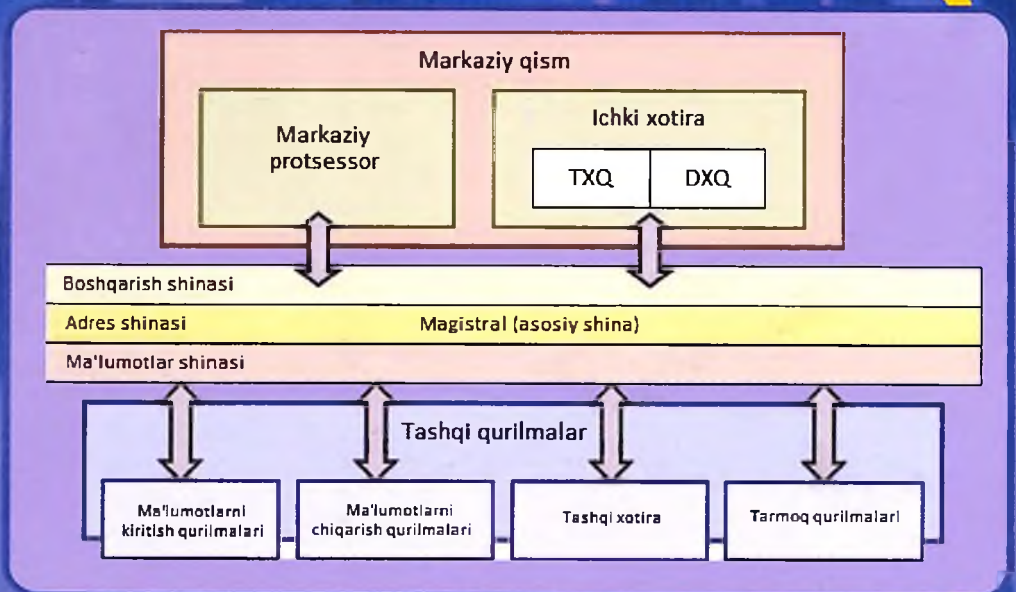


Z.Z.Miryusupov, J.X.Djumanov.

DD4
M 58

KOMPYUTER ARXITEKTURASI



004
M 58

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI AXBOROT
TEXNOLOGIYALARI VA KOMMUNIKASIYALARNI
RIVOJLANTIRISH VAZIRLIGI**

**AL-XORAZMIY NOMIDAGI TOSHKENT AXBOROT
TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI**

KOMPYUTER ARXITEKTURASI

(O‘quv qo‘llanma)

**O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi
tomonidan o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etilgan.**

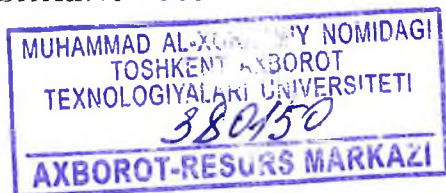
**5330500 – Kompyuter injiniringi («Kompyuter injiniringi», «AT-
servisi», «Axborot xavfsizligi», «Multimedia texnologiyalari»),**

5330600 – Dasturiy injiniring,

**5350400 – Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari sohasida kasb
ta‘limi,**

**5350600 – Axborotlashtirish va kutubxonashunoslik
yo‘nalishlari talabalari uchun**

TOSHKENT – 2017



UO•K: 004.20(075.8)

KBK: 32.973-02ya73

M 58

Mualliflar: Z.Z.Miryusupov, J.X.Djumanov. Kompyuter arxitekturasi.

T.: «Aloqachi», – 2017, 140 bet.

ISBN 978–9943–5144–0–9

Ushbu o'quv qo'llanmada «Kompyuter arxitekturasi» faniga tegishli bo'lgan, kompyuter arxitekturasi o'ld asosiy tushunchalar, kompyuter arxitekturasi va uni tashkil qilish, kompyuterning raqamli va mantiqiy asoslari, kompyuterning asosiy va yordamchi xotira qurilmalari, kompyuterlar protsessorlarning tuzilishlari va ularning qanday ishlashlari, zamonaviy kompyuterlarda va kompyuter tizimlarida o'rnatilayotgan protsessorlarning muhim jihatlari, parallel kompyuter arxitekturalari, assembler tilida dasturlash asoslari, ma'lumotlarni kiritish-chiqarish vositalariga o'ld mavzular bo'yicha talabalarga Davlat ta'lim standartlari asosida yetkazilishi kerak bo'lgan ma'lumotlar keltirilgan. O'quv qo'llanma 5330500 – Kompyuter injiniringi («Kompyuter injiniringi», «AT-servisi», «Axborot xavfsizligi», «Multimedia texnologiyalari»), 5330600 – Dasturiy injiniring, 5350400 – Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari sohasida kasb ta'limi va 5350600 – Axborotlashtirish va kutubxonashunoslik yo'nalishlari talabalari uchun mo'ljallangan.

UO•K: 004.20(075.8)

KBK: 32.973-02ya73

M 58

Taqrizchilar:

Kabildjanov A.S.

Al-Xorazmiy nomli TATU huzuridagi
«Axborot va kommunikatsiya texnologiyalari
ilmiy-innovatsion markazi» laboratoriya
mudiri, dotsent, t.f.n.;

Tashev K.A.

Al-Xorazmiy nomli TATU,
«Kompyuter injiniringi»
fakulteti dekani, t.f.n.

ISBN 978–9943–5144–0–9

© «Aloqachi» nashriyoti, 2017.

KIRISH

Hozirda kompyuter injiniringi va dasturiy injiniring hamda ularga yondosh sohalar mutaxassisleri – kompyuterlarda, kompyuter tizimlarida va kompyuter tarmoqlarida amalga oshirilayotgan ma'lumotlarni ishlash jarayonlarini qanday tashkil qilinganligini tushinishlari, ulardan kundalik faoliyatlarida foydalana olishlari tobora muhim ahamiyatga ega bo'lib bormoqda.

Kompyuterda ma'lumotlarni ishlash jarayonlari, ya'ni hisoblash jarayonlarining qanday tashkil qilinganligi, ma'lumotlarni bir joydan boshqa joyga ko'chirib yozish amallari, ma'lumotlar bazalari bilan ishlash, kompyuterda, kompyuter tizimlarida va kompyuter tarmoqlarida xavfsizlik choralarini amalga oshirish hamda multimedia vositalari bilan ishlash uchun yaratilgan dasturiy vositalardan unumli foydalanish, ularni amaliyotda qo'llashda – *kompyuter arxitekturasiga* oid bilimlardan xabardor bo'lishlik ham talab etilmoqda. Hozirda kompyuter va telekommunikatsion tarmoqlar asosida yaratilgan va yaratilayotgan turli xil tizimlarni, jumladan taqsimlangan va bulutli hisoblash tizimlari kabi tizimlarni ham, o'ziga xos kompyuterlar deb qarash mumkin bo'lmoqda.

Kompyuter arxitekturasini haqidagi ushbu fanni o'rganish bilan talaba – kompyuterning qanday tuzilganligini, uning qanday ishlashi va dasturlanishiga oid bilimlarni o'zlashtirish imkoniyatiga ega bo'ladi. Kompyuterning qanday tuzilganligi, qanday ishlashi va dasturlanishiga oid bilimlarni egallash natijasida talabaning kompyuter bilan mutaxassis sifatida muloqot qilish saviyasi va kompyuterning imkoniyatlaridan unumli foydalanish darajasi oshib boradi.

Hisoblash texnikasi sohasi, hususan kompyuterlarning qanday tuzilganligiga oid nashr qilingan adabiyotlarda asosiy e'tibor, kompyuterni tashkil etuvchi apparat vositalarning qanday tuzilganligi, nimaga mo'ljallanganligi hamda qanday ko'rsatgichlar asosida ularni tavsiflash mumkinligiga qaratilgan. Ushbu adabiyotlar ko'proq kompyuterning apparat qismi bilangina shug'ullanuvchi mutaxassislar uchun mo'ljallandir.

Ohirigi 10-15 yillar davomidagi rivojlanish shuni ko'rsatdiki, kompyuterni o'zining faoliyatida qo'llayotgan har bir soha mutaxassisi, ayniqsa kompyuter injiniringi, dasturiy injiniring va telekommunikatsiya kabi sohalar mutaxassisleri uchun – kompyuterni tashkil qiluvchi apparat va dasturiy vositalarini birgalikda o'rganish maqsadga muvofiq ekan. Kompyuterning apparat va dasturiy vositalarini birgalikda o'rganish deganda, kompyuter va kompyuter tarkibiga kiradigan qurilmalarni qanday tuzilganligi bilan birga, ularda ma'lumotlarni ishlash jarayonlari qanday

KIRISH

Hozirda kompyuter injiniringi va dasturiy injiniring hamda ularga yondosh sohalar mutaxassisleri – kompyuterlarda, kompyuter tizimlarida va kompyuter tarmoqlarida amalga oshirilayotgan ma'lumotlarni ishlash jarayonlarini qanday tashkil qilinganligini tushunishlari, ulardan kundalik faoliyatlarida foydalana olishlari tobora muhim ahamiyatga ega bo'lib bormoqda.

Kompyuterda ma'lumotlarni ishlash jarayonlari, ya'ni hisoblash jarayonlarining qanday tashkil qilinganligi, ma'lumotlarni bir joydan boshqa joyga ko'chirib yozish amallari, ma'lumotlar bazalari bilan ishlash, kompyuterda, kompyuter tizimlarida va kompyuter tarmoqlarida xavfsizlik choralarini amalga oshirish hamda multimedia vositalari bilan ishlash uchun yaratilgan dasturiy vositalardan unumli foydalanish, ularni amaliyotda qo'llashda – *kompyuter arxitekturasiga* oid bilimlardan xabardor bo'lishlik ham talab etilmoqda. Hozirda kompyuter va telekommunikatsion tarmoqlar asosida yaratilgan va yaratilayotgan turli xil tizimlarni, jumladan taqsimlangan va bulutli hisoblash tizimlari kabi tizimlarni ham, o'ziga xos kompyuterlar deb qarash mumkin bo'lmoqda.

Kompyuter arxitekturasi haqidagi ushbu fanni o'rganish bilan talaba – kompyuterning qanday tuzilganligini, uning qanday ishlashi va dasturlanishiga oid bilimlarni o'zlashtirish imkoniyatiga ega bo'ladi. Kompyuterning qanday tuzilganligi, qanday ishlashi va dasturlanishiga oid bilimlarni egallash natijasida talabaning kompyuter bilan mutaxassis sifatida muloqot qilish saviyasi va kompyuterning imkoniyatlaridan unumli foydalanish darajasi oshib boradi.

Hisoblash texnikasi sohasi, hususan kompyuterlarning qanday tuzilganligiga oid nashr qilingan adabiyotlarda asosiy e'tibor, kompyuterni tashkil etuvchi apparat vositalarning qanday tuzilganligi, nimaga mo'ljallanganligi hamda qanday ko'rsatgichlar asosida ularni tavsiflash mumkinligiga qaratilgan. Ushbu adabiyotlar ko'proq kompyuterning apparat qismi bilangina shug'ullanuvchi mutaxassislar uchun mo'ljallangandir.

Ohirigi 10-15 yillar davomidagi rivojlanish shuni ko'rsatdiki, kompyuterni o'zining faoliyatida qo'llayotgan har bir soha mutaxassisi, ayniqsa kompyuter injiniringi, dasturiy injiniring va telekommunikatsiya kabi sohalar mutaxassisleri uchun – kompyuterni tashkil qiluvchi apparat va dasturiy vositalarini birgalikda o'rganish maqsadga muvofiq ekan. Kompyuterning apparat va dasturiy vositalarini birgalikda o'rganish deganda, kompyuter va kompyuter tarkibiga kiradigan qurilmalarni qanday tuzilganligi bilan birga, ularda ma'lumotlarni ishlash jarayonlari qanday

amalga oshirilishini ham o'rganish tushuniladi. Bunda ma'lumotlarni ishlash dasturlari qanday algoritmlar asosida tuzilganligi, ushbu algoritmlarni so'z bilan ifodalashdan tortib, to amaliy dastur sifatida shakllanish bosqichlarini mukammal bilish kerak bo'ladi.

Ushbu o'quv qo'llanmaning birinchi bobida zamonaviy kompyuter arxitekturasiga oid asosiy tushunchalar hamda kompyuterning raqamli va mantiqiy asoslariga oid ma'lumotlar keltiriladi. Unda kompyuterning apparat ta'minoti hisoblangan raqamli mantiqiy sath ob'yektlari – ventillar, oddiy mantiqiy funksiyalarni bajaruvchi elementlar, xotira elementlari hisoblangan triggerlar, ular asosida qurilgan registrlar qanday tuzilganligi va ularning kompyuter arxitekturasida tutgan o'rni haqida tushuntirishlar beriladi.

Ikkinchi bobda kompyuterning asosiy va yordamchi xotira qurilmalari qanday tuzilganliklari haqida so'z yuritiladi. Bunda asosiy e'tibor ikkilik ko'rinishda ifodalangan ma'lumotlarni xotiraga yozish, saqlash, adreslash va xotiraga murojaat qilish qanday amalga oshirilganligi ko'rib chiqiladi.

Uchinchi bobda kompyuterlar protsessorlarning tuzilishlari va qanday ishlashlarini tushuntirish amalga oshirilgan. Unda sakkiz, o'n olti va o'ttiz ikki razryadli protsessorlarning tuzilishlari va qanday ishlashlari ularni o'zaro taqqoslashlar bilan keltirilgan. Ushbu bobda zamonaviy kompyuterlar protsessorlari – Intel Core i7, UltraSPARC III, OMAP4430 va ATmega168 protsessorlari hamda parallel kompyuter arxitekturalariga oid ma'lumotlar bilan ham tanishtiriladi.

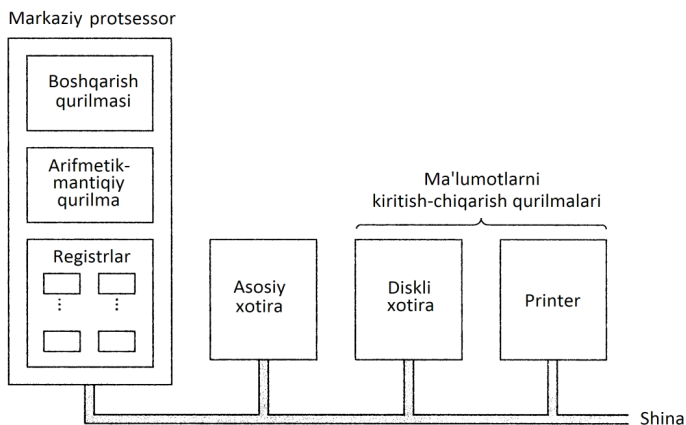
To'rtinchi bob Assembler tilida dasturlash asoslarini o'rganishga bag'ishlanadi. Unda asosiy e'tibor Assembler tilida yozilgan dasturlarni o'rganish va tuzish asosida kompyuter arxitekturasining tuzilishini qanday ekanligini mukammalroq tushinib olish mumkinligi ta'kidlangan.

