr	PUSH D	SUI d8	RST 2	RC		JC adr	IN N	CC adr		SBI d8	RST 3
E	RPO	POP H	JPO adr	XTHL	CPO adr	PUSH H	ANI d8	RST 4	RPE	PCHL	JPE adr	XCHG	CPE adr		XRI d8	RST 5
F	RP	POP PSW	JP adr	DI	CP adr	PUSH PSW	ORI d8	RST 6	RM	SPhiL	JM adr	EI	CMP H		CPI d8	RST 7

Nazorat savollari

1. *Bir kristalli KP580VM80A MPi nechta buyruqdan iborat va ular qanday guruhlarga birlashtirilgan?*
2. *Ma'lumotlarni uzatish buyruqlarini sanabo'ling va ishlashini tushuntiring.*
3. *Arifmetik va mantiqiy buyruqlar vazifalarini tushuntirib bering.*
4. *Boshqaruvni uzatish buyruqlarini ishlash tamoyilini tushuntirib bering.*
5. *Dastur osti bilan ishlash buyruqlari vazifalarini tushuntirib bering.*
6. *Boshqarish buyruqlari qachon va nima uchun ishlatiladi?*

11- laboratoriya ishi

Matnli xabarlarini emulyator monitorida yoritish jarayonini tadqiq etish

Ishning maqsadi: Emulyator monitorining tuzilishi bilan tanishish va unda matnli xabarlarini yoritish.

Nazariy qism

MP ichki tuzilmasi tagida joylashgan monitor piktogrammasi(kompyuter ekrani belgisi) ustiga sichqoncha ko'rsatkichini olib boring va chap uning chap tugmasini bosing. 3.1-rasmda ko'rsatilgan virtual monitor paydo bo'ladi.Uning pastki qismida tugmalar mavjud bo'lib, chapdagisi (1) monitoring qisqa va to'liq variantda tasvirlanishini ta'minlaydi. O'ngdagi tugma (2) esa virtual monitorni yopish uchun xizmat qiladi.

To'liq variant quyidagi elementlardan iborat:

- 1- asosiy ekran, matn va grafik ma'lumotlar unda tasvirlanadi;
- 2- monitorni boshqa tasvirlarga nisbatan oldingi tasvir holatida ko'rinishini ta'minlaydi;
- 3- videobuferda joylashgan adreslar va ularda saqlanayotgan 2 ta 16 lik raqamdan iborat kodlarni tasvirlash uchun xizmat qiladi. Har bir qatorda bitta adres va 16 bayt ma'lumot joylashadi. Videobuferga MP akkummulyatoridaga kodni

“OUT 00”buyrug‘i yordamida jo‘natiladi (00h – videobuferning 16lik sanoq tizimidagi adresi);

4- Windows Bitmap (bmp) formatida asosiy ekrandagi tasvirni saqlash uchun mo‘ljallangan;

5- Virtual videobufer (00h)dagi ma’lumotlarni o‘chirish uchun mo‘ljallangan.

Virtual monitorda matn yoki grafik tasvirni yoritish mumkin:

- 128 xil kod bilan berilgan rangda, 20 qatorda 39 tadan simvolni yoritish mumkin;

- 128 xil kod bilan berilgan rangda 256x256 piksel (yoritiladigan nuqtalarning qatorlari va ustunlari soni) sifatida grafik tasvirlarni yoritish mumkin;

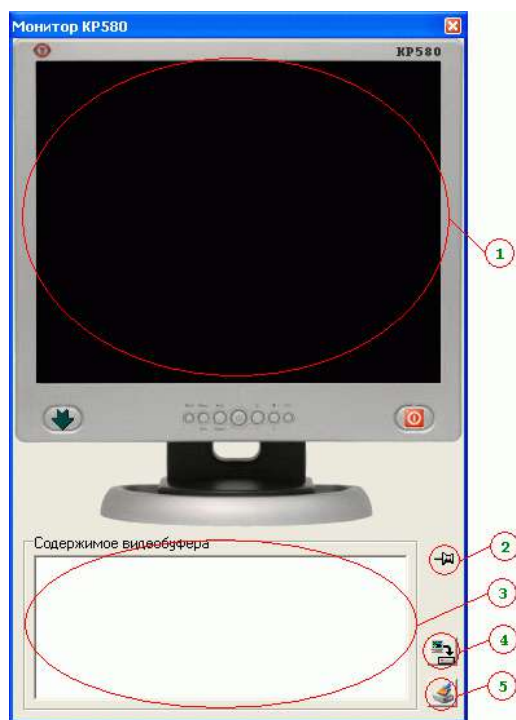
- monitorda bir vaqtning o‘zida matn va grafik tasvirlar yoritilishi ta’minlangan.

Buyruqlar 00h adresli portga baytma-bayt jo‘natiladi. Matnning har bir simvolini yoritish uchun 2 bayt ma’lumot port 00h ga jo‘natiladi.

1- bayt monitorda matn yoki grafik tasvir rejimini hamda tasvirning rangini belgilaydi:



(a)



(b)

11.1–rasm. «Monitor KR580»:

a) qisqartirilgan variant;

b) to‘liq variant.

Uning katta razryadi “0” bo’lsa - monitor tekst rejimiga o’rnatiladi, “1” bo’lsa monitor - grafik rejimiga o’rnatiladi, qolgan 7 razryad tasvirning rangini belgilaydi. Matn rejimida 2-bayt OEM/DOS kodlar jadvaliga asosan simvolning nomerini belgilaydi

Masalan: 1-bayt 0111 1111 – oq rangda matn rejimi (“7F” – 16lik kod),

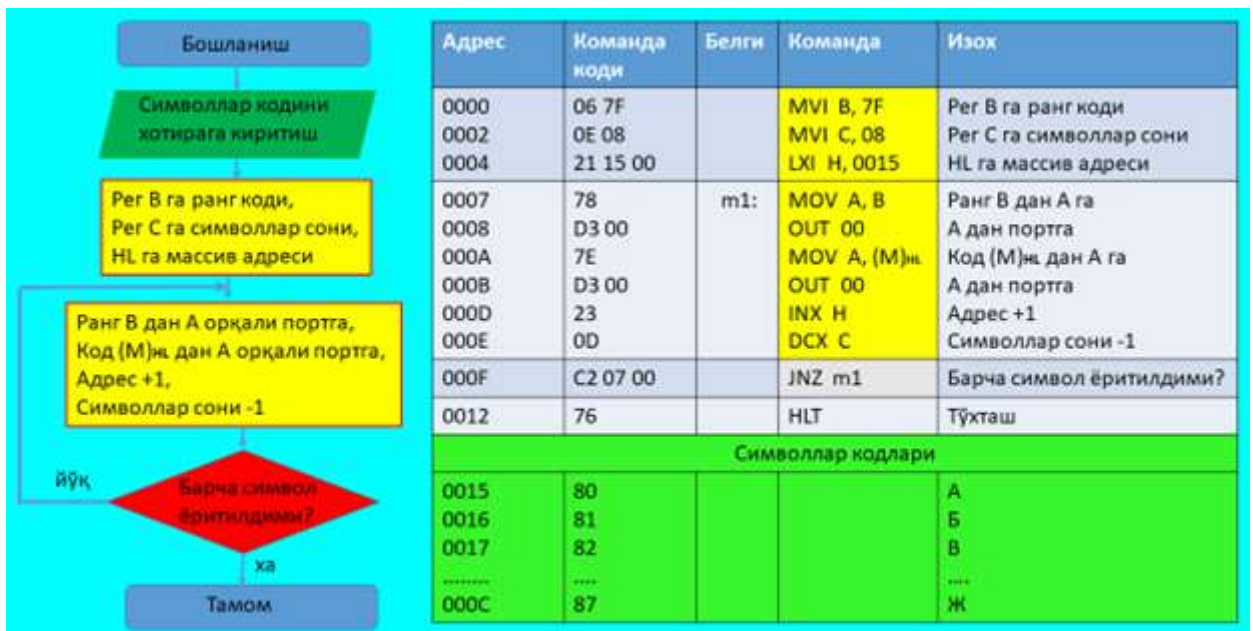
2-bayt 0100 0001 – “A” simvolining OEM/DOS bo’yicha nomeri (“41” – 16lik kod).

.....

1-bayt 0000 0000 - qora rangda matn rejimi (00)

2-bayt 1010 0000 - “a” simvolining OEM/DOS bo’yicha nomeri (A0).

(7F – oq ,.... , 60 – havo rang, ..., 40 – yashil, ..., 00 – qora (matn rejimi uchun ranglar kodi)).



11.2–rasm. Matnli axborotni monitorда yoritish algoritmi va dasturi

Nazorat savollari

1. Virtual monitorда matn tasvirini hosil qilish rejimi kanday o’rnatiladi?
2. Matn rangini tanlash kodi qanday xisoblanadi?
3. Virtual monitor tugmalarining vazifalarini tushuntirib bering.
4. Matn simvolining kodi qanday aniqlanadi?

12- laboratoriya ishi

Grafik tasvirlarni emulyator monitorida yoritish jarayonini tadqiq etish

Ishning maqsadi: Emulyator monitorining tuzilishi bilan tanishish va unda grafik tasvirlarni hosil qilish.

Nazariy qism

MP ichki tuzilmasi tagida joylashgan monitor piktogrammasi(kompyuter ekрани belgisi) ustiga sichqoncha ko'rsatkichini olib boring va chap uning chap tugmasini bosing. 12.1-rasmda ko'rsatilgan virtual monitor paydo bo'ladi.Uning pastki qismida tugmalar mavjud bo'lib, chapdagisi (1) monitorning qisqa va to'liq variantda tasvirlanishini ta'minlaydi. O'ngdagi tugmka (2) esa virtual monitorni yopish uchun xizmat qiladi.

To'liq variant quyidagi elementlardan iborat:

- 1- asosiy ekran, matn va grafik ma'lumotlar unda tasvirlanadi;
 - 2- monitorni boshqa tasvirlarga nisbatan oldingi tasvir holatida ko'rinishini ta'minlaydi;
 - 3- vidyeobuferda joylashgan adreslar va ularda saqlanayotgan 2 ta 16 lik raqamdan iborat kodlarni tasvirlash uchun xizmat qiladi. Har bir qatorda bitta adres va 16 bayt ma'lumot joylashadi. Videobuferga MP akkummulyatoridaga kodni "OUT 00"buyrug'i yordamida jo'natiladi (00h – videobuferning 16lik sanoq tizimidagi adresi);
 - 4- Windows Bitmap (bmp) formatida asosiy ekrandagi tasvirni saqlash uchun mo'ljallangan;
 - 5- Virtual videobufer (00h)dagi ma'lumotlarni o'chirish uchun mo'ljallangan.
- Virtual monitorida matn yoki grafik tasvirni yoritish mumkin:
- 128 xil kod bilan berilgan rangda, 20 qatorda 39 tadan simvolni yoritish mumkin;
 - 128 xil kod bilan berilgan rangda 256x256 piksel (yoritiladigan nuqtalarning qatorlari va ustunlari soni) sifatida grafik tasvirlarni yoritish mumkin;

- monitorda bir vaqtning o'zida matn va grafik tasvirlar yoritilishi ta'minlangan.

Buyruqlar 00h adresli portga baytma-bayt jo'natiladi. Grafik tasvirning har bir nuqtasi (pikseli)ni yoritish uchun 3 bayt ma'lumot port 00h ga jo'natiladi.

1- bayt monitorda matn yoki grafik tasvir rejimini hamda tasvirning rangini belgilaydi:

Uning katta razryadi "0" bo'lsa - monitor tekst rejimiga o'rnatiladi, "1" bo'lsa monitor - grafik rejimiga o'rnatiladi, qolgan 7 razryad tasvirning rangini belgilaydi.

Grafik rejimda 2- va 3- baytlar mos ravishda monitorning yoritiladigan nuqtasi uchun "X" va "Y" koordinatalarini belgilaydi, hamda 00 dan FF gacha qiymatlarni qabul qilishi mumkin.

Masalan: 1-bayt 1111 1111 – oq rangda grafik rejimi ("FF" – 16lik kod)

2-bayt 1001 0101 – monitorning "X" koordinatasi ("95" – 16lik kod)

3-bayt 0010 1101 – monitorning "Y" koordinatasi ("2D" – 16lik kod).

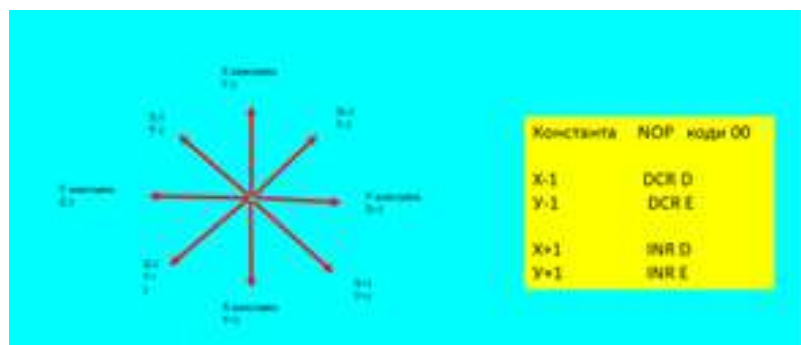
.....