Beshinchi bobda kompyuterga ma'lumotlarni kiritish-chiqarish arxitekturasi, kompyuterning shinalari va ularning ishlash tamoillari haqida so'z yuritilgan. Hozirda ishlab chiqarilayotgan kompyuterlarda qo'llanilayotgan PCI, PCI Exspress va USB shinalarining tuzilishlari va xususiyatlari ko'rib chiqilgan.

1. KOMPYUTER ARXITEKTURASINING ASOSIY TUSHUNCHALARI, RAQAMLI VA MANTIQUIY ASOSLARI

1.1. Kompyuterlar arxitekturasini, ularning ko'p satxli tashkil qilinishi asosida o'rganish

Zamonaviy kompyuter o'zaro bog'langan – protsessorlar, tezkor xotira modullari va ma'lumotlarni kiritish-chiqarish qurilmalaridan iborat bo'lishi mumkin. 1.1-rasmda bitta markaziy protsessorga ega bo'lgan kompyuterning tuzilish chizmasi keltirilgan.

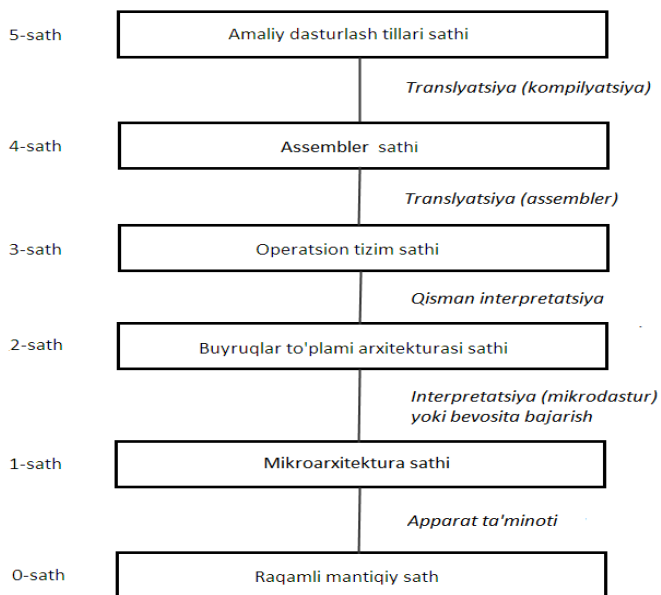


1.1-rasm. Bitta protsessorli kompyuterning tuzilish chizmasi.

Ushbu chizmani, kompyuterda uncha ko'p bo'lmagan ish tajribasiga ega foydalanuvchilar ham qaysidir darajada tushuntirib bera oladilar. Ammo zamonaviy kompyuterning ichki tuzilishi, uning qanday ishlashi, uning qanday dasturlanishi va umuman uning qanday tashkil qilinganligiga, ya'ni kompyuterning arxitekturasiga taaluqli bo'lgan tushunchalarni, shu sohaning mutaxassisi sifatida mukammal tushunish hamda ulardan o'zining kundalik faoliyatida samarali foydalana olish ancha murakkab masala hisoblanadi.

Zamonaviy kompyuter arxitekturasini o'rganishga bag'ishlangan adabiyotlarda [1,2,16] kompyuter arxitekturasini, bir nechta sathlar iyerarxiyasidan iborat ko'rinishda ifodalab o'rganish amalga oshirilgan. Ko'pgina zamonaviy kompyuterlar ikki va undan ortiq sathlardan

iboratdir. 1.2-rasmda kompyuter arxitekturasining olti sathdan iborat tuzilishga ega ko‘rinishda ifodalangan chizmasi keltirilgan.

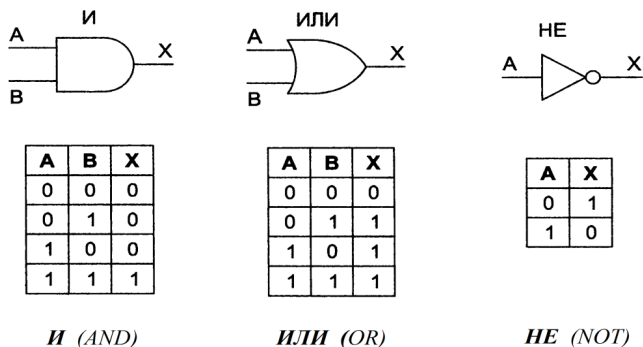


1.2-rasm. Olti sathli kompyuter.

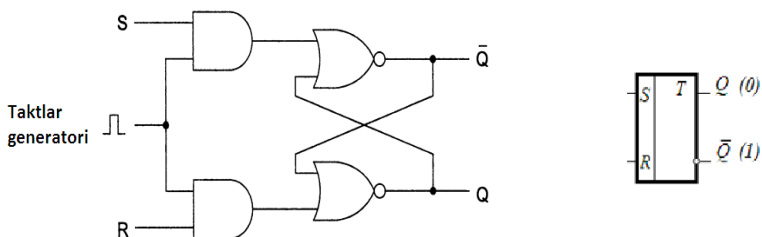
Avval ushbu chizmadagi sathlarga qisqacha tushuntirishlar berib o‘tamiz, so‘ngra esa kompyuterlarning tuzilishini bunday o‘rganish bilan, nimalarga erishish mumkinligi va kompyuter arxitekturasi deganda – ni-mani tushunish kerakligi haqidagi xulosalarni keltiramiz.

Nolinchi sath – bu kompyuterning *apparat taminoti sathi* hisoblanadi. Raqamli mantiqiy sath, ya’ni nolinchi sath ob’yektlari *ventillar*, ya’ni uzgich-ulagichlar deb ataladi. Ular yordamida - ***И, ИИИ, HE*** (*AND, OR, NOT*) kabi oddiy mantiqiy funksiyalar bajariladi (1.3-rasm).

Bir nechta ventillar yordamida 0 va 1 raqamlarini saqlay oladigan 1 bitli xotira elementlari, ya’ni *triggerlar* hosil qilinadi. Masalan SR, JK, T va D kabi triggerlar (1.4-rasm). Umuman kompyuter ham – ventillardan tashkil topgandir.



1.3-rasm. Asosiy mantiqiy elementlar.

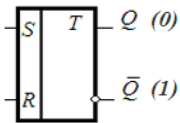


1.4-rasm. SR-triggeri.

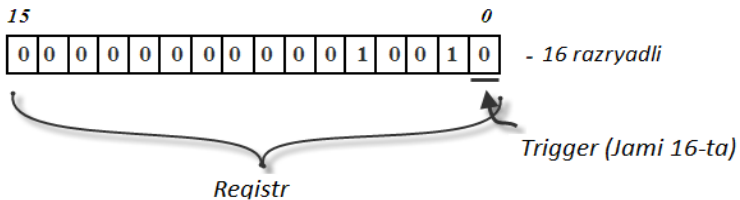
Guruhlarga birlashtirilgan xotira elementlari esa, *registrlarni* hosil qiladi. Registrlar 8, 16, 32 yoki 64 bit uzunliklarga ega bo'lishlari mumkin (1.5-rasm).

Kompyuterning qanday tuzilganligi va qanday ishlashini o'rganishda juda ko'p marotaba so'zga olinadigan tushunchalardan biri – bu registrlar hisoblanadi. Kompyuterda va protsessorning ichida kechayotgan, ma'lumotlarni ishlash jarayonlarini amalga oshirishda ham, turli xil vazifalarni bajarish uchun mo'ljallangan registrlardan foydalaniladi.

Birinchii sath – *mikroarxitektura sathi* deb ataladi. Ushbu sathga tegishli bo'lgan elektron sxemalar mashinaga bog'liq bo'lgan dasturlarni bajaradi, ya'ni kompyuterda ishlatilgan protsessorga mos keladigan dasturlarni bajaradi. Masalan Intel, Apple, DEC va boshqa xil protsessorlarga mos bo'lgan dasturlar. Birinchii sathda 8-ta yoki 32-ta registrlardan iborat lokal xotira va arifmetik mantiqiy qurilma (*Arithmetic Logical Unit - ALU*) deb nomlangan sxemalar mavjud.



Trigger xotira elementi hisoblanadi,
u "0" yoki "1" holatida bo'lishi mumkin



1.5-rasm. Registr.

Arifmetik mantiqiy qurilma – oddiy arifmetik va mantiqiy amallarni bajaradi. Arifmetik mantiqiy qurilma bilan birga registrlar birgalikda *ma'lumotlarni ishlash ketma-ketligini*, ya'ni *ma'lumotlar traktini* shakllantiradi (1.6-rasm).

Ma'lumotlar trakti quyidagicha ishlaydi – bitta yoki ikkita registrlar tanlanadi, arifmetik mantiqiy qurilma ular yordamida qandaydir amalni, masalan – inkorlash, qo'shish, ayirish yoki boshqa bir amalni bajaradi, so'ngra natija tanlangan registrlardan biriga joylashtiriladi.

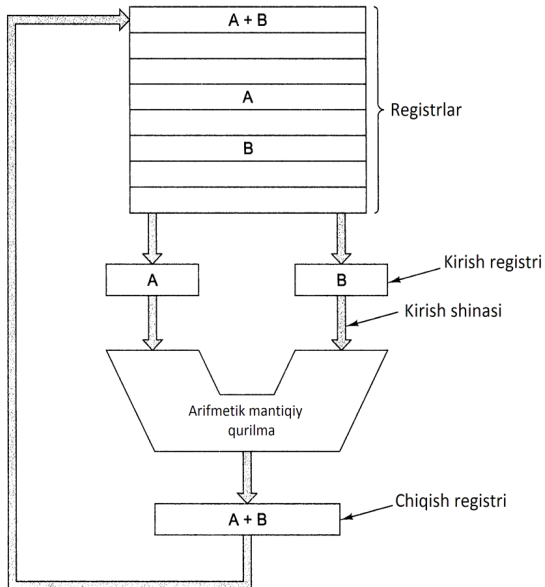
Ba'zi kompyuterlarda (protessorlarda) ma'lumotlar trakti – *mikroprogramma (mikrodastur)* deb nomlangan maxsus dastur tomonidan nazorat qilinadi. Boshqa xil kompyuterlarda esa ma'lumotlar trakti – *apparat vositalar* tomonidan nazorat qilinadi. Hozirda ishlab chiqarilayotgan kompyuterlarda ma'lumotlar trakti – odatda apparat vositalar tomonidan nazorat qilinadi. Shuning uchun birinchi sathning nomi – *mikroarxitektura sathi* deb nomlangan.

Ma'lumotlar trakti dasturiy ta'minoti tomonidan nazorat qilinadigan kompyuterlarda, mikrodastur deganda – ikkinchi sath buyruqlarining *interpretatori*, ya'ni amalga oshiruvchisi tushuniladi. Mikrodastur xotiradan buyruqlarni chaqirib oladi va ularni ma'lumotlar traktidan foydalangan holda ketma-ket bajaradi. Masalan: **ADD** – qo'shish buyrug'ini bajarish uchun, u avval xotiradan chaqirib olinadi, unda ishtirok etadigan operandalar, ya'ni qo'shiluvchilar registrarga joylashtiriladi, arifmetik-mantiqiy qurilma yig'indini hisoblaydi va natija xotiraga yoziladi.

Ma'lumotlar trakti apparat ta'minoti tomonidan nazorat qilinadigan kompyuterlarda ham xuddi shunday muolaja amalga oshiriladi, ammo bunda ikkinchi sath buyruqlarini amalga oshiruvchi, ya'ni interpretatsiya qiluvchi mikroastur bo'lmaydi.

Ikkinchi sath – *buyruqlar to'plami arxitekturasi sathi* deb ataladi. Kompyuter ishlab chiqaruvchi har bir firma, o'z kompyuterida ishlatilgan protsessorga mos mashina tiliga oid qo'llanma ham taqdim etadi. U tavsifi keltirilgan buyruqlar to'plami interpretator-mikroastur yoki apparat ta'minoti tomonidan bajarilishi va bu sathga oid ma'lumotlardan iborat bo'ladi.

Uchinchi sath – *operatsion tizim sathi*. Ushbu sath *gibrid* sath hisoblanadi. Operatsion tizim sathining bunday deb atalishiga sabab, uning tilidagi ko'pchilik buyruqlar, undan pastroqda joylashgan buyruqlar to'plami arxitekturasi sathida ham, mavjuddir. Biron bir sathga tegishli buyruqlar, boshqa bir sathda ham ifodalanishi va ishlatilishi mumkin. Operatsion tizim sathi ba'zi bir qo'shimcha xususiyatlarga ega. Bu – unda xotiraning boshqacha tashkil qilinganligi, bir vaqtda ikki va undan ortiq dasturlarni bajara olish imkoniyatining borligi hamda operatsion tizim sathining yangi buyruqlar to'plamiga ega ekanligi xususiyatlaridir.



1.6-rasm. Fon-neyman mashinasining ma'lumotlar trakti.

To‘rtinchi va beshinchi sathlar – dasturchilar uchun ishlab chiqilgan quyi va yuqori sath tillaridan iboratdir. To‘rtinchi sath – turli xil protsessorlar uchun ishlab chiqilgan turli xil *assembler tillaridan* iborat bo‘ladi. Beshinchi sath esa amaliy dasturchilar uchun mo‘ljallangan yuqori sath tillari – *C, C++, Java* kabi tillardan tashkil topgan bo‘ladi.

Kompyuter tuzilishini ko‘p sathli ko‘rinishda ifodalanishi va sathlarga oid muhokamalarni shu erda to‘xtatib, kompyuter arxitekturasini o‘rganishda muhim hisoblangan ba‘zi bir xulosalarni keltirib o‘tamiz. Shunday qilib, hozirgi kompyuterlar bir-nechta sathlarning iyerarxik tuzilishi shaklida loyihalangani va ishlab chiqariladi. Har bir sath turli xil ob‘yektlarning va amallarning ma‘lum bir abstraksiyasini, ya‘ni ma‘lum darajadagi ko‘rinishini ifoda etadi. Kompyuterlar tuzilishini bunday o‘rganish bilan biz, murakkab bo‘lgan jihatlarni tushunish uchun, nisbatan soddaroq ko‘rinishda ifodalash va tushunish imkoniyatiga ega bo‘lamiz.