1-bayt 1000 0000 - qora rangda grafik rejimi (80)

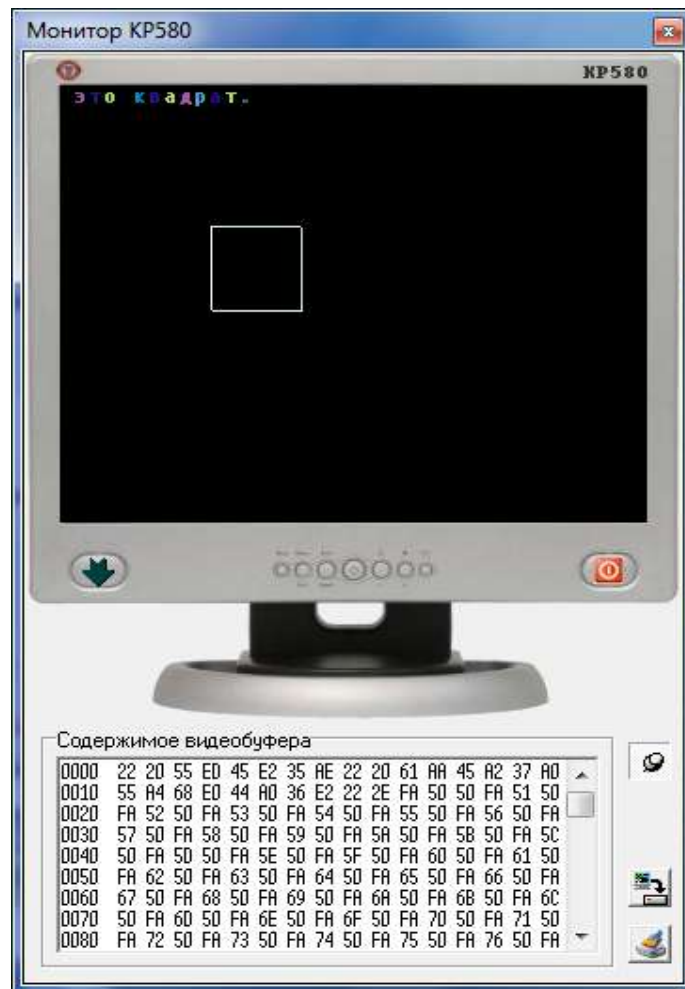
2-bayt 1011 0001 – monitorning "X" koordinatasi ("V1" – 16lik kod)

3-bayt 0110 1100 – monitorning "Y" koordinatasi ("6S" – 16lik kod).

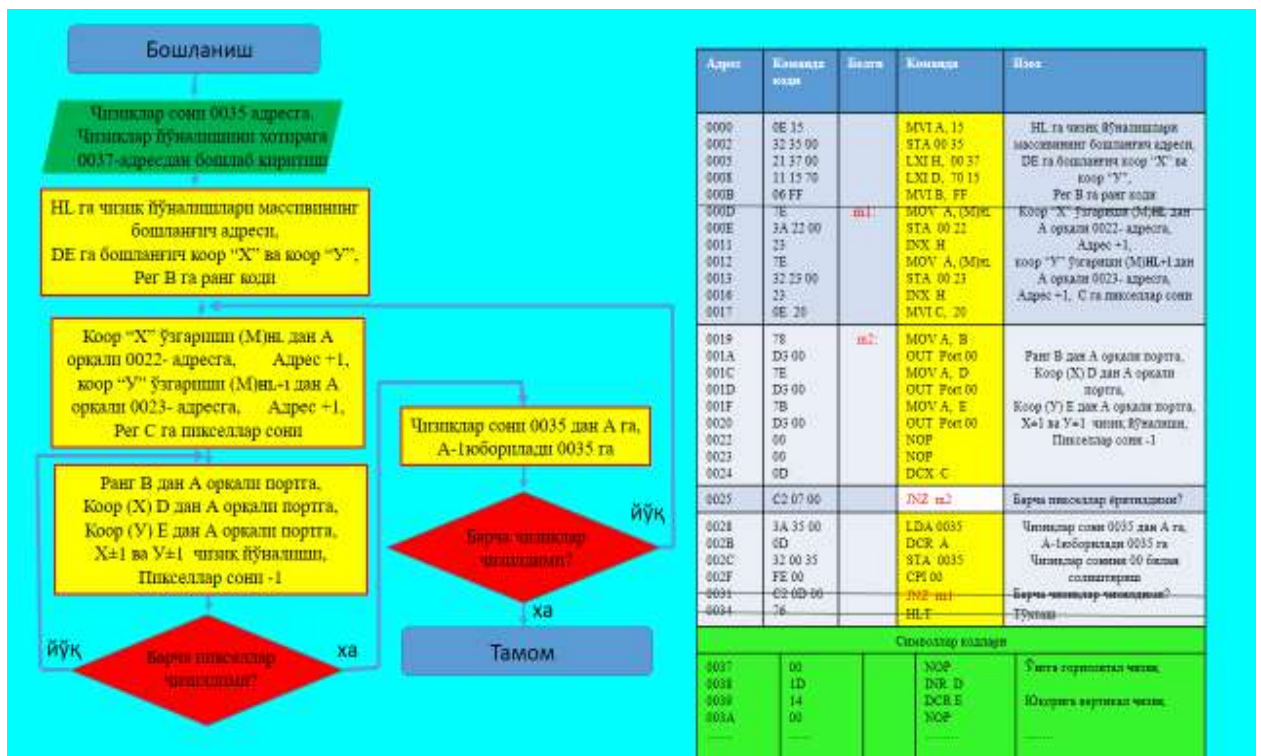
(FF – oq ,.... , E0 – havo rang, ..., A0 – yashil, ..., 80 – qora (grafik rejimi uchun ranglar kodi)).



12.1–rasm. Grafik rejimda axborotni monitorda yoritish jarayonida koordinatalar o.qlari qiymatlarining ozgarishi orqali chiziqlar yo'nalishini aniqlash.



12.2–rasm. Virtual monitor



12.3–rasm. Grafik rejimda axborotni monitorida yoritish algoritmi va dasturi

Nazorat savollari

1. *Virtual monitor da grafik tasvirni hosil qilish rejimi qanday o'rnatiladi?*
2. *Grafik tasvir rangini tanlash kodi qanday hisoblanadi?*
3. *Virtual monitor knopkalarining vazifalarini tushuntirib bering.*
4. *Grafik tasvir nuqtalarining koordinatalari qanday beriladi?*

XULOSA

Sxematexnika va mikroprosessorli tizimlarning rivojlanishi natijasida raqamli elektronika an'anaviy analog qurilmalar o'rnini to'liq egallamoqda. Bu jarayon mexatronika va robototexnika sohasiga o'z ta'sirini o'tkazmoqda.