Yuqorida keltirilgan har bir sathga tegishli bo‘lgan ma‘lumotlar, amallar va tavsiflar xillarining to‘plami *arxitektura* deb ataladi. *Arxitektura* – kompyuterni qanday dasturlanishi, ishlanishi va ishlatilishi kabi jihatlarga bog‘liq *tushuncha* hisoblanadi. Masalan, biron-bir dasturni yozish va ishlatish uchun zarur bo‘ladigan xotiraning hajmi haqidagi ma‘lumot – bu arxitekturaning bir qismidir. Ushbu xotiraning qanday ishlab chiqilganligi, ya‘ni unda qo‘llanilgan texnologiya esa arxitekturaning bir qismi hisoblanmaydi.

Kompyuterning yoki kompyuter tizimining *dasturiy elementlarini loyihalash usullarini* o‘rganish bilan biz, *kompyuter arxitekturasini o‘rganamiz*. Amaliyotda kompyuter arxitekturasi va kompyuterni tashkil qilish degan iboralar sinonim iboralar sifatida qo‘llaniladi.

1.2. Kompyuter arxitekturasining rivojlanishi. Kompyuterlarning turlari

Kompyuter arxitekturasining rivojlanish bosqichlarini quyidagicha ifodalash mumkin:

1. Nolinchi avlod – mexanik kompyuterlar (*1642-1945 yillar*) - Paskal (*1642 yil*), Leybnits (*1672 yil*) va Bebbidjlar (*1722 yil*) tomonidan ishlab chiqilgan kompyuterlar.

2. Birinchi avlod – elektron lampalar asosida qurilgan kompyuterlar (*1945-1955 yillar*) – Fon Neyman tamoili asosida qurilgan kompyuterlar.

3. Ikkinchi avlod – tranzistorlar asosida qurilgan kompyuterlar (1955-1965 yillar).

4. Uchinchi avlod – integral sxemalar asosida qurilgan kompyuterlar (1965-1980 yillar).

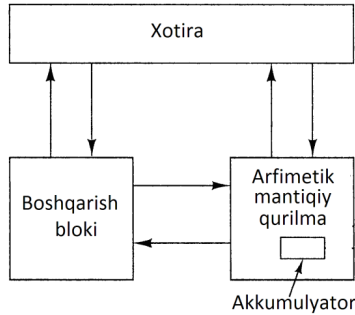
5. To‘rtinchi avlod – katta integral sxemalar asosida qurilgan kompyuterlar (1980 yillardan boshlab) – Intel 8080 (8), 8086 (16), 8088 (16), 80486 (32) va Pentium protsessorlari asosida qurilgan kompyuterlar.

6. Beshinchi avlod – ko‘rinmas kompyuterlar.

Kompyuter texnologiyalarining rivojlanishi davomida juda ko‘p turli xil kompyuterlar ishlab chiqildi. Ularning ichida hozirda unitilib ketganlari bilan birga, kompyuter arxitekturasiga oid zamonaviy g‘oya va ishlanmalarga o‘zining katta ta‘sirini ko‘rsatgan kompyuterlar ham bor. Kompyuter arxitekturasini yuqorida keltirilgan rivojlanish bosqichlarini taxlil qilish bilan, zamonaviy kompyuterlarning qanday qurilganligi va qanday ishlashi haqidagi bilimlarni yanada kengaytirish hamda ushbu kompyuterlarda ishlash malakasini yanada oshirish mumkin bo‘ladi.

Hozirda ishlab chiqarilayotgan kompyuterlarning qurilish asoslarini o‘zida mujassam etgan dastlabki kompyuterlardan biri, bu 1952 yili Djon Fon Neyman tomonidan ishlab chiqilgan va *birinchi avlod* kompyuterlariga mansub bo‘lgan – *IAS (Immediate Address Storage)* «to‘g‘ridan-to‘g‘ri adreslanuvchi xotira» degan nomga ega kompyuter edi. Ushbu kompyuterning arxitekturasini 1.7-rasmda keltirilgan chizma asosida tushuntirish mumkin.

Fon Neyman kompyuteri beshta asosiy qismlardan iborat edi: xotira, arifmetik-mantiqiy qurilma, boshqarish qurilmasi va ma‘lumotlarni kiritish-chiqarish qurilmalari. Ushbu kompyuterning xotirasi, har biri 40 bit uzunlikdagi 4096-ta so‘zlardan iborat edi. Bu 4096×5 bayt ($40 \text{ bit} = 5 \times 8 \text{ bit}$) = 20480 bayt = 20 Kbayt hajmga ega tezkor xotira demakdir. 40 bitli har bir so‘z 20 bitli ikkita buyruqdan yoki 40 bit uzunlikdagi ishorali butun sondan iborat bo‘lishi mumkin edi. 20 bit uzunlikdagi har bir buyruqning 8 biti buyruqning xilini – ya‘ni qo‘shish (*ADD*), ayirish (*SUB*), ko‘paytirish (*MUL*), ko‘chirib yozish (*MOV*) kabi buyruqlardan birini ko‘rsatsa, buyruqning qolgan 12 biti esa xotiradagi 4096 so‘zdan birini adreslash uchun xizmat qilardi.

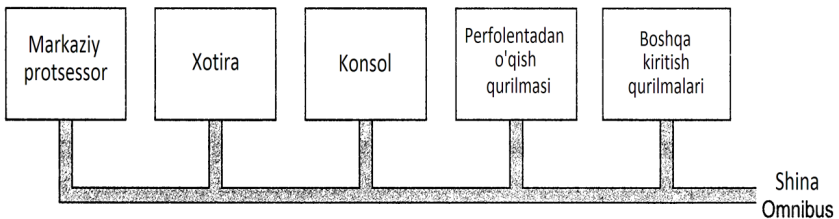


1.7-rasm. Fon Neyman kompyuterining tuzilish chizmasi.

Arifmetik-mantiqiy qurilma tarkibida 40 bit uzunlikka ega – *akkumulyator* deb nomlangan maxsus ichki registr bor edi. Ushbu kompyuterning buyruqlari, hozirgi kompyuterlarning buyruqlariga oʻxshab, tezkor xotiradan olingan maʼlumotlarni *akkumulyatorga yozish*, unda kerakli amallarni *bajarish*, soʻngra esa natijalarni tezkor xotiraga *qaytib yozish* amallarini bajarar edilar. Bu kompyuter suriluvchi vergulli sonlar ustida amallar bajara olmas edi.

Zamonaviy kompyuterlar tarkibida asosiy tashkil etuvchilardan biri hisoblangan displey, 1960 yili DEC firmasi tomonidan ishlab chiqarilgan, *ikkinchi avlod* kompyuterlariga mansub PDP-1 kompyuterida birinchi bor qoʻllanilgan edi. Ushbu displey 512x512 piksel oʻlchamga ega boʻlib, unda nuqtalar yordamida chizmalarni chizish mumkin edi.

1965 yili ishlab chiqarilgan birinchi mini-kompyuter hisoblangan PDP-8 kompyuterida, hozirgi kompyuterlar arxitekturasida muhim oʻrin tutgan, kompyuter tarkibiga kirgan qurilmalarni oʻzaro ulovchi parallel oʻtkazgichlardan iborat – *umumiy shinadan* foydalanilgan. DEC firmasi PDP-8 kompyuteridan 50 000 donasini sotishga erishgan va bu bilan, mini-kompyuterlar bozorida etakchi kompaniyaga aylangan edi. PDP-8 kompyuterining soddalashtirilgan chizmasi 1.8-rasmda keltirilgan.



1.8-rasm. PDP-8 kompyuterining soddalashtirilgan chizmasi.

Hozirgi kompyuterlarda keng qoʻllanib kelayotgan – bir vaqtning oʻzida, bir nechta dasturlarni ishlashini amalga oshirish mexanizmi – *multidasturlash*, IBM firmasi tomonidan 1964 yildan boshlab ishlab chiqarila boshlagan, *uchinchi avlod* kompyuterlari hisoblangan IBM 360 kompyuterlari oilasiga mansub boʻlgan modellarda yoʻlga qoʻyilgan edi.

1981 yilda IBM kompaniyasi tomonidan hozirgi shaxsiy kompyuterlarning dastlabkilari hisoblangan, oʻta katta integral sxemalar asosida *toʻrtinchi avlod* kompyuterlariga mansub boʻlgan *IBM PC (Personal Computer)* kompyuterlari ishlab chiqarila boshlangan. Ushbu kompyuterlarda Microsoft korporatsiyasi tomonidan ishlab chiqilgan MS-DOS operatsion tizimi oʻrnatilgan edi.

1985 yili hozirgi Pentium protsessorlari oilasiga mansub boʻlgan soʻz uzunligi 32 bitli Intel 386 protsessori oʻrnatilgan shaxsiy kompyuterlar ishlab chiqarila boshladi. Ushbu kompyuterlarda esa, MS-DOS operatsion tizimi asosida ishlaydigan, Microsoft korporatsiyasi tomonidan ishlab chiqilgan Windows operatsion tizimi ham oʻrnatilgan edi.

1980 yillarning oʻrtalariga kelib *qisqartirilgan buyruqlar toʻplamiga ega boʻlgan* – *RISC (Reduced Instruction Set Computer)* kompyuterlar ishlab chiqarila boshlandi. Ushbu kompyuterlarning buyruqlari, ulardan avval ishlab chiqarilgan – *toʻliq buyruqlar toʻplamiga ega boʻlgan* - *CISC (Complex Instruction Set Computer)* kompyuterlarning buyruqlariga nisbatan ancha sodda va tez bajarilar edi. RISC kompyuterlari asosida keyinchalik koʻp sonli buyruqlarni bir vaqtda bajara oladigan – *superskalyar* kompyuterlar ishlab chiqarila boshladi.

1981 yili sunʼiy intellekt texnologiyalari asosida ishlab chiqarilishi rejalashtirilgan – *beshinchi avlod* kompyuterlari uchun Yaponiya xukumati oʻzining milliy kompaniyalari uchun 500 million dollar sarmoya ajratishini eʼlon qildi. Sunʼiy intellekt texnologiyalari asosida beshinchi avlod kompyuterlarini ishlab chiqish gʻoyasi, unga mos texnologik bazaning yoʻqligi tufayli amalga oshmay qoldi.

Shunga qaramasdan toʻrtinchi avlod kompyuterlarining element bazasi hisoblangan – oʻta katta integral mikrosxemalar tarkibiga bir necha oʻn ming, keyinchalik esa bir necha yuz ming va nihoyat bir necha oʻn millionlab tranzistorlarni joylashtirish imkoniyatlarining paydo boʻlishi, ishlab chiqarilayotgan kompyuterlar oʻlchamlarini tez suratlar bilan

kichrayishiga olib keldi. 1993 yili Apple kompaniyasi tomonidan beshinchi avlod kompyuteri hisoblangan, Apple Newton nomli choʻntak kompyuteri ishlab chiqildi. Keyinchalik esa ana shu avlod kompyuterlariga mansub deb hisoblangan, kompyuter texnologiyasi sohasida keskin burilish yasagan – «*koʻrinmas kompyuterlar*» deb nom olgan kompyuterlar ham ishlab chiqarila boshladi. «Koʻrinmas kompyuterlar» hozirda – maishiy texnika qurilmalari, soatlar, bank kartochkalari va boshqa-boshqa koʻpgina qurilmalar tarkibida ishlatilmoqda. Ushbu kompyuterlar, jahon ishlab chiqarishining rivojlanishiga, oʻzining juda kuchli taʼsirini koʻrsatdi va yillar oʻtishi bilan uning bu taʼsiri yanada kuchayib borishini koʻrish qiyin emas.

Kompyuterlarning turlari sifatida esa, quyidagilarni koʻrsatib oʻtish mumkin:

1. Shaxsiy kompyuterlar (ishchi stansiyalar).
2. Serverlar.
3. Oʻrnatiladigan kompyuterlar – mikrokontrollerlar (rus tilida – *встраиваемые компьютеры*).
4. Ishchi stansiyalardan iborat komplekslar – klasterlar.
5. Meynfreymlar.
6. Oʻyinlar uchun moʻljallangan kompyuterlar (rus tilida – *игровые компьютеры*) PS-3, PS-4.
7. «Bir marotaba qoʻllaniladigan» kompyuterlar (rus tilida – *одноразовые компьютеры*).

Shaxsiy kompyuterlar. Shaxsiy kompyuterlarning ikki xili mavjud: bular – statsionar, yaʼni bir joyda turadigan (rus tilida – *настольные компьютеры*) va koʻtarib olib yursa boʻladigan, portativ kompyuterlar, yaʼni noutbuklardir. Noutbuklar, statsionar kompyuterlardan, oʻzlarining kichik oʻlchamlari bilangina farqlanadilar. Noutbuklarda ham, statsionar kompyuterlarda ishlatilishi mumkin boʻlgan dasturiy vositalardan foydalaniladi.

Hozirgi paytda ikkala xildagi shaxsiy kompyuterlar tarkibi - bir necha gigabit hajmga ega tezkor xotira, bir necha yuz gigabit hajmga ega qattiq diskli tashqi xotira, CD-ROM/DVD qurilmalari, modem, tovush kartasi, tarmoq interfeysi, yuqori tiniqlikdagi monitor va boshqa tashqi qurilmalardan iboratdir. Ushbu shaxsiy kompyuterlarda imkoniyatlari

kengaytirilishi va ular bilan ishlashda juda ko'p turli dasturiy vositalardan foydalanilishi mumkin bo'lgan, operatsion tizimlar o'rnatilgan bo'ladi. Ba'zi mutaxassislar Intel protsessorlari o'rnatilgan kompyuterlarni – shaxsiy kompyuterlar deb ataydilar. Bu bilan ular shaxsiy kompyuterlarni, yuqori unumdorlikka ega RISC protsessorlariga mansub, Sun UltraSPARC kabi protsessorlar o'rnatilgan «ishchi stansiyalardan» farq qilishini ta'kidlashmoqchi bo'lishadi. Aslida esa ushbu xildagi kompyuterlar orasidagi farq unchalik katta emasdir.

Har qanday shaxsiy kompyuterning asosiy tashkil etuvchisi bo'lib – tarkibida protsessor, xotira va ma'lumotlarni kiritish-chiqarish modullari, klaviatura va sichqoncha, disk yurituvchi qurilma, tarmoq platasi va boshqa tashqi qurilmalar interfeyslari hamda qo'shimcha platalar o'rnatish uchun mo'ljallangan ulanish nuqtalariga ega bo'lgan *asosiy bosma plata* hisoblanadi [15]. 1.9-rasmda ana shunday bosma platalardan biri keltirilgan.