Mazkur darslik kirish, 9 bob, xulosa, glossariy, adabiyotlar ro'yxatidan tashkil topgan. Unda elektron sxemalarning elementlari va qurilmalari, ularning o'zaro ulanishi, tasniflari va asosiy parametrlari, integral mikrosxemalar, operasion kuchaytirgichlar va ular asosidagi analog qurilmalar, mantiqiy algebra asoslari, mantiqiy funksiyalar va elementlar, ular asosidagi kombinasion va ketma-ketli qurilmalar, generatorlar va o'zgarirgichlar, mikroprosessorlar, ularning sinflanishi, tarkibiy qismlari va ishlash tamoyillari, mikroprosessorlarni dasturlash tili – Mikroassemblerning buyruqlar tizimi, mikroprosessorli boshqarish tizimlarini loyihalash asoslari, zamonaviy mikrokontrollerlar, ularning tarkibiy qismlari, qo'llanish sohalari va rivojlanish tendensiyalari ko'rib chiqilgan. Har bir bob nazorat savollari bilan yakunlangan bo'lib, ular nazariy bilimlar va amaliy ko'nikmalarni o'zlashtirishni osonlashtiradi.

GLOSSARIY

(darslikda uchraydigan asosiy tushunchalarning o‘zbek va ingliz tillaridagi sharhi)

Atamaning o‘zbek va ingliz tilida nomlanishi	Atamaning o‘zbek tilidagi izohi	Atamaning ingliz tilidagi izohi
<i>Avtotransformator, Autotransformer</i>	Transformatorning bir turi bo‘lib, unda birlamchi va ikkilamchi o‘ramlar bevosita ulangan, shuning hisobiga faqat elektromagnit emas, yana elektr aloqaga ham ega bo‘ladi. Avtotransformator o‘rami bir necha (odatda uchta) chiqishga ega bo‘lib, ularga turlicha ulanib, turli kuchlanish qiymatlarini olish mumkin.	Autotransformer - version of the transformer in which the primary and secondary windings are connected directly, and are at the expense of not only the magnetic coupling, but also electricity. The winding of the autotransformer has a number of conclusions (at least 3), being connected to that, you can receive different voltages.
<i>Aktiv rejim, active mode</i>	Bipolyar tranzistor emitter o‘tishining to‘g‘ri va kollektor o‘tishining teskari siljishiga mos keluvchi ulash rejimi.	Bipolar transistor mode, where the emitter junction is forward biased and the collector junction is reverse biased.
<i>Baza sohasi, Base area</i>	Yarimo‘tkazgich asbob sohasi bo‘lib, unga shu soha uchun noasosiy bo‘lgan zaryad tashuvchilar injeksiya qilinadi.	This is an area of the semiconductor device, where the injected minority carriers.
<i>Berk rejim, Cut-off mode</i>	Bipolyar tranzistor emitter tokining nol qiymatiga mos keluvchi ulash rejimi.	This switching mode bipolar transistor where the emitter current is zero.
<i>Bipolyar tranzistor, Bipolar transistor</i>	O‘zaro ta’sirlashuvchi ikkita $p-n$ o‘tishdan takshkil topgan va elektr tokini, kuchlanishini yoki quvvatini kuchaytiruvchi uch elektrodli yarimo‘tkazgich asbob.	Electronic three-electrode semiconductor device with two closely spaced interacting $p-n$ junctions, designed to enhance the electrical current fluctuations, voltage or power.
<i>Varikap, Variable-capacitance diode</i>	Yarimo‘tkazgich diodning bir turi bo‘lib, unda teskari kuchlanish yordamida sig‘imni boshqarish mumkin.	Type of semiconductor diode, where you can manage capacity by reverse voltage.
<i>Volt-amper xarakteristika Current-voltage characteristic</i>	$p-n$ o‘tish orqali oqayotgan tokning unga berilayotgan kuchlanishga bog‘liqligi.	The dependence of the current through the $p-n$ junction on the voltage applied to it.

<i>Gibrid integral sxema, , Hybrid integrated circuit</i>	Umumiy dielektrik asosda joylashgan pardali passiv va diskret aktiv elementlar kombinatsiyasidan iborat mikrosxema.	This chip, which is a combination of passive film elements and discrete active elements located on a common dielectric substrate.
<i>Dinistor, Dynistor</i>	Uchta <i>p-n</i> o'tishga ega diodga o'xshash ikki elektrodli asbob.	Two-electrode type diode device having three <i>p-n</i> junction.
<i>Drossel, Choke</i>	Byerk magnit o'tkazgichlarga o'ralgan induktiv g'altak.	A coil, whose properties depend on whether the frequency of the electrical current needed to "reduce", "delay" - high or low.
<i>Yorug'lik diodi, Light-emitting diode</i>	Bitta <i>p-n</i> o'tishga ega bo'lgan, elektr energiyani nokogerent yorug'lik nuri-ga o'zgartiruvchi yarim-o'tkazgich nurlanuvchi elektron asbob.	Emitting semiconductor device one <i>p-n</i> junction which converts electrical energy into radiation is incoherent light.
<i>Zatvor, Gate</i>	Tok qiymatini boshqaruvchi ko'ndalang elektr maydon hosil qilinadigan elektrod.	The electrode of the FET, where the transverse electric field is generated, which controls the current.
<i>Zatvori izolyasiyalangan maydoniy tranzistor, Insulated gate field-effect transistor</i>	MDYA tuzilmali maydoniy tranzistorda kanal boshqaruvchi metall elektrodi o'tkazilgan dielektrikka yondosh yarimo'tkazgich qatlamida hosil bo'ladi.	This kind of field effect transistor where a channel is formed on the surface of the semiconductor material, which is located on the dielectric.
<i>Invers rejim, Inverse mode</i>	Bipolyar tranzistor emitter o'tishining teskari va kollektor o'tishining to'g'ri siljishiga mos keluvchi ulash rejimi.	Bipolar transistor mode, where the emitter junction is reverse biased and the collector junction is forward biased.
<i>Invertor, Inverter</i>	O'zgarmas tok energiyasini o'zgaruvchan tok energiyasiga aylatiruvchi o'zgartirgich.	A device for converting direct current into an alternating voltage with a change in value.
<i>Istok, Source</i>	Maydoniy tranzistorning shunday elektrodiki, u orqali zaryad tashuvchilar kanalga oqib kiradi.	The electrode of the FET, whereby charge carriers arrive into the channel.
<i>Kollektor soha, Collector region</i>	Yarimo'tkazgich asbobning zaryad tashuvchilarni baza sohasidan ekstraksiya	This is an area of the semiconductor device, which is used for extraction