1.9-rasm. Shaxsiy kompyuterning asosiy bosma platasi.

Serverlar. Unumdorligi yuqori bo‘lgan shaxsiy kompyuterlar va ishchi stansiyalar - odatda bir korxonaga chegarasida ishlaydigan lokal kompyuter tarmoqlarda hamda Internet tarmog‘ida - tarmoq serverlari sifatida ishlatiladilar. Bunday kompyuterlar, ya‘ni serverlar – bitta protsessorli va ko‘p protsessorli konfiguratsiyalarga ega bo‘lishlari mumkin. Ushbu xildagi kompyuter tizimlarida, odatda umumiy hajmi bir necha gigabaytlarni tashkil qiladigan tezkor xotira modullari, yuzlab gigabaytli xotiraga ega bo‘lgan qattiq disklar va yuqori tezliklarda ishlovchi interfeyslar o‘rnatilgan bo‘ladi. Ba‘zi serverlar sekundiga bir necha ming tranzaksiyalarni ishlash imkoniyatlariga ega bo‘ladilar.

Arxitektura nuqtai nazaridan bitta protsessorli server, shaxsiy kompyuterdan unchalik farq qilmaydi. U shaxsiy kompyuterga nisbatan tezroq ishlaydi, kattaroq joyni egallaydi, nisbatan kattaroq diskli xotiraga va ancha tez ishlaydigan tarmoq interfeyslariga ega bo‘ladi. Serverlar ham, shaxsiy kompyuterlar uchun ishlab chiqarilgan operatsion tizimlar asosida boshqariladi, odatda bu UNIX, Windows va Linux operatsion tizimlarining turli xil versiyalari bo‘ladi.

O‘rnatilgan kompyuterlar - mikrokontrollerlar. O‘rnatilgan kompyuterlar - turli xildagi qurilmalarni boshqarish va ushbu qurilmalar bilan ulardan foydalanuvchilar o‘rtasidagi aloqalarni, ya‘ni interfeyslarni tashkil qilish vazifalarini bajaradilar. O‘rnatilgan kompyuterlar yoki mikrokontrollerlar yordamida ishlaydigan qurilmalarga misol qilib quyidagilarni keltirish mumkin: nusxa ko‘chiruvchi qurilmalar, video kameralar, raqamli fotokameralar, printerlar, skanerlar, modemlar, CD-ROM disk yuritgichlari, telefonlar, kir yuvish mashinalari, mikro to‘lqinli pechlar, televizorlar, avtomobillar, meditsina sohasida qo‘llanilayotgan turli xil qurilmalar va boshqa-boshqa ko‘pgina sohalarda ishlatilib kelinayotgan turli xil o‘lchamlarga ega qurilmalar.

Mikrokontrollerlar o‘lchamlari unchalik katta bo‘lmasada, ular biron bir qurilmani ishlashini va ishlatilishini to‘liq taminlab bera oladigan hisoblash vositasi sifatida qaralishi mumkin [21,27]. Har bir mikrokontroller – protsessor, xotira va ma‘lumotlari kiritish-chiqarish vositalaridan tashkil topgan. Qurilmalarga ma‘lumotlarni kiritish-chiqarish, ularda kechayotgan jarayonlarni nazorat qilish imkonini beruvchi maxsus displeylar, yorug‘lik indikatorlari va tovush chiqaruvchi

vositalarni kuzatish natijasida amalga oshiriladi. Mikrokontrollerlarning dasturiy ta'minoti, ko'p hollarda ishlab chiqaruvchi tomonidan doimiy xotiraga yozib qo'yilgan bo'ladi. Barcha mikrokontrollerlarni ikkita guruhga ajratish mumkin: universal va maxsus mikrokontrollerlar guruhi. Universal mikrokontrollerlar, bu kichik o'lchamlarga ega odatdagi kompyuterlardir. Maxsus mikrokontrollerlar esa, ma'lum masalalarni yochish uchun mo'ljallangan – arxitektura va buyruqlar to'plamiga ega qurilma sifatida ishlab chiqariladi. Mikrokontrollerlarning 4, 8, 16 va 32-razryadli xillari mavjud.

Shaxsiy kompyuterlardan farqli ravishda mikrokontrollerlarga xos va ularni ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega bo'lgan jihatlari mavjud:

Birinchi – universal mikrokontrollerlar kichik o'lchamlardagi shaxsiy kompyuterlar sifatida qaralishi mumkin deb aytdik. Ammo mikrokontrollerlar asosida ishlab chiqarilayotgan qurilmalarning soni, shaxsiy kompyuterlarning soniga nisbatan ancha ko'p ekanligi sababli, ularning narhlarini arzon qilib ishlab chiqarishga harakat qilinadi.

Ikkinchi – barcha mikrokontrollerlar real vaqt masshtabida ishlaydi. Har bir kirish signaliga kechiktirilmagan javob berilishi kerak bo'ladi. Masalan, ko'pgina qurilmalarda foydalanuvchi qaysidir tugmani bossa, unga tegishli bo'lgan yorug'lik indikatorini ishga tushadi, bunda kechayotgan jarayonlar orasida, hech qanday to'xtab qolishlar, ya'ni kutib turishlar (pauza) bo'lmasligi kerak.

Uchinchi – o'rnatilgan tizimlarda, ko'pgina elektrik va mexanik ko'rsatgichlari cheklangan bo'ladi. Bunday ko'rsatgichlar sirasiga, ularning o'lchamlari, og'irliklari va energiya ist'emoli kabi ko'rsatgichlarini kiritish mumkin. Bunday tizimlarda qo'llaniladigan mikrokontrollerlar, yuqorida keltirilgan cheklashlarni hisobga olgan holda ishlab chiqariladilar.

Ishchi stansiyalardan iborat komplekslar. Oxirgi yillarda shaxsiy kompyuterlarni va ishchi stansiyalarni o'zaro bog'lab ishlatish amaliyoti keng qo'llanilmoqda. Kompyuterlardan iborat bunday komplekslar – ishchi stansiyalardan iborat klasterlar (*Clusters Of Workstations, COW*) yoki oddiy qilib «*klasterlar*» deb atalmoqda. Klasterlar – yuqori tezlikda ishlovchi tarmoqlar yordamida o'zaro bog'langan shaxsiy kompyuterlar yoki ishchi stansiyalardan iborat bo'ladi. Klasterlar – ularning tarkibiga

kirgan kompyuterlarning resurslarini yagona masalani yechish uchun yoʻnaltira oladigan maxsus dasturiy vositalar bilan taʼminlangan boʻladi. Koʻp hollarda klasterlarning tarkibi odatdagi shaxsiy kompyuterlardan iborat boʻladi. Yuqori tezliklarda ishlovchi tarmoq ulanishlari esa, standart tarmoq platalari yordamida tashkil qilinishi mumkin. Klasterlar - ularni masshtablashning qulayligi bilan ajralib turadi. Har qanday klaster tarkibidagi kompyuterlarning sonini osonlik bilan oshirish yoki kamaytirish mumkin. Hozirda veb-serverlar ham klasterlar koʻrinishida tashkil qilinmoqda. Bunday klasterlar – serverli fermalar (*server farms*) deb ataladi.

Meynfremalar. Meynfremalar deganda 60-yillarda ishlab chiqarilgan kompyuterlarni eslatuvchi, katta-katta xonalarni egallaydigan katta oʻlchamlarga ega boʻlgan kompyuterlar tushuniladi (1.10-rasm).



1.10-rasm. Meynfremalar.

Bunday kompyuterlarning unumdorligi tezkor serverlarning unumdorligidan uncha katta emas, ammo ularda maʼlumotlarni kompyuterga kiritish-chiqarish jarayonlari juda katta tezliklarda amalga

oshirilishi mumkin. Ular juda katta-katta terabaytlarda (1 terabayt = 10^{12} bayt) o'lganadigan diskli xotiralarga egadir. Shuning uchun meynfreymlardan Internet serverlari sifatida foydalanilmoqda. Meynfreymlarga o'xshash bo'lgan kompyuterlarning yana bir xili, bu – *superkompyuterlardir* (1.11-rasm).



1.11-rasm. Superkompyuter.

Superkompyuterlar protsessorlarining unumdorligi ancha katta bo'lib, ularda bir necha o'n gigabaytlarga ega tezkor xotira modullari, yuqori tezliklarda ishlovchi disklar va tarmoq interfeyslari o'rnatilgan. Superkompyuterlardan murakkab bo'lgan hisoblashlar talab qilinadigan, ilmiy va texnik masalalarni echishda foydalanilmoqda. Ular yordamida – to'qnashuvchi galaktikalarni modellashtirish, yangi dori vositalarini sintez qilish, yangi loyihalananayotgan uchish apparatlari atrofidagi havo oqimini modellashtirish kabi masalalar echilmoqda.

1.3. Ma'lumotlarning xillari. Buyruqlarning formatlari va xillari. Adreslash. Boshqarish oqimi. Uzilishlar.

Kompyuterlarda ifodalanishi mumkin bo'lgan ma'lumotlarning xillarini *ikkita turkumga* ajratish mumkin:

1. Raqamli ma'lumotlar, ya'ni sonlar bilan ifodalanuvchi ma'lumotlar.
2. Raqamli bo'lmagan ma'lumotlar.

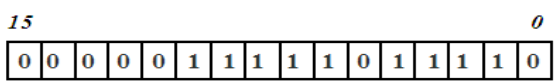
Raqamli ma'lumotlar va ularni kompyuterda qanday ifodalanishini ko'rib chiqamiz.

Butun sonlar. Raqamli ma'lumotlarning asosiysi – bu *butun sonlardir*. Butun sonlar kompyuterda ikkilik sonlar ko'rinishida saqlanadi. Ular odatda 8, 16, 32 va 64 bitli uzunliklardan biriga ega bo'lishlari mumkin. Kompyuterda butun sonlar *ishorali* va *ishorasiz* ko'rinishlarda ifodalanishi mumkin (1.12-rasm). 32-razryadli *so'z* (rus tilida – слово) yordamida 0 dan $2^{32}-1$ gacha bo'lgan ishorasiz hamda $-2^{31}-1$ dan $+2^{31}-1$ gacha bo'lgan ishorali butun sonlarni ifodalash mumkin.

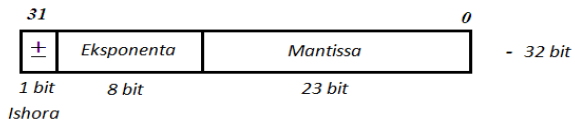
Butun bo'lmagan sonlar. Butun bo'lmagan sonlarni (3,14; 0,495; 0,0056; ...) ifodalash uchun *suriluvchi nuqtali sonlar* ishlatiladi (rus tilida – числа с плавающей точкой). Ularning uzunliklari 32, 64 yoki 128 bitgacha bo'lishi mumkin (1.13-rasm).

Ishorasiz	$18 \rightarrow 10010$	$\begin{array}{ccccccc} 7 & & & & & & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{array}$	$\begin{array}{r} 18 \overline{)2} \\ \underline{18} \\ 0 \\ \underline{8} \\ \underline{2} \\ \underline{1} \\ \end{array}$
Ishorali	$\pm 18 \rightarrow \pm 10010$	$\begin{array}{ccccccc} 7 & & & & & & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ + \end{array}$	
		$\begin{array}{ccccccc} 7 & & & & & & 0 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ - \end{array}$		- 8 razryadli

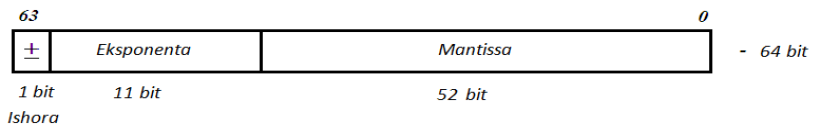
$2014 \rightarrow 11111011110$ - Ishorasiz butun son



1.12.-rasm. Butun sonlar.



a)



b)

1.13-rasm. Suriluvchi nuqtali sonning IEEE standartidagi formatlari.

Misollar:

$$3,14 = 0,314 * 10^1$$

$$0,495 = 0,495 * 10^0$$

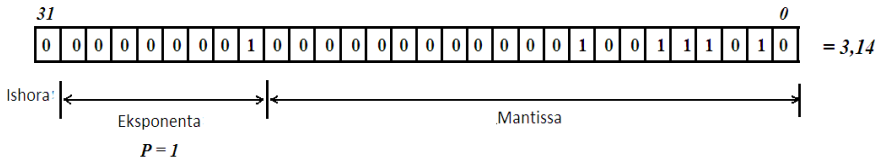
$$0,00056 = 0,56 * 10^{-3}$$

$$2014 = 0,2014 * 10^4$$

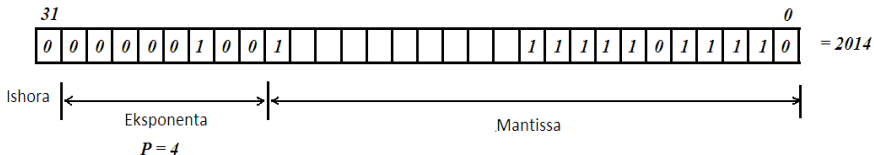
314; 495; 56; 2014 – mantissalar.

1; 0; -3; 4 – eksponentalar (darajalar, tartiblar) (1.14-rasm).

314 --- 100111010



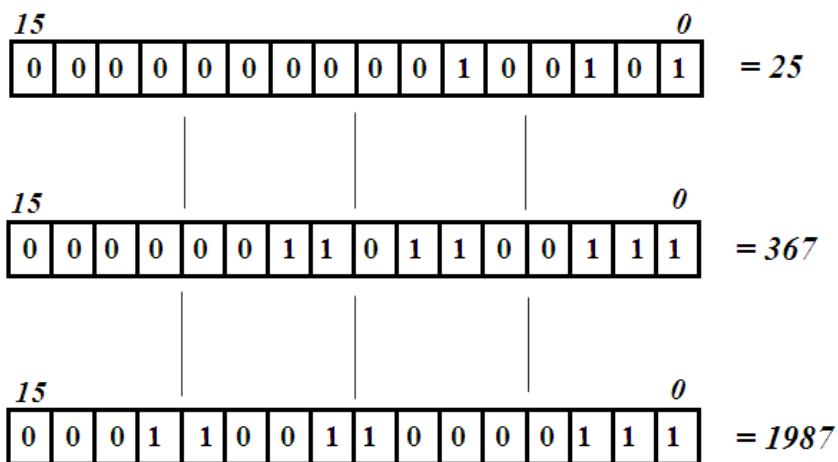
2014 --- 11111011110



1.14-rasm. Suriluvchi nuqtali sonlarga misollar.