	qilish uchun xizmat qiladigan sohasi.	of charge carriers from the base region.
<i>Kollektor o'tish, Collector junction</i>	Baza va kollektor sohalari orasidagi elektr o'tish.	This electric transition between the base and collector.
<i>Konvertor, Converter</i>	Bir kuchlanishli o'zgaras tok energiyasini boshqa kuchlanishli tok energiyasiga aylantiruvchi o'zgartirgich.	This electrical device that converts the energy of some parameters or indicators of quality in electricity with other parameter values or quality parameters.
<i>Kuchlanish transformatori Voltage transformer</i>	Birlamchi o'ramdagi yuqori kuchlanish qiymatini boshqa qurilmalarga mos kichik kuchlanish qiymatlariga aylantiradi.	It is used in measuring circuits, converting the high voltage generators of transmission lines is convenient for measuring low voltage.
<i>Kuchlanish stabilizatori, Voltage regulator</i>	Ta'minot kuchlanishi, tarmoq chastotasi, atrof-muhit temperaturasi va boshqalar o'zgaranda yuklamadagi kuchlanishni qiymat bo'yicha o'zgaras ushlab turuvchi qurilma.	This device is designed to stabilize the voltage when it is severe deviation from the nominal value.
<i>Maydoniy tranzistor, Field-effect transistor</i>	Kanaldan oqadigan tok boshqaruvchi va kirish elektrodlari orasidagi kuchlanish ta'sirida hosil bo'ladigan ko'ndalang elektr maydoni yordamida boshqariladigan tranzistor.	This transistor output current and voltage upravletsya using the transverse electric field generated between the input electrodes.
<i>Mantiqiy element, Logic elements</i>	Kirish signallari ustida aniq bir mantiqiy amal bajaradigan elektron qurilma.	An electronic device that performs a specific logical operation on the input signals.
<i>MDYA-tuzilma, Mosfets</i>	Metall-dielektrik-yarimo'tkazgich ketma-ketligidan iborat tuzilma.	It has consistently placed a metal-insulator-semiconductor structure
<i>Metallash, Metallization</i>	Kristall yoki asos sirtida metall pardalar hosil qilish jarayoni.	The process of creating the metal film on the crystal surface or substrate.
<i>Pardali integral sxema, Film integrated circuit</i>	Elementlari dielektrik asos sirtida parda ko'rinishida hosil qilingan mikro-sxemalar.	This chip, which elements are in the form of films deposited on the surface of the dielectric substrate

<i>Silliqlovchi filtr, Smoothing filter</i>	To'g'rilagich chiqishdagi tok va kuchlanish qiymatini pulslanishini bartaraf etish uchun qo'llaniladi.	Apparatus for smoothing the ripple AC after straightening.
<i>Simistor, Triac</i>	Bu simmetrik tiristor bo'lib, o'zgaruvchan tokni kommutasiyalashga xizmat qiladi.	This symmetrical thyristor, designed for switching in AC circuits.
<i>Stabilitron, Zener diode</i>	Kuchlanish qiymatini barqaror saqlab turuvchi yarimo'tkazgich asbob.	The semiconductor diode operating at reverse bias in the break mode.
<i>Stabistor, Stabistorov</i>	Kichik kuchlanishlarni stabilizasiyalash uchun qo'llaniladi va u ishlaganda to'g'ri yo'nalishda siljiriladi.	A semiconductor diode, which is used to stabilize the voltage direct branch of the current-voltage characteristics.
<i>Stok, Runnel</i>	Maydoniy tranzistorning shunday elektrodiki, u orqali zaryad tashuvchilar kanaldan oqib chiqadi.	The electrode of the FET, whereby carriers flow from the channel.
<i>Tiristor, Thyristor</i>	VAXida manfiy differensial qarshilik mavjud bo'lgan, uch va undan ortiq <i>p-n</i> o'tishlarga ega ko'p qatlamli yarimo'tkazgich asbob.	This semiconductor device is bistable, having three or more interacting rectifying junction.
<i>Transformator, Transformer</i>	Bir kattalikdagi o'zgaruvchan tok energiyasini boshqa kattalikdagi o'zgaruvchan tok energiyasiga o'zgartirib beruvchi statik elektromagnit qurilma.	This static electromagnetic device for converting a single alternating current (voltage) to another without changing the frequency.
<i>To'g'rilagich, Rectifier</i>	O'zgaruvchan kuchlanishni o'zgarmasga o'zgartiruvchi elektron qurilma.	The electronic device to convert AC to DC.
<i>O'zgartirgich, Converter</i>	Bir nominaldagi o'zgaruvchan yoki o'zgarmas kuchlanishni ikkinchi nominaldagi o'zgaruvchan yoki o'zgarmas kuchlanishga o'zgartiruvchi qurilma.	This electrical device that converts the energy of some parameters or indicators of quality in electricity with other parameter values or quality parameters.
<i>Emitter sohasi, Emitter region</i>	Yarimo'tkazgich asbobning zaryad tashuvchilarni baza sohasiga injeksiya	This region of the semiconductor device that serves to inject charge carriers into the base region.