Oʻnlik sonlar. Bunda oʻnlik sistemasida yozilgan har bir raqam, ikkilik sistemasidagi *toʻrtta raqam* bilan almashtiriladi. Ikkita oʻnlik raqam, bitta baytga joylashtiriladi (1.15-rasm). Bu ikkilik-oʻnlik formati deb ataladi. (rus tilida – двоично-десятичный формат).

Misollar: 25 --- 0010 0101
 367 --- 0011 0110 0111
 1987 --- 0001 1001 1000 0111



1.15-rasm. Oʻnlik sonlarga misollar.

Raqamli boʻlmagan maʼlumotlar va ularning xillari.

Simvulli maʼlumotlar. Matnlarni ishlashda, maʼlumotlar bazalarini boshqarishda va boshqa shularga oʻxshash hollarda simvulli maʼlumotlar bilan ishlashga toʻgʻri keladi. Simvulli maʼlumotlarga misol qilib ASCII (American Standard Code for Information Interchange) va UNICODE kodlarini keltirish mumkin. Ularning uzunliklari mos holda 7 (8) va 16 razryadli boʻlishi mumkin (1.1-jadval).

Qatorlar koʻrinishidagi maʼlumotlar yoki qatorlar koʻrinishidagi oʻzgaruvchilar. Bu xildagi maʼlumotlarning oxirida maxsus belgi yoki qatorning uzunligini koʻrsatuvchi qismi mavjud boʻladi. Kompyuterda ushbu qatorlar ustida – koʻchirib yozish, qidirib topish va ularni tahrirlash amallarini bajaruvchi buyruqlar mavjud.

Mantiqiy ma'lumotlar. Mantiiy ma'lumotlar esa ikkita qiymatga ega bo'lishi mumkin: rost yoki yolg'on (true yoki falshe), ya'ni 1 yoki 0.

1.1-jadval. ASCII simvollariga to'g'ri keladigan kodlarning jadvali.

Raqam	Simvol	Raqam	Simvol	Raqam	Simvol	Raqam	Simvol	Raqam	Simvol	Raqam	Simvol
20	(npo- ben)	30	0	40	@	50	P	60	'	70	P
21	!	31	1	41	A	51	Q	61	a	71	Q
22	"	32	2	42	B	52	R	62	b	72	R
23	#	33	3	43	C	53	S	63	c	73	S
24	\$	34	4	44	D	54	T	64	d	74	T
25	%	35	5	45	E	55	U	65	e	75	U
26	&	36	6	46	F	56	V	66	f	76	V
27	'	37	7	47	G	57	W	67	g	77	W
28	(	38	8	48	H	58	X	68	h	78	X
29	)	39	9	49	I	59	Y	69	i	79	Y
2A	*	3A	:	4A	J	5A	Z	6A	j	7A	Z
2B	+	3B	;	4B	K	5B	[	6B	k	7B	{
2C	,	3C	<	4C	L	5C	\	6C	l	7C	|
2D	-	3D	=	4D	M	5D	]	6D	m	7D	}
2E	.	3E	>	4E	N	5E	^	6E	n	7E	~
2F	/	3F	?	4F	O	5F	_	6F	o	7F	DEL

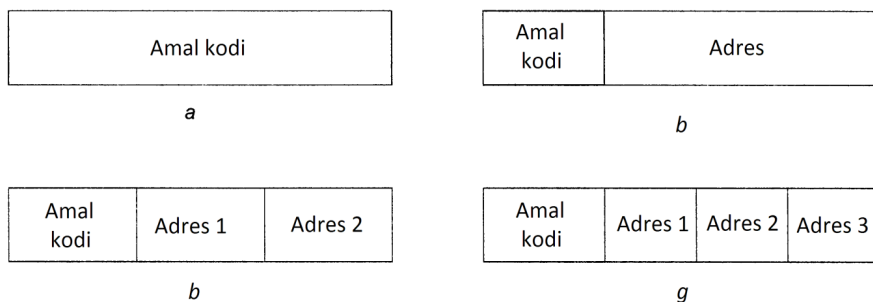
Pentium 4 protsessorida qo'llaniladigan ma'lumotlarning xillari.

Pentium 4 protsessori IEEE 754 standartiga asoslangan – ikkilik ishorali va ishorasiz butun sonlarni, ikkilik-o'nlik sanoq sistemasidagi sonlarni va suriluvchi nuqtali sonlarni ifodalay oladi [16]. Bu protsessor asosida qurilgan kompyuter 8/16 – razryadli kompyuter hisoblanib, shunday uzunlikka ega bo'lgan butun sonlar bilan ishlay oladi (1.2-jadval). Unda ko'p sonli arifmetik buyruqlarni, bul amallarini va taqqoslash amallarini bajarish mumkin. Pentium 4 protsessori 8-razryadli ASCII simvollar bilan ishlay oladi, unda simvollaridan iborat bo'lgan qatorlarni ko'chirib yozish va qidirib topish kabi maxsus buyruqlar ham mavjud.

1.2-jadval. Pentium 4 protsessori raqamli ma'lumotlarining xillari.

Xili	1 bit	8 bit	16 bit	32 bit	64 bit	128 bit
Bit						
Ishorali butun sonlar		Bor	Bor	Bor		
Ishorasiz butun sonlar		Bor	Bor	Bor		
Ikkilik-o'nlik butun sonlar		Bor				
Suriluvchi nuqtali sonlar				Bor	Bor	

Buyruqlarning formatlari va xillari. Buyruq – *amal kodi, ushbu amalda qatnashayotgan operanda yoki operandalar qayerdan olinishi va natija qayerga yozilishi kerakligi haqidagi axborotlardan* iborat bo'ladi [3,10,18]. 1.16-rasmda buyruqlar to'plami sathiga oid buyruqlar formatlarining bir nechta xillari keltirilgan.



1.16-rasm. Buyruqlar formatlarining to'rtta xili.

- a) adressiz buyruq; b) bir adresli buyruq;
 v) ikki adresli buyruq; g) uch adresli buyruq.

Buyruqlarda amal kodi – har doim bo'ladi, ammo adreslar esa buyruqlarda bo'lmasligi ham mumkin. Bunday buyruqlar adressiz buyruqlar deb ataladi. Qolgan xil buyruqlarda esa bitta, ikkita yoki uchta-agacha adreslar ishtirok etishi mumkin.

MOVE R1, 4 – bir adresli buyruq; **ADD R1, R2** – ikki adresli buyruq.

Buyruqlarning xillari:

1. Ma'lumotlarni ko'chirib yozish buyruqlari – **LOAD, STORE, MOVE** (1.3-jadval).
2. Ikkita operandalar ustida amallar bajarish buyruqlari – **ADD, SUB, AND, OR** (1.4-jadval).
3. Bitta operanda ustida amallar bajarish buyruqlari – **INC, DEC, NOT, RL**.
4. Taqqoslash va shartli o'tish buyruqlari – **CMP**.
5. Dastur osti dasturlarini (rus tilida – подпрограмма) chaqirish buyruqlari – **CALL** (1.5-jadval).
6. Sikllarni boshqarish buyruqlari.
7. Ma'lumotlarni kiritish-chiqarish buyruqlari – **IN, OUT**.

1.3-jadval. Pentium 4 protsessorining ko'chirib yozish buyruqlari.

Buyruq	Tavsifi
<i>Olib yozish buyruqlari</i>	
MOV DST, SRC	SRC dan DST ga olib yozish
PUSH SRC	SRC dan olib stekka yozish
POP DST	Stekdan DST ga olib yozish
XCHG DS1, DS2	DS1 va DS2 joylarni almashtirish
LEA DST, SRC	SRC ning haqiqiy adresini DST ga yozish
CMOV DST, SRC	Shartli ko'chirib yozish

Adreslash. Boshqarish oqimi va uzilishlar. Ko'pgina buyruqlar joylashgan o'rinlari ko'rsatilishi kerak bo'lgan *operandalar* bilan ishlaydi. Operandaning joylashgan o'rnini ko'rsatish *adreslash* deb ataladi. Adreslashning quyidagi xillari yoki rejimlari (1.6-rasm) mavjud:

1. Bevosita adreslash rejimi.
2. To'g'ridan-to'g'ri adreslash rejimi.
3. Registrlar yordamida adreslash rejimi.
4. Registrlar yordamida bilvosita adreslash rejimi.
5. Indeksli adreslash rejimi.
6. Nisbiy indeksli adreslash rejimi.
7. Stekli adreslash rejimi.

1.4-jadval. Pentium 4 protsessorining arifmetik buyruqlari.

Buyruq	Tavsifi
<i>Arifmetik buyruqlar</i>	
ADD DST, SRC	SRC ba DST larni qo`shish
SUB DST, SRC	SRC dan DST ni ayirish
MUL SRC	EAX ni SRC ga ko`paytirish. (Ishorani hisobga olmagan xolda)
IMUL SRC	EAX ni SRC ga ko`paytirish (Ishorani hisobga olgan xolda)
DIV SRC	EAX ni SRC ga bo'lish (Ishorani hisobga olmagan xolda)
IDV SRC	EAX ni SRC ga bo'lish (Ishorani hisobga olgan xolda)
ADC DST, SRC	SRC bilan DST qo`shish, o`tish bitini ham qo`shish.
SBB DST, SRC	SRC dan DST ni ayirish , SRC dan o`tish bitini hisobga olish.
INC DST	DST ning inkrementi (1 ni qo`shish)
DEC DST	DST ning dekrementi (1 ni ayirish)
NEG DST	DST ning inkori (DST ni 0 dan ayirish)

1.5-jadval. Pentium 4 protsessorining boshqarishni uzatish buyruqlari.

Buyruq	Buyruqning tavsifi
<i>Boshqarishni uzatish buyruqlari</i>	
JMP ADDR	Adresga o'tish
Jxx ADDR	Bayroqlar asosida shartli o'tishlar
CALL ADDR	Dastur osti dasturini chaqirish
RET	Dastur osti dasturidan qaytish
IRET	Uzilishdan qaytish
LOOPxx	Aniq bir shart bajarilguncha siklni davom ettirish
INT ADDR	Dastur tomonidan uzilish
INTO	To'lib qolish biti o'rnatilsa, uzilish

1.6-jadval. Adreslash rejimlarini taqqoslash.

Adreslash rejimi	Pentium 4	UltraSPARC III	8051
Bevosita adreslash rejimi	Bor	Bor	Bor
To'g'ridan-to'g'ri adreslash rejimi	Bor		Bor
Registrlar yordamida adreslash rejimi	Bor	Bor	Bor
Registrlar yordamida bilvosita adreslash rejimi	Bor	Bor	Bor
Indeksli adreslash rejimi	Bor	Bor	Bor
Nisbiy indeksli adreslash rejimi		Bor	
Stekli adreslash rejimi			

Dasturni ishlashi davomida undagi buyruqlarning bajarilish ketma-ketligi - *boshqarish oqimi* deb ataladi. O'tishlar va dastur osti dasturlarini chaqirishlar bo'lmasa, buyruqlar xotiraning *ketma-ket yacheykalaridan* chaqirib olinib bajariladilar. Quyidagi misolda Pentium 4 assemblerida $I^2+J^2+K^2$ ifodani hisoblash dasturi keltirilgan. Undagi buyruqlar xotiraning ketma-ket yacheykalaridan chaqirib olinib bajariladi.

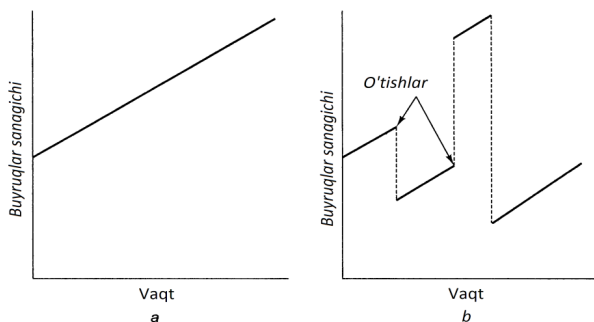
MARIA:	MOV EAX, I	; EAX = I	5	100
	MOV EBX, J	; EBX = J	6	105
ROBERTA:	MOV ECX, K	; ECX = K	6	111
	IMUL EAX, EAX	; EAX = I * I	2	117
	IMUL EBX, EBX	; EBX = J * J	3	119
	IMUL ECX, ECX	; ECX = K * K	3	122
MARILYN:	ADD EAX, EBX	; EAX = I * I + J * J	2	125
	ADD EAX, ECX	; EAX = I * I + J * J + K * K	2	127
STEPHANY:	JMP DONE	; DONE ga o'tish	5	129

Ushbu misollarda esa shartli o'tish va dastur osti dasturlarini chaqirish operatorlariga ega dasturlar keltirilgan.

Adres	Mash. kodi	Metka	Mnemokod	Izoh
<i>0800</i>	<i>DB 05</i>	<i>WAIT 1</i>	<i>IN 05</i>	Kirish qurilmasidagi son o'qilsin
<i>0802</i>	<i>E6 02</i>		<i>ANI 02</i>	Birinchi uzgich-ulagich yoqilganmi? (02 - 0000 0010)
<i>0804</i>	<i>CA 0008</i>		<i>JZ</i>	Yoqilmagan bo'lsa, <i>WAIT 1</i> belgisiga o'tilsin
<i>0807</i>	<i>3E FF</i>		<i>MVI A, FF</i>	Yoqilgan bo'lsa, chiqish qurilmasining yorug'lik diodlari ham yoqilsin.
<i>0809</i>	<i>D3 70</i>		<i>OUT 70</i>	
<i>080B</i>	<i>DB 05</i>	<i>WAIT 2</i>	<i>IN 05</i>	Kirish qurilmasidagi son o'qilsin
<i>080D</i>	<i>E6 40</i>		<i>ANI 40</i>	Oltinchi uzgich-ulagich yoqilganmi? (40 - 0100 0000)
<i>080F</i>	<i>CA 0B08</i>		<i>JZ</i>	Yoqilmagan bo'lsa, <i>WAIT 2</i> belgisiga o'tilsin
<i>0812</i>	<i>3E 00</i>		<i>MVI A, 00</i>	Yoqilgan bo'lsa, chiqish qurilmasining yorug'lik diodlari o'chirilsin
<i>0814</i>	<i>D3 70</i>		<i>OUT 70</i>	
<i>0816</i>	<i>C3 0008</i>		<i>JMP WAIT 1</i>	Dasturning boshlanishiga qaytilsin.