	qilish uchun xizmat qiladigan sohasi.	
<i>Emitter o'tish, Emitter junction</i>	Emitter va baza sohalari orasidagi elektr o'tish.	This electric transition between the base and emitter.
<i>EYUK, EMF</i>	Elektr yurituvchi kuch.	Electromotive force.
<i>Yarimo'tkazgich diod, Semiconductor diode</i>	Bir (yoki bir necha) elektr o'tishlarga ega ikki elektrodli elektron asbob	Two-electrode electronic device that contains one (or more) power transitions.
<i>Yarimo'tkazgich stabilitron, Zener diode</i>	Sxemalarda kuchlanish qiymatini barqaror (stabil) saqlab turishdan iborat yarimo'tkazgich asbob	This semiconductor diodes, the principle of which is based on the electrical breakdown and intended to stabilize the voltage.
<i>Yarimo'tkazgichli integral sxema, The semiconductor integrated circuit</i>	Elementlari yarimo'tkazgich asosning sirtiga yaqin qatlamda hosil qilingan mikrosxemalar.	This chip, which elements are in the surface layer of the semiconductor substrate.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон “2022 - 2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида” ги Фармони.
2. Digital Design and Computer Architecture, by David Harris, Sarah Harris. 2013. ISBN-13: 978-0123944245.
3. Улжаев Э., Убайдулаев У.М. Автоматик бошқаришда микропроцессорли тизимлар ва системалар. Тажриба ишларини бажариш учун методик қўлланмалар (рус ва ўзбек тилларида). –Т.: ТДТУ, 2010. 56 б.
4. Улжаев Э. Микропроцессорлар ва микроЭХМ асослари. Ўқув қўлланма. –Т.:ТДТУ, 2012.
5. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника. –М.:КНОРУС, 2018. 798 с.
6. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL. –М.: «ДОДЭКА-XXI», 2005. 560 с.
7. Трамперт В. AVR-RISC микроконтроллеры: архитектура, аппаратные ресурсы, система команд, программирование, применение. Пер. с нем. В.П. Репало и др. –К.: К-Пресс, 2006. 455 с.
8. Нортон Д. Микроконтроллеры AVR: Вводный курс. Пер. с англ. – М.: ДОДЭКА-21, 2015. 272 с.
9. Белов А.В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR. –СПб.: Наука и Техника, 2008. 544 с.
10. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника (учебное пособие для вузов). –СПб.: БХВ-Петербург, 2010. 810 с.
11. Халиков А.А. Электрон қурилмалари, аналогли ва рақамли схематика. –Т.: "Темир йўлчи", 2002. 124 б.

12. Левенталь Л. Введение в микропроцессоры: программное обеспечение, аппаратные средства, программирование. Пер. с англ. –М.: 2003. 464 с.
13. Бойко В.И. Схемотехника электронных систем. Микропроцессоры и микроконтроллеры. –СПб.: БХВ-Петербургб 2004. 464 с.
14. Расулова С.С., Қаххоров А.А. Аналоговая и цифровая электроника. Конспект лекций. –Т.: ТГТУ, 2002. 98 с.
15. Калабеков Б.А. Цифровые устройства и микропроцессорные системы. –М.: «ДОДЭКА-XXI», 2001. 348 с.
16. Белов А.В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR. –СПб.: Наука и Техника, 2008. 528 с.

MUNDARIJA

KIRISH	3
1. SXEMATEXNIKANING DISKRET ELEMENTLARI	5
1.1. Sxematexnika va mikroprocessorli tizimlarning asosiy tushunchalari, iboralari va qo‘llanish sohalari.....	5
1.2. Sxematexnikaning passiv diskret elementlari.....	7
1.3. Sxematexnikaning aktiv diskret elementlari.....	17
1.3.1. Yarim o‘tkazgichli diodlar, ularning sinflanishi va qo‘llanilishi	17
1.3.2. Bipolyar tranzistorlar va ular asosidagi sxemalar.....	18
1.3.3. Maydoniy tranzistorlar va ular asosidagi sxemalar.....	23
1.3.4. Tiristorlar va ular asosidagi sxemalar.....	30
1.4. Operatsion kuchaytirgichlar va ular asosidagi sxemalar.....	32
Nazorat savollari.....	39
2. RAQAMLI SXEMATEXNIKA	40
2.1. Hisoblash texnikasining elementlari va qurilmalari.....	40
2.2. Sanoq tizimlari.....	40
2.3. Mantiqiy funksiyalar. Mantiq algebrasining asosiy qoidalari va teoremlari.....	44
2.4. Mantiqiy elementlar va ularning parametrlari.....	47
2.5. Asos (bazis) mantiqiy elementlari.....	56
2.6. Mantiqiy elementlarni ishlab chiqarish texnologiyalari.....	58
Nazorat savollari.....	67
3. MANTIQUIY ELEMENTLAR ASOSIDA TURLI QURILMALARNI LOYIHALASH	69
3.1. Mantiqiy elementlar asosida kombinatsion qurilmalarni loyihalash....	69
3.1.1. Yarimjamlagichlar va jamlagichlar va ularni loyihalash.....	69
3.1.2. Solishtirish sxemalarini loyihalash.....	70
3.1.3. Shifrlatorlar va deshifrlatorlar.....	72
3.1.4. Multipleksorlar va demultipleksorlar.....	73
3.1.5. Shina shakillantirgichlar.....	74
3.1.6. Xotira elementlari - triggerlar.....	79
3.2. Mantiqiy elementlar asosida ketma-ketli qurilmalarni loyihalash.....	93
3.2.1. Registrlar. Ularning ishlash tamoyillari va sxemalari.....	93
3.2.2. Sanash qurilmalari. Ularning ishlash prinsiplari va sxemalari....	96
Nazorat savollari.....	99
4. GENERATORLAR VA O‘ZGARTIRGICHLAR	100
4.1. Raqamli signallar va ularning asosiy parametrlari.....	100
4.2. Takt impulslari generatorlari.....	102
4.3. Raqamli-analog o‘zgartirgichlar.....	110
4.4. Analog-raqamli o‘zgartirgichlar.....	113
Nazorat savollari.....	115

5. MIKROPROTSESSORLAR	116
5.1. Mikroprotsektorlar va ularning sinflanishi.....	116
5.2. MP larning yaratilish tarixi.....	120
5.3. MP larni zamonaviy texnika va ishlab chiqarish sohalarida qo‘llash imkoniyatlari.....	126
5.4. MP larning rivojlanish tendensiyalari.....	129
5.5. Bir kristalli MP lar.....	131
Nazorat savollari.....	134
6. MIKROPROTSESSORLARNI DASTURLASH ASOSLARI	135
6.1. MP larni dasturlash tillari.....	135
6.2. MP larni dasturlash tili – Mikroassemblerlar buyruqlar tizimi.....	137
6.2.1. Ma’lumotlarni uzatish buyruqlari.....	143
6.2.2. Arifmetik buyruqlar.....	145
6.2.3. Mantiqiy buyruqlar.....	146
6.2.4. Shartsiz va shartli o‘tish buyruqlari. Dastur ostiga o‘tish va ulardan qaytish buyruqlari.....	148
6.2.5. Boshqaruv buyruqlari.....	150
6.3. Mikroassembler tilida dasturlar tuzish va ularni sozlash asoslari.....	151
Nazorat savollari.....	154
7. MIKROPROTSESSORLI BOSHQARISH TIZIMLARINI LOYIHALASH ASOSLARI	155
7.1. Mikroprotsektorli boshqarish tizimlarining umumlashtirilgan tuzilma sxemasi.....	155
7.2. MPBTning prosessor blokini loyihalash asoslari.....	157
7.3. MPBTlarda qo‘llaniladigan xotira qurilmalari va ularni loyihalash asoslari.....	161
7.3.1. MPBTlarda qo‘llaniladigan xotira qurilmalari.....	161
7.3.2. Xotira katta integral sxemalarining ichki tuzilmalari.....	162
7.3.3. MP li tizimlarning xotira qurilmasini loyihalash asoslari.....	163
7.4. MP li boshqarish tizimlarining axborotni kiritish/chiqarish -interfeys qurilmalari.....	167
7.4.1. Parallel tamoyilda ishlovchi interfeys qurilmalarini loyihalash.....	167
7.4.2. Ketma-ket tamoyilda ishlovchi interfeys qurilmalarini loyihalash.....	169
7.5. MPBTlarda vaqt kattaliklarni hosil qilish va uzilishlarni tashkil etish. Taymer va darajali uzilishlar kontrollerlari.....	176
Nazorat savollari.....	179
8. ZAMONAVIY MIKROKONTROLLERLAR VA ULARNING RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI	
8.1. Mikrokontrollerlar va ularning tarkibiy qismlari.....	180
8.2. Mikrokontrollerlarning tarkibiy qismlari va ularning vazifalari.....	185
8.3. Zamonaviy MK lar va ularni boshqarish tizimlarida qo‘llash.....	192
Nazorat savollari.....	195