Adres	Mash. kodi	Metka	Mnemokod	Izoh
<i>0A00</i>	<i>AF</i>	<i>BPP</i>	<i>XRA A</i>	Akkumulyatorni tozalash, ya'ni unga 00 raqamlarini yozish
<i>0A01</i>	<i>D3 80</i>		<i>OUT BP</i>	00 raqamlarini chiqish qurilmasiga yozish
<i>0A03</i>	<i>CD 0009</i>		<i>CALL DLY</i>	1-dastur osti dasturini chaqirish
<i>0A06</i>	<i>2F</i>		<i>CMA</i>	Akkumulyatordagi sonni inkorlash, ya'ni unga FF raqamlarini yozish
<i>0A07</i>	<i>D3 80</i>		<i>OUT BP</i>	FF raqamlarini chiqish qurilmasiga yozish.
<i>0A09</i>	<i>CD 0009</i>		<i>CALL DLY</i>	1-dastur osti dasturini chaqirish.
<i>0A0C</i>	<i>C9</i>		<i>RET</i>	

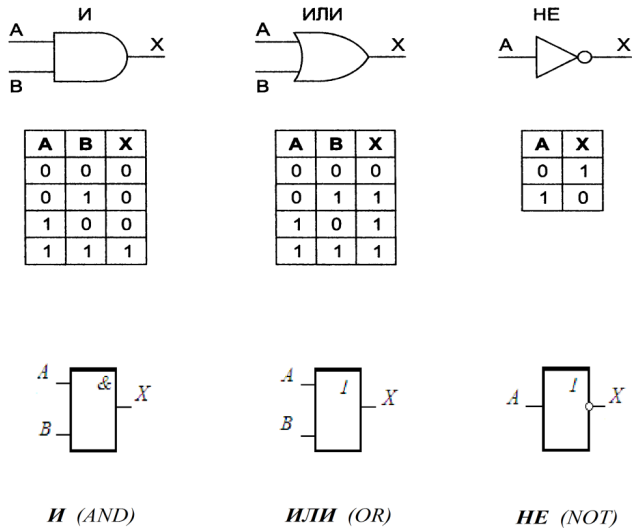
Agar asosiy dasturni ishlashi davomida boshqa bir dastur, ya'ni dastur osti dasturi chaqiriladigan bo'lsa – *uzilish* (rus tilida – прерывание) sodir bo'ladi. Bunda asosiy dasturning buyruqlarini xotiradan ketma-ket chaqirish to'xtatilib, yangi ishga tushirilgan dasturni – *dastur osti dasturini* (rus tilida – подпрограмма) bajarish yo'lga qo'yiladi (1.17-rasm). Dastur osti dasturi ishlab bo'lgandan so'ng esa, asosiy dasturga qaytiladi va avvalgi ketma-ketlik to'xtatilgan joyidan boshlab bajarilishi yo'lga quyiladi.



1.17-rasm. Asosiy dasturni ishlashi: a) uzilishsiz; b) uzilishlar bilan.

1.4. Bul algebrasi va ventillar. Bul funksiyalarini amalga oshirish.

Kompyuterning elementi hisoblangan – *raqamli sxema* yordamida o'zgaruvchilari va qiymati ikkita mantiqiy qiymatdan birini qabul qilishi mumkin bo'lgan funksiyalar amalga oshiriladi. Bunday funksiyalar *Bul funksiyalari* deb ataladi. Ushbu funksiyalar va ularni qo'llash qoidalari ingliz matematiki Djordj Bul (1815-1864) nomi bilan yuritiladigan Bul algebrasida ishlab chiqilgan. Kompyuter arxitekturasining raqamli mantiqiy sathi elementlarini loyihalashda, Bul algebrasi koidalariidan foydalaniladi. 1.18-rasmda hozirgi kompyuter sxemalarini tashkil qiluvchi va Bul algebrasining oddiy funksiyalari hisoblangan, mantiqiy ko'paytirish – ***И*** (*AND*), mantiqiy qo'shish – ***ИЛИ*** (*OR*) va inkorlash – ***НЕ*** (*NOT*) funksiyalarini bajaruvchi elementlar va ularning haqiqat jadvallari keltirilgan.



1.18-rasm. Bul algebralesining oddiy funksiyalarini bajaruvchi elementlar.

Bu elementlarni, o‘zbek tilida mos holda **VA**, **HAM** va **EMAS** deb atash mumkin. Biz ularni va boshqa shu kabi elementlarni rus va ingliz tilidagi nomlaridan foydalanamiz. 1.18-rasmning yuqori qismida elementlarning Amerika standartidagi, pastki qismida esa Rossiya standartidagi ko‘rinishlari keltirilgan [2].

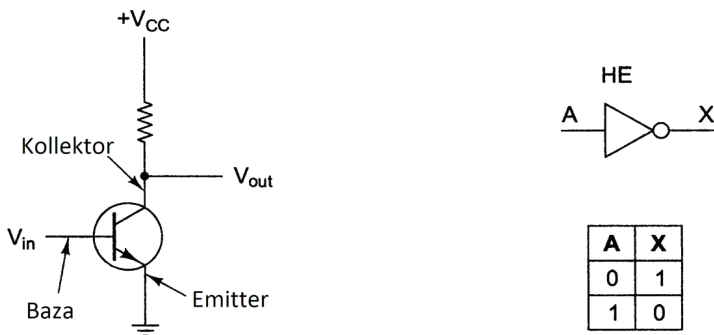
Ushbu sxemalarning kirishiga 0 yoki 1 ga teng bo‘lgan mantiqiy o‘zgaruvchilar beriladi, ularning chiqishida esa, yana o‘sha mantiqiy qiymatlarni qabul qila olishi mumkin bo‘lgan funksiyalarning, ya’ni Bul funksiyalarining qiymatlari olinadi. Sxemalarda mantiqiy qiymatlar ma’lum bir kattalikdagi kuchlanishlar bilan ifodalanadi. Odatda mantiqiy **0-ga** 0 dan 1V-gacha bo‘lgan kuchlanish, mantiqiy **1-ga** esa 2 dan 5V-gacha bo‘lgan kuchlanishlar mos keladi. TTL va ESL texnologiyalarida mantiqiy **1-ga** to‘g‘ri keladigan kuchlanishning maksimal qiymati 5V, MOP texnologiyasida esa +3,3V bo‘lishi mumkin.

Yuqoridagi va keyingi rasmlarda keltirilgan oddiy mantiqiy funksiyalarni amalga oshiruvchi juda kichik elektron qurilmalar – *ventillar* deb ataladi. Ventillar – *tranzistorlar* asosida quriladi (1.19-rasm). Barcha zamonaviy mantiq, ya’ni mantiqiy sxemalarni qurish binar uzgich-ulagich

sifatida ishlay oladigan *tranzistorlarga* asoslanadi. Tranzistor yordamida, *ikkita qiymatga ega signallardan* turli xil Bul funksiyalarini amalga oshiruvchi raqamli sxemalarni hosil qilish mumkin. Kompyuterlarni qurishda ishlatilgan kichik mikrosxemalardan tortib, to katta va o'ta katta integratsiyadagi mikrosxemalar hisoblangan turli xildagi protsessorlar ham – *raqamli sxemalardan* tashkil topgandir. Shuning uchun kompyuterlar protsessorlarining ko'rsatgichlaridan biri sifatida, ularning tarkibida ishlatilgan tranzistorlar sonidan ham foydalaniladi. Masalan: biz ushbu qo'llanmada ko'rib chiqadigan 8-razryadli protsessor Intel 8080 protsessori tarkibida 6 mingta, 16-razryadli protsessor Intel 8088 tarkibida 29 mingta va 32-razryadli protsessor Pentium 4 protsessori tarkibida esa 42 millionta tranzistor ishlatilgan.

1.19-rasmda keltirilgan **HE (NOT)** – inkorlash amalini bajaruvchi elementning sxemasi tarkibida, bipolyar tranzistor qo'llanilgan. Tranzistor tashqi muhit bilan bog'lana oldigan uchta ulanish nuqtalariga ega, ular – *kollektor, baza va emitter* deb nomlanadi.

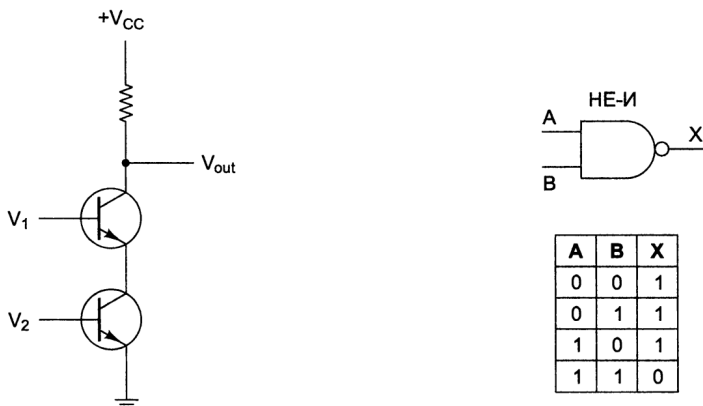
Agar V_{in} kirish kuchlanishi, ya'ni tranzistorning bazasidagi kuchlanish ma'lum bir kritik qiymatdan kichik bo'lsa, tranzistorda uzilish sodir bo'ladi va u juda katta qiymatga ega qarshilik sifatida ishlaydi. Kritik qiymat deganda – mantiqiy 1-ga to'g'ri keladigan kuchlanishdan kichikroq bo'lgan kuchlanishning qiymati tushuniladi. Bunda tranzistorning kollektoriga berilayotgan $+V_{cc}$ kuchlanishi natijasida hosil bo'lgan tok, tranzistor orqali uning emitteriga o'ta olmaydi. Natijada sxema uchun chiqish signali hisoblangan V_{out} kuchlanishining qiymati, $+V_{cc}$ kuchlanishining qiymatiga yaqin qiymatga teng bo'ladi. Ushbu xildagi tranzistorlar uchun odatda $+V_{cc} = 5V$.



1.19-rasm. **HE (NOT)** – inkorlash amalini bajaruvchi element.

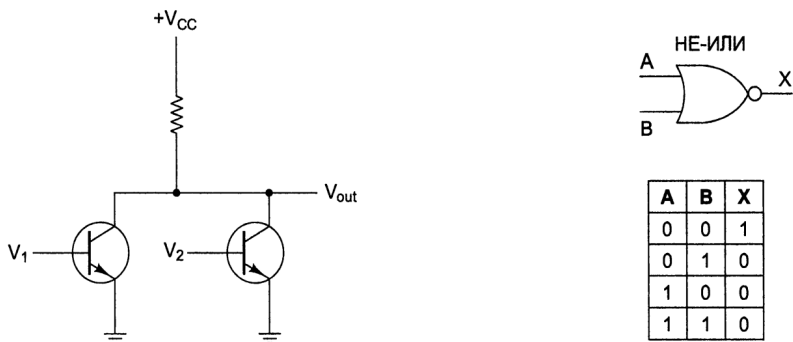
Agar V_{in} kuchlanishining qiymati kritik qiymatdan katta bo'lsa, tranzistor ulanadi, ya'ni u orqali tok oqa boshlaydi va tranzistor o'tkazgich sifatida ishlaydi. Bu esa V_{out} signalini erga ulanganligini anglatadi, ya'ni bunda $V_{out} \approx 0$ bo'ladi. Demak agar sxemadagi V_{in} kuchlanishining qiymati $[0, 5V]$ chegaraning pastki qiymatiga yaqin bulsa, V_{out} kuchlanishining qiymati chegaraning yuqori qiymatiga ega bo'ladi. Bu esa ushbu sxemani, inkorlash sxemasi – invertor ekanligini anglatadi. Unda mantiqiy 0, mantiqiy 1 ga, mantiqiy 1 esa mantiqiy 0 ga aylantiriladi. Sxemada siniq chiziqlar shaklida ifodalangan qarshilik (rezistor) esa tranzistor kuyib qolmasligi uchun, undan o'tayotgan tok kuchini cheklash maqsadida qo'yilgan. Tranzistorni bir holatdan boshqa holatga o'tishi uchun, bir necha nanosekund kerak bo'ladi. 1.19.-rasmning o'ng tomonida inkorlash amalini bajaruvchi element – *invertorning* chizmalardagi ifodalanishi va uning haqiqat jadvali keltirilgan.

1.20-rasmda keltirilgan **HE-N** (*NOT-AND*) – mantiqiy ko'paytirish va inkorlash amallarini bajaruvchi elementning sxemasi tarkibidagi ikkita tranzistor ketma-ket ulangan. Agar V_1 va V_2 kuchlanishlarning qiymatlari $[0, 5V]$ chegaraning yuqori qiymatlariga yaqin bo'lsa, ya'ni mantiqiy 1-ga teng bo'lsa, unda ikkala tranzistor ham o'tkazgichlarga aylanadi va sxemaning chiqishidagi kuchlanish o'zining past qiymatiga teng bo'lib qoladi. Bunda chiqishda mantiqiy 0 hosil bo'ladi. Agar tranzistorlardan birining kirishidagi, ya'ni bazasidagi kuchlanish past qiymatga – mantiqiy 0-ga teng bo'lsa, chiqish kuchlanishi V_{out} mantiqiy 1-ga mos bo'lgan kuchlanishga teng bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda, V_{out} kuchlanishi, mantiqiy 0-ga mos kuchlanishga teng bo'ladi, qachonki V_1 va V_2 kuchlanishlarning qiymatlari mantiqiy 1-ga mos keladigan kuchlanishga teng bo'lsagina. 1.20-rasmning o'ng tomonida esa, ushbu elementning chizmalardagi ifodalanishi va uning haqiqat jadvali keltirilgan.



1.20-rasm. **HE-И (NOT-AND)** – mantiyiy ko‘paytirish va inkorlash amallarini bajaruvchi element.

1.21-rasmda keltirilgan **HE-ИЛИ (NOT-OR)** – mantiyiy qo‘shish va inkorlash elementining sxemasi tarkibidagi ikkita tranzistor parallel tarzda ulangan. Agar kirishdagi bitta signal yuqori qiymatga (mantiyiy 1-ga) teng bo‘lsa, unga tegishli tranzistor ulanadi va kirishdagi signal V_{out} o‘zining pastki qiymatiga, ya’ni mantiyiy 0-ga teng bo‘ladi. Agar ikkala kirishdagi signal ham o‘zining pastki qiymatiga (mantiyiy 0-ga) teng bo‘lsagina, chiqishdagi kuchlanish yuqori qiymatga, ya’ni mantiyiy 1-ga teng bo‘ladi. 1.21-rasmning o‘ng tomonida, ushbu elementning chizmalardagi ifodalani-shi va uning haqiqat jadvali keltirilgan.