9. LABORATORIYA PRAKTIKUMI	196
1-laboratoriya ishi. Proteus dasturi bilan tanishish.....	196
2-laboratoriya ishi. Proteus dasturi asosida passiv komponentlarni tadqiq etish.....	201
3-laboratoriya ishi. Proteus dasturi asosida diodli sxemalarni tadqiq etish.....	207
4-laboratoriya ishi. Proteus dasturi asosida bipolyar va maydoniy tranzistorlarni tadqiq etish.....	212
5-laboratoriya ishi. Proteus dasturi asosida mantiqiy elementlarni tadqiq etish.....	215
6-laboratoriya ishi. Proteus dasturi asosida xotira elementlari - triggerlarni tadqiq etish.....	221
7-laboratoriya ishi. Proteus dasturi asosida registrlarni tadqiq etish.....	229
8-laboratoriya ishi. Proteus dasturi asosida hisoblagichlarni tadqiq etish.....	234
9-laboratoriya ishi. Bir kristalli mikroprotsesszorlar ishlash tamoyilini tadqiq etish.....	240
10-laboratoriya ishi. KP 580BM80 mikroprotsesszorining emulyatorida oddiy dasturlarni kiritish va bajarish.....	242
11-laboratoriya ishi. Matnli xabarlarini emulyator monitorida yoritish jarayonini tadqiq etish.....	245
12-laboratoriya ishi. Grafik tasvirlarni emulyator monitorida yoritish jarayonini tadqiq etish.....	248
XULOSA	252
GLOSSARIY	253
ADABIYOTLAR	258

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ДИСКРЕТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СХЕМОТЕХНИКИ	5
1.1. Основные понятия, термины и области применения схемотехники и микропроцессорных систем.....	5
1.2. Пассивные дискретные элементы схемотехники.....	7
1.3. Активные дискретные элементы схемотехники.....	17
1.3.1. Полупроводниковые диоды, их классификация и применение.....	17
1.3.2. Биполярные транзисторы и схемы на их основе.....	18
1.3.3. Полевые транзисторы и схемы на их основе.....	23
1.3.4. Тиристоры и схемы на их основе.....	30
1.4. Операционные усилители и схемы на их основе.....	32
Контрольные вопросы.....	39
ГЛАВА 2. ЦИФРОВАЯ СХЕМОТЕХНИКА	40
2.1. Элементы и устройства вычислительной техники.....	40
2.2. Системы счисления.....	40
2.3. Логические функции. Основные правила и теоремы алгебры логики	44
2.4. Логические элементы и их параметры.....	47
2.5. Базисные логические элементы.....	56
2.6. Технологии производства логических элементов.....	58
Контрольные вопросы.....	67
ГЛАВА 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ	69
3.1. Проектирование комбинационных устройств на основе логических элементов.....	69
3.1.1. Сумматоры и полусумматоры.....	69
3.1.2. Устройства сравнения.....	70
3.1.3. Шифраторы и дешифраторы.....	72
3.1.4. Мультиплексоры и демультиплексоры.....	73
3.1.5. Шинные формирователи.....	74
3.1.6. Элементы памяти – триггеры.....	79
3.2. Проектирование последовательностных устройств на основе логических элементов.....	93
3.2.1. Регистры. Принципы их работы и схемы	93
3.2.2. Счетчики. Принципы их работы и схемы	96
Контрольные вопросы.....	99
ГЛАВА 4. ГЕНЕРАТОРЫ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ	100
4.1. Цифровые сигналы и их основные параметры.....	100
4.2. Генераторы тактовых импульсов.....	102
4.3. Цифро-аналоговые преобразователи.....	110

4.4. Аналого-цифровые преобразователи.....	113
Контрольные вопросы.....	115
ГЛАВА 5. МИКРОПРОЦЕССОРЫ	116
5.1. Микропроцессоры и их классификация.....	116
5.2. История создания МП.....	120
5.3. Возможности применения МП в отраслях современной техники и производства.....	126
5.4.Тенденции развития МП.....	129
5.5. Однокристалльные МП.....	131
Контрольные вопросы.....	134
ГЛАВА 6.ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРОВ	135
6.1. Языки программирования МП.....	135
6.2. Язык программирования МП – система команд Микроассеблеров	137
6.2.1.Команды передачи данных.....	143
6.2.2. Команды выполнения арифметических операций.....	145
6.2.3. Команды выполнения логических операций.....	146
6.2.4. Команды условного и безусловного перехода. Команды перехода к подпрограммам и возврата из них.....	148
6.2.5. Команды управления.....	150
6.3. Основы составления и настройки программ на языке Микроассеблеров.....	151
Контрольные вопросы.....	154
ГЛАВА 7. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ	155
7.1. Обобщенная структурная схема СУМП.....	155
7.2. Основы проектирования процессорного блока СУМП.....	157
7.3. Устройства памяти, используемые в СУМП и основы их проектирования.....	161
7.3.1. Устройства памяти используемые в СУМП.....	161
7.3.2. Внутренняя структура СБИС памяти.....	162
7.3.3. Основы проектирования устройств памяти систем МП.....	163
7.4. Интерфейсные устройства ввода/вывода информации СУМП..	167
7.4.1. Проектирование инфтерфейсных устройств, работающих по параллельному принципу.....	167
7.4.2. Проектирование инфтерфейсных устройств, работающих по последовательному принципу.....	169
7.5. Образование временных величин и организация прерываний в СУМП. Таймер и контроллеры прерываний.....	176
Контрольные вопросы.....	179
ГЛАВА 8.СОВРЕМЕННЫЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ	
8.1. Микроконтроллеры и их составные части.....	180
8.2. Составные части микроконтроллеров и их назначения.....	185