1.21-rasm. **HE-ИЛИ (NOT-OR)** – mantiyiy qo‘shish va inkorlash amallarini bajaruvchi element.

Yuqoridagi rasmlarda keltirilgan sxemalar – uchta oddiy ventillarni tashkil etadi. Ular mos ravishda **HE**, **HE-И** va **HE-ИЛИ** ventillari deb ataladilar. Ushbu ventillarning chiqishidagi kichik aylanacha esa, *inkorlovchi chiqish* deb ataladi. Chizmalardagi **A** va **B**-lar kirish signallari, **X** esa chiqish signalidir. Haqiqat jadvallarining qatorlarida kirish signallarining kombinatsiyalari va ularga to‘g‘ri keladigan chiqish signallarining qiymatlari keltirilgan.

1.18-rasmda keltirilgan **И** (**AND**) – mantiqiy ko‘paytirish elementini, **HE-И** elementining chiqishini, **HE** elementining kirishiga ulash bilan hosil qilish mumkin. **ИЛИ** (**OR**) – mantiqiy qo‘shish elementini esa, **HE-ИЛИ** elementining chiqishini, **HE** elementining kirishiga ulash bilan hosil qilish mumkin.

Beshta – **И**, **ИЛИ**, **HE**, **HE-И** va **HE-ИЛИ** ventillar, *kompyuter arxitekturasi raqamli mantiqiy sathining asosini* tashkil etadi. Bu erda muhim bo‘lgan jihatlardan birini ta’kidlab o‘tamiz. **HE-И** va **HE-ИЛИ** ventillarida – ikkitadan, **И** va **ИЛИ** ventillarida uchtdan tranzistorlar ishlatilgan. Shu sababli ko‘pgina kompyuterlarda **HE-И** va **HE-ИЛИ** ventillaridan asosiy – *bazaviy* elementlar sifatida foydalaniladi. **И**, **ИЛИ** va boshqa mantiqiy funksiyalarni amalga oshiruvchi sxemalar **HE-И** va **HE-ИЛИ** ventillari asosida yig‘iladi (1.23-rasmga qaralsin).

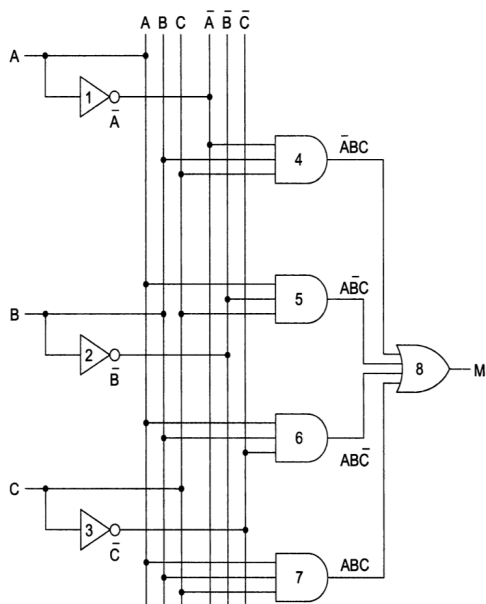
Bul funksiyalari ham, odatdagi algebra funksiyalari kabi bitta, ikkita, uchta va hokazo sondagi o‘zgaruvchilarga ega bo‘lishi mumkin. Masalan: oddiy bir funksiya f -ni quyidagicha aniqlashtirishimiz mumkin, $f(A)=1$, agar $A=0$ bo‘lsa, $f(A) = 0$, agar $A=1$ bo‘lsa. Bunday funksiya **HE** funksiyasi bo‘ladi.

n -ta o‘zgaruvchiga bog‘liq bo‘lgan, Bul funksiyasi o‘zgaruvchilarining mavjud kombinatsiyalari soni 2^n -taga teng bo‘ladi. Ushbu funksiyaning barcha qiymatlarini esa, 2^n -ta qatorga ega bo‘lgan jadval yordamida yozib chiqish mumkin, bunday jadval Bul algebrasida *haqiqat jadvali* deb ataladi. Yuqorida ko‘rib o‘tilgan elementlar bilan birga keltirilgan jadvallar, ularning haqiqat jadvallari hisoblanadi. **HE** funksiyasi bitta o‘zgaruvchili, **И** va **ИЛИ** funksiyalari esa ikkita o‘zgaruvchili funksiyalardir. Ikkita o‘zgaruvchili funksiyalarning haqiqat jadvallarida, o‘zgaruvchilarning kombinatsiyalari odatda 00, 01, 10 va 11 ketma-ketlikda yoziladi. Bunday funksiyalarni to‘liq tavsiflash uchun $2^2=4$ ta razryadli ikkilik son kerak bo‘ladi, va u haqiqat jadvalining natijalar ustunini vertikal tarzda o‘qish bilan hosil qilinadi. Shunday qilib, **И** – bu 0001, **ИЛИ** – 0111, **HE-И** – 1110 va **HE-ИЛИ** – 1000 bo‘ladi (1.18, 1.20 va 1.21- rasmlarga qaralsin). 4-ta razryadli ikkilik sonlar ketma-ketligining

16 xil (0000, 0001, 0010, ..., 1111) kombinatsiyasini yozish mumkin, bu esa ikkita o'zgaruvchili funktsiyaning 16-ta xili mavjud ekanligini anglatadi. Odatdagi algebrada esa ikkita o'zgaruvchili funktsiyaning cheksiz son-dagi xillari mavjud. Bunday funktsiyalarni xech birini, o'zgaruvchilarining barcha mumkin bo'lgan qiymatlari jadvali yordamida yozib bo'lmaydi, negaki ushbu o'zgaruvchilarning qiymatlari soni ham – cheksiz bo'ladi.

Uch o'zgaruvchili $M=f(A,B,C)$ Bul funktsiyasini yuqorida ko'rib o'tilgan sxemalar yordamida qanday amalga oshirish mumkinligini ko'rib chiqamiz. Shart – ushbu funktsiyaning qiymati, uning o'zgaruvchilari tarkibida qaysi bir qiymat ko'proq bo'lsa, o'shanga teng bo'lsin. Avval haqiqat jadvalini tuzib olamiz (1.22-rasm).

A	B	C	M
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1



1.22-rasm. $M=f(A,B,C)$ funktsiyasining haqiqat jadvali va mantiqiy sxemasi.

Funksiyaning 1-ga teng bo'lgan qiymatlari asosida quyidagicha yozuvni hosil qilamiz:

$$M = \overline{ABC} + A\overline{BC} + \overline{A}BC + ABC. \quad (1)$$

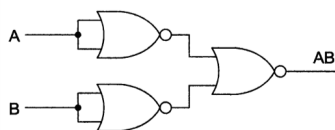
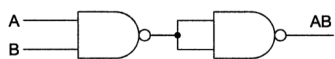
ya'ni, o'zgaruvchilarning kombinatsiyalari 011, 101, 110 va 111 bo'lsa, funksiya 1 qiymatni (*true*), qolgan holatlarda esa 0 qiymatni (*false*) qabul qilar ekan. Ushbu funksiyaning amalga oshirish uchun uchta kirishga ega bo'lgan uchta **I** elementi, to'rtta kirishga ega bo'lgan bitta **ИЛИ** elementi va uchta o'zgaruvchilarni inkorlarini hosil qilib olish uchun uchta **НЕ** elementi kerak bo'ladi.

I, **ИЛИ**, **НЕ** elementlardan foydalangan holda o'zgaruvchilari ko'p bo'lmagan ixtiyoriy bul funksiyasining mantiqiy sxemasini hosil qilish ketma-ketligini quyidagicha ifodalash mumkin:

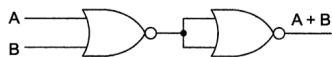
1. Berilgan funksiyaning haqiqat jadvali tuzib olinadi.
2. Har bir o'zgaruvchining inkorini hosil qilib olish uchun sxemaga invertorlar kiritiladi.
3. Haqiqat jadvalining 1-ga teng har bir qatori uchun sxemaga **I** elementlari kiritiladi.
4. **I** elementlarining kirishlariga jadvalning 1-ga teng qatorlariga mos keladigan o'zgaruvchilar ulanadi.
5. Barcha **I** elementlarining chiqishlarini, **ИЛИ** elementining kirishlariga ulanadi.

Ushbu ketma-ketlik bul funksiyasi (1) ifoda ko'rinishida, ya'ni ko'paytmalarning-yig'indisi shaklida keltirilgan hol uchun o'rinalidir. Bu misolda, bul funksiyasini **I**, **ИЛИ**, **НЕ** elementlardan foydalangan holda qanday amalga oshirish ko'rib chiqiladi. Amaliyotda esa, odatda bir xil ventillardan foydalangan holda, ya'ni *bir xil bazislar* asosida sxemalarni qurish amalga oshiriladi [2]. Negaki integral sxemalarni ishlab chiqishda shunday yo'l tutilgan. Buning ko'p foydali tomonlari bor. Kompyuterlarda mantiqiy sxemalarni amalga oshiruvchi integral sxemalar – **НЕ-I** va **НЕ-ИЛИ bazislari** asosida ishlab chiqilgan.

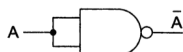
Shuning uchun istalgan ko'rinishdagi bul funksiyasini amalga oshirish uchun, Bul algebrasining asosiy mantiqiy funksiyalari hisoblangan **I**, **ИЛИ**, **НЕ** funksiyalarini (elementlarini), **НЕ-I** va **НЕ-ИЛИ bazislari** asosida amalga oshirib olish kerak bo'ladi. Bu quyidagicha bajariladi (1.23-rasm):



HE elementi



HE elementi



HE elementi

1.23-rasm. Bul algebrasining asosiy mantiqiy funksiyalarini **HE-HE** va **HE-HE** bazislari yordamida amalga oshirish.

1.5. Asosiy raqamli mantiqiy sxemalar.

Avvalgi bo‘limda ventillardan qanday qilib oddiy mantiqiy sxemalarni qurish mumkinligini ko‘rib chiqdik. Hozirgi paytda amaliyotda mantiqiy sxemalarni qurishda alohida-alohida ventillarni birlashtirgan modullardan iborat standart «qurilish» bloklaridan foydalaniladi. Ushbu qismda biz ana shunday standart bloklarni, ularni alohida-alohida ventillar yordamida qanday hosil qilishni va qanday qo‘llanilishini ko‘rib chiqamiz. Bunday qurilish bloklarining, ya’ni *asosiy raqamli mantiqiy sxemalarning* - kombinator va arifmetik sxemalar deb nomlanadigan xillari mavjud.

1. Kombinator sxemalar yoki kombinatsion sxemalar:

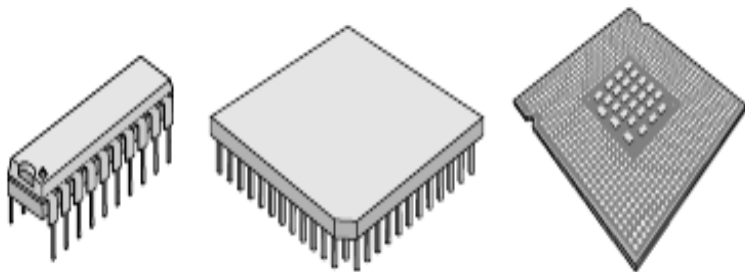
- multipleksorlar;
- dekoderlar;
- komparatorlar;
- dasturlanadigan mantiqiy matritsalar.

2. Arifmetik sxemalar:

- siljitish sxemalari;
- jamlagichlar;
- arifmetik-mantiqiy qurilmalar.

Asosiy mantiqiy sxemalar – *integral sxemalar* yoki *mikrosxemalar* degan umumiy nom bilan ham ataladilar. Integral sxema o‘lchamlari taħminan 5x5 mm (2x2 mm) ega kvadrat shaklidagi *kremniy bo‘lagidan* iborat bo‘ladi. Bunday bo‘laklarga kamida 1 tadan 10 tagacha ventillar joylashtirilishi mumkin bo‘ladi va ular kichik integral sxemalar deb ataladi [5,7,8].

Kichik integral sxemalar odatda kengligi 5-15 mm, uzunligi esa 20-50 mm ga teng bo‘lgan to‘g‘ri burchakli plastik yoki keramik korpuslarga joylashtirilgan bo‘ladi. Bunday mikrosxemalarning uzun tomonlarida, orasidagi masofa 2 mm (1 mm) ga yaqin qilib ishlangan chiqish oyoqchalariga ega bo‘ladi. Ushbu oyoqchalar yordamida integral sxema raz‘yomga yoki bosma plataga o‘rnatiladi. Har bir chiqish oyoqchalari qaysidir ventilning kirishi yoki chiqishiga, ta‘minot manbaiga yoki «erga» ulangan bo‘ladi. Tashqi qismida ikki qatorli chiqish oyoqchalariga ega bo‘lgan integral sxemalar rasmiy tarzda chiqishlari *ikki qator qilib joylashtirilgan korpus (Dual Inline Package, DIP)* yoki mikrosxema deb ataladi. Ko‘pincha korpuslar 14, 16, 18, 22, 24, 28, 40, 64 yoki 68 ta chiqishlarga ega bo‘ladi. Katta mikrosxemalar uchun esa chiqishlari to‘rttala tomonida yoki tagida joylashgan korpuslardan foydalaniladi (1.24-rasm).



1.24-rasm. Integral sxemalarning korpuslari.

Tarkibida bor bo‘lgan ventillar soni nuqtai nazaridan mikrosxemalarni, bir nechta sinflarga ajratish mumkin. Hozirda ham mikrosxemalarni shu tarzda sinflarga ajratib o‘rganish foydadan holi bo‘lmaydi va to‘g‘ri xisoblanadi. Negaki ular turli xil xususiyatlarga ega bo‘lib, turli xil maqsadlarda qo‘llanilishlari mumkin:

1. Kichik integral sxemalar – tarkibida 1 tadan 10 tagacha ventillar bo‘lgan mikrosxemalar.

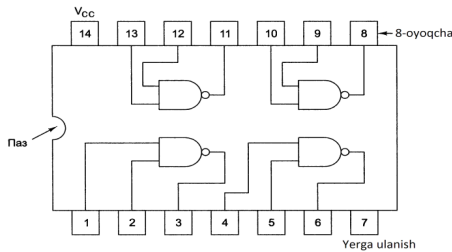
2. O‘rta integral sxemalar – tarkibida 10 tadan 100 tagacha ventillar bo‘lgan mikrosxemalar.