8.3. Современные МК и их применение в устройствах управления.....	192
Контрольные вопросы.....	195
ГЛАВА 9. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	196
Лабораторная работа №1. Ознакомление с программой Proteus.....	196
Лабораторная работа №2. Исследование пассивных компонентов на основе программы Proteus.....	201
Лабораторная работа №3. Исследование диодных схем на основе программы Proteus.....	207
Лабораторная работа №4. Исследование биполярных и полевых транзисторов на основе программы Proteus.....	212
Лабораторная работа №5. Исследование логических элементов на основе программы Proteus.....	215
Лабораторная работа №6. Исследование элементов памяти – триггеров на основе программы Proteus.....	221
Лабораторная работа №7. Исследование регистров на основе программы Proteus.....	229
Лабораторная работа №8. Исследование счетчиков на основе программы Proteus.....	234
Лабораторная работа №9. Исследование принципа работы однокристалльного микропроцессора.....	240
Лабораторная работа №10. Ввод и выполнение простых программ на эмуляторе МП КР580VM80.....	242
Лабораторная работа №11. Исследование процесса высвечивания текстовых сообщений на мониторе эмулятора.....	245
Лабораторная работа №12. Исследование процесса высвечивания графических изображений на мониторе эмулятора.....	248
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	252
ГЛОССАРИЙ	253
ЛИТЕРАТУРА	258

CONTENTS

INTRODUCTION	3
CHAPTER 1. DISCRETE CIRCUIT ELEMENTS	5
1.1. Basic concepts, terms and areas of application of circuitry and microprocessor systems	5
1.2. Passive discrete circuitry elements.....	7
1.3. Active discrete circuitry elements.....	17
1.3.1. Semiconductor diodes, their classification and application	17
1.3.2. Bipolar transistors and circuits based on them	18
1.3.3. Field-effect transistors and circuits based on them	23
1.3.4. Thyristors and circuits based on them.....	30
1.4. Operational amplifiers and circuits based on them	32
Control questions.....	39
CHAPTER 2. DIGITAL CIRCUIT ENGINEERING	40
2.1. Elements and devices of computer technology.....	40
2.2. Number systems.....	40
2.3. Logic functions. Basic rules and theorems of the algebra of logic.....	44
2.4. Logic elements and their parameters	47
2.5. Basic logical elements.....	56
2.6. Technology for the production of logic elements	58
Control questions.....	67
CHAPTER 3. DESIGN OF VARIOUS DEVICES BASED ON LOGIC ELEMENTS	69
3.1. Design of combinational devices based on logic elements.....	69
3.1.1. Adders and halfadders.....	69
3.1.2. Comparators.....	70
3.1.3. Encoders and decoders.....	72
3.1.4. Multiplexers and Demultiplexers.....	73
3.1.5. Busformers.....	74
3.1.6. Memory elements–triggers.....	79
3.2. Designing Sequential Devices Based on Logic Elements.....	93
3.2.1. Registers. Principles of their work and schemes.....	93
3.2.2. Counters. Principles of their work and schemes.....	96
Control questions.....	99
CHAPTER 4. GENERATORS AND CONVERTERS	100
4.1. Digital signals and their main parameters.....	100
4.2. Clock pulses generators.....	102
4.3. Digital to analog converters.....	110
4.4. Analog to digital converters.....	113
Control questions.....	115
CHAPTER 5. MICROPROCESSORS	116
5.1. Microprocessors and their classification.....	116

5.2. The history of the creation of MP.....	120
5.3. Possibilities of using MP in the branches of modern technology and production.....	126
5.4. MP development trends.....	129
5.5. Single-chip MP	131
Control questions.....	134
CHAPTER 6. BASICS OF MICROPROCESSOR PROGRAMMING	135
6.1. MP programming languages.....	135
6.2. MP programming language - Assembler command system.....	137
6.2.1. Data transfer commands.....	143
6.2.2. Commands for performing arithmetic operations.....	145
6.2.3. Commands for performing logical operations.....	146
6.2.4. Conditional and unconditional jump commands. Commands for jumping to and returning from subroutines.....	148
6.2.5. Control commands.....	150
6.3. Fundamentals of creating and configuring programs in microassembler language.....	151
Control questions.....	154
CHAPTER 7. FUNDAMENTALS OF DESIGN OF MICROPROCESSOR CONTROL SYSTEMS	155
7.1. Generalized block diagram of the microprocessor control system.....	155
7.2. Fundamentals of designing the processor unit of the microprocessor control system.....	157
7.3. Memory devices used in microprocessor control systems and the basics of their design.....	161
7.3.1. Memory devices used in microprocessor control systems.....	161
7.3.2. Internal structure of VLSI memory.....	162
7.3.3. Fundamentals of designing memory devices of microprocessor systems.....	163
7.4. Interface devices for input/output of information of the microprocessor control system.....	167
7.4.1. Designing interface devices operating on a parallel principle....	167
7.4.2. Design of interface devices operating on a sequential principle.....	169
7.5. Formation of temporary values and organization of interrupts in microprocessor control systems. Timer and interrupt controllers.....	176
Control questions.....	179
CHAPTER 8. MODERN MICROCONTROLLERS AND PROSPECTS FOR THEIR DEVELOPMENT	180
8.1. Microcontrollers and their components.....	180
8.2. Components of microcontrollers and their purpose.....	185
8.3. Modern microcontrollers and their application in control devices.....	192
Control questions.....	195
	196

CHAPTER 9. LABORATORY WORKSHOP

Laboratory work №1. Introduction to Proteus.....	196
Laboratory work №2. The study of passive components based on the Proteus program.....	201
Laboratory work №3. Investigation of diode circuits based on the Proteus program.....	207
Laboratory work №4. Research of bipolar and field-effect transistors based on the Proteus program.....	212
Laboratory work №5. Research of logical elements based on the Proteus program.....	215
Laboratory work №6. Study of memory elements - triggers based on the Proteus program.....	221
Laboratory work №7. Research of registers based on the Proteus program	229
Laboratory work №8. Study of counters based on the Proteus program...	234
Laboratory work №9. Study of the principle of operation of a single-chip microprocessor.....	240
Laboratory work №10. Entering and executing simple programs on the MP KP250BM80 emulator.....	242
Laboratory work №11. Investigation of the process of displaying text messages on the emulator monitor.....	245
Laboratory work №12. Study of the process of displaying graphic images on the emulator monitor.....	248
CONCLUSION	252
GLOSSARY	253
LITERATURE	258