3. Katta integral sxemalar – tarkibida 100 tadan 100 000 tagacha ventillar bo‘lgan mikrosxemalar.

4. O‘ta katta integral sxemalar – tarkibida 100 000 tadan ortiq ventillar bo‘lgan mikrosxemalar.

Odatda kichik integral sxema ikkitadan oltitagacha, alohida-alohida foydalanilishi mumkin bo‘lgan, o‘zaro bog‘lanmagan ventillardan iborat bo‘ladi. 1.25-rasmda tarkibida to‘rtta ventil bo‘lgan kichik integral sxema keltirilgan.

Ushbu mikrosxemaning 12-ta chiqish oyoqchalari, uning tarkibidagi ventillarning kirish va chiqish signallari uchun mo‘ljallangan. Mikrosxemaning 7-nchi chiqish oyoqchasi uni «erga» ulash uchun, 14-inchi chiqish oyoqchasi esa unga beriladigan kuchlanish manbai uchun ajratilgan. Rasmdagi mikrosxemaning chap tomonida ko‘rsatilgan botiqlik esa, undan o‘ng tomonda mikrosxemaning 1-inchi chiqish oyoqchasi joylashganligini anglatadi. Mikrosxemaning qolgan oyoqchalarining raqamlanishi, rasmda ko‘rsatilgan tartibda amalga oshirilgan. O‘rta, katta va o‘ta katta mikrosxemalarda ham, ularning chiqish oyoqchalarining raqamlanishi ana shu tartibda amalga oshiriladi.

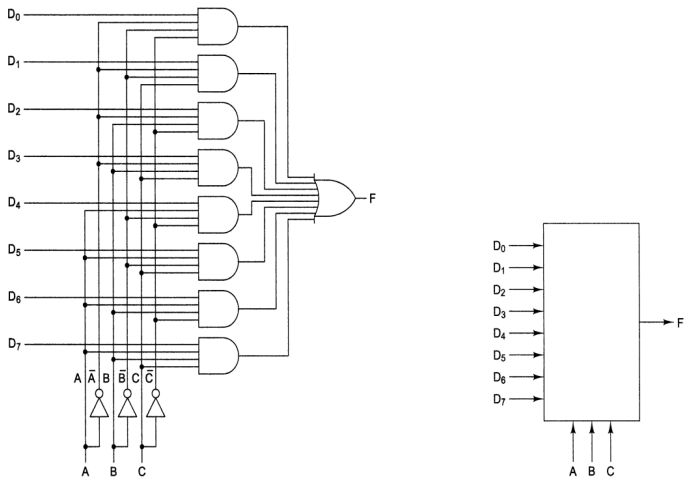


1.25-rasm. To‘rtta **HE-M** ventildan iborat kichik integral sxema.

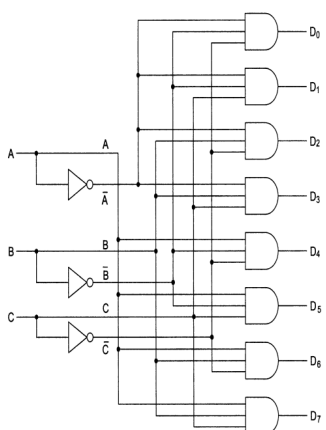
Raqamli mantiqni qo‘llashda, ko‘p hollarda bir nechta kirish va bir nechta chiqishlarga ega bo‘lgan, chiqishdagi signallarining qiymatlari, o‘sha paytdagi ularning kirishlariga berilgan signallarining qiymatlari asosida aniqlanadigan sxemalardan foydalaniladi. Bunday sxemalar *kombinator yoki kombinatsion sxemalar* deb ataladi. 1.4 paragrafda 1.22-rasmda keltirilgan haqiqat jadvalini amalga oshiradigan sxema – kombinator sxemaga misol bo‘la oladi.

Keyingi rasmlarda asosiy mantiqiy sxemalar hisoblangan – kombinator va arifmetik sxemalarga misollar keltirilgan. Ushbu misollarni keltirib o‘tishdan maqsad, ularni qanday qurilganliklarini ko‘rish bilan, kompyuter tarkibiga kirgan qurilmalar va umuman kompyuterning qay darajada mu-

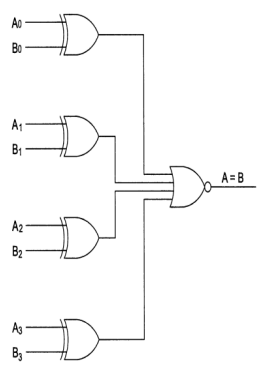
rakkab ekanligini tushuntirishdir. Asosiy mantiqiy sxemalar – qanday ventillardan iborat ekanligi va ularni soni qancha ekanligini, ushbu ventillar tarkibida qanchadan tranzistorlar borligini tasavvur qilish bilan zamonaviy kompyuter qay darajada murakkab tuzilishga ega ekanligini tushunish mumkin.



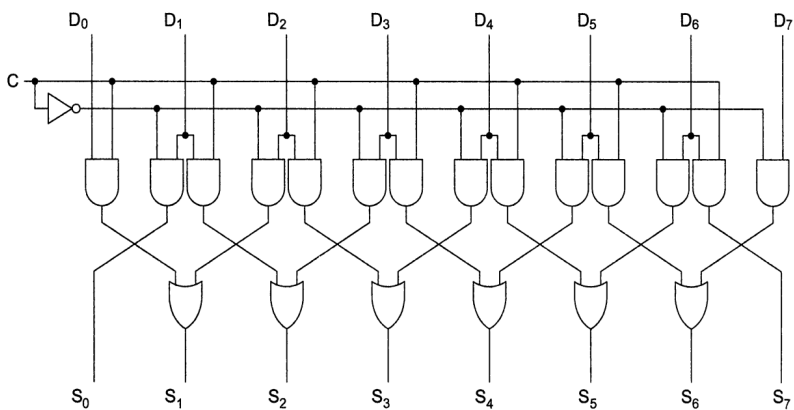
1.26-rasm. Sakkizta kirishga ega bo‘lgan multipleksor sxemasi va uning chizmalarda integral sxema ko‘rinishida ifodalanishi.



1.27-rasm. Uchta kirishga va sakkizta oddiy chiqishga ega bo‘lgan dekodeer. komparator.

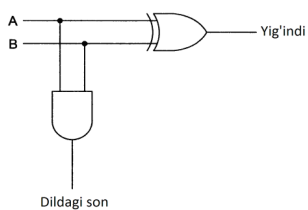


1.28-rasm. To‘rt razryadli



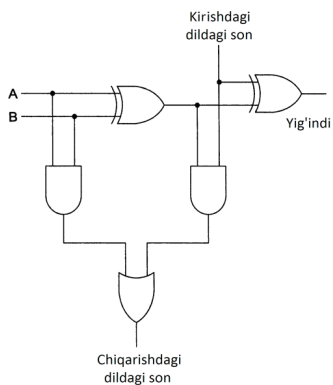
1.29-rasm. Siljitish sxemasi.

A	B	Yig'indi	Dildagi son
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1



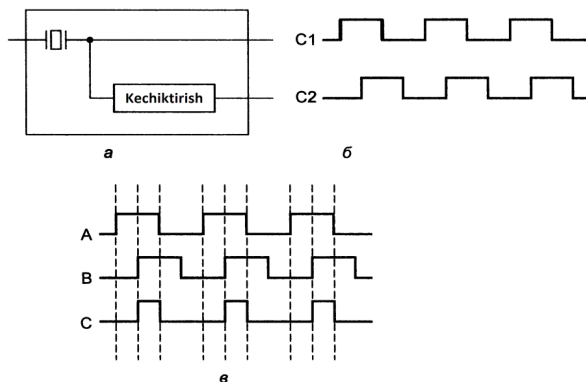
a)

A	B	Kirishdagi dildagi son	Yig'indi	Chiqarishdagi dildagi son
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1



b)

1.30-rasm. Yarim (a) va to'liq (b) jamlagichlarning haqiqat jadvallari va sxemalari.



1.31-rasm. Taktli generator (*a*); taktli generatorning vaqt diagrammasi (*b*); asinxron taktli impulslarni hosil qilish (*c*).

1-bob bo'yicha nazorat savollari.

1. Kompyuter arxitekturasini, bir nechta sathlar iyerarxiyasidan iborat ko'rinishda ifodalab o'rganish deganda nima tushuniladi va bu bilan nimga erishish mumkin bo'ladi?

2. Kompyuter arxitekturasining olti sathdan iborat tuzilishga ega ko'rinishda ifodalangan chizmasi keltiring va uni izohlab bering.

3. Mikroarxitektura sathi haqida tushuncha bering. Ma'lumotlar trakti deganda nima tushuniladi va u qanday amalga oshiriladi?

4. Kompyuter arxitekturasi va uni ko'p sathli tashkil qilinishi deganda nima tushuniladi?

5. Kompyuter arxitekturasiga oid zamonaviy g'oya va ishlanmalarga o'zining katta ta'sirini ko'rsatgan kompyuterlar va ularning tuzilishlari haqida ma'lumot bering.

6. Zamonaviy kompyuterlarning qanday turlarini bilasiz va ular bir biridan nimalari bilan farq qiladilar?

7. Mikrokontrollerlar qanday tuzilgan va hamda ularni ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega bo'lgan jihatlar qaysilar?

8. Ishchi stansiyalardan iborat komplekslar, meynfremlar kabi kompyuterlar qanday tuzilgan va nima uchun mo'ljallangan?

9. Kompyuterlarda ifodalanishi mumkin bo'lgan ma'lumotlarning qanday xillarini bilasiz? Misollar bilan tushuntiring.

10. Raqamli va raqamli bo‘lmagan ma’lumotlarning qanday xillarini bilasiz? Misollar bilan tushuntiring.

11. Buyruqlarning qanday formatlari va xillarini bilasiz? Misollar bilan tushuntiring.

12. Adreslash, boshqarish oqimi va uzilishlar haqida, misollar asosida tushuntirishlar bering.

13. Kompyuter texnikasida ventil deganda nima tushuniladi va ularning qanday xillarini bilasiz?

14. Trigger, registr deganda nimalar tushuniladi va ular nima uchun ishlatiladi? Chizmalar asosida tushuntiring.

15. Qaysi mantiqiy elementlar kompyuter texnikasida asosiy elementlar hisoblanadi va ularning haqiqat jadvallari qanday tuzilgan?

16. Haqiqat jadvali deganda nima tushuniladi? Misollar bilan tushuntiring.

17. ***И***, ***ИЛИ*** va ***НЕ*** mantiqiy elementlari asosida uncha katta bo‘lmagan mantiqiy sxemalarni amalga oshirish ketma-ketligini misol bilan tushuntirib bering.

18. Kompyuterlarda mantiqiy sxemalarni amalga oshiruvchi integral sxemalarni qurish qaysi mantiqiy elementlar asosida amalga oshirilgan va ular nima deb ataladi?

19. Asosiy raqamli mantiqiy sxemalarning nomlari va ularni bajaradigan vazifalarni aytib bering.

20. ***НЕ*** (***NOT***) – inkorlash amalini bajaruvchi element sxemasi qanday tuzilgan va u qanday ishlaydi?

21. Ikkita kirishga ega ***НЕ-И*** (***NOT-AND***) – mantiqiy ko‘paytirish va inkorlash amallarini bajaruvchi element sxemasi qanday tuzilgan va u qanday ishlaydi?

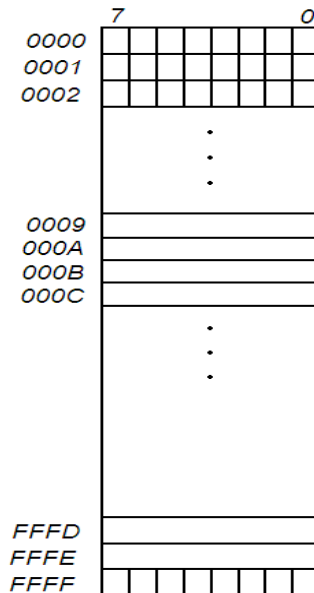
22. Ikkita kirishga ega ***НЕ-ИЛИ*** (***NOT-OR***) – mantiqiy qo‘shish va inkorlash amallarini bajaruvchi element sxemasi qanday tuzilgan va u qanday ishlaydi?

2. ASOSIY VA YORDAMCHI XOTIRA QURILMALARI

2.1. Asosiy xotira. Xotiraning adreslari. Baytlarning tartiblanishi

Asosiy xotira – kompyuterning dasturlar va ma'lumotlarni saqlash uchun mo'ljallangan komponentidir. Xotira ma'lum bir uzunlikka ega bo'lgan axborotlarni saqlovchi *yacheykalardan* iborat bo'ladi. Hozirgi kompyuterlarning xotirasi *8-bitli*, ya'ni bir baytli *yacheykalardan* iborat bo'lib, xotiraga ana shu baytlarning *adreslari* orqali murojaat qilinadi. Baytlarni guruhlariga birlashtirilib *so'zlar* (rus tilida – слово) hosil qilinadi. 1, 2, 4 va 8 baytli, ya'ni 8, 16, 32 va 64-bitli yoki *razryadli so'z uzunliklariga* ega kompyuterlar mavjud [1,5,11]. Ushbu qo'llanmada kompyuter xotirasining so'z uzunliklarini, protsessorlar ichki registrlarining uzunliklarini ifodalashda va boshqa holatlarda *razryad* iborasi qo'llanilgan.

2.1-rasmda 8-razryadli so'z uzunligiga ega asosiy xotira tasvirlangan.



Asosiy xotira 64 Kbayt

$$FFFF \text{ ---- } 2^{16} = 65536 \text{ bayt}$$

2.1-rasm. 8-razryadli so'z uzunligiga ega 64 Kbaytli asosiy xotira.

Ushbu asosiy xotirada yacheykalar adreslarining qiymati **0000** dan **FFFF** gacha o'zgarishi mumkin. Asosiy xotiraning umumiy hajmi 64 Kbayt (FFFF – 16 bit, $2^{16}=65536$ bayt). Hozirda bunday hajmli xotiralar – o'rnatiladigan kompyuterlarda, ya'ni kontrollerlarda ishlatilmoqda. Odatda asosiy xotira adreslari 16-lik sanoq sistemasida ifodalanadi.

2.2-rasmda so'z uzunligi 32-razryadga teng bo'lgan asosiy xotira tasvirlangan. Bunday so'z uzunligiga ega xotiralar, Pentium protsessorlari o'rnatilgan kompyuterlarda ishlatilmoqda. Ularda yacheykalarining adreslari **0000 0000** dan **FFFF FFFF** gacha o'zgarishi mumkin. Xotiraning umumiy hajmi 4 Gbayt (FFFF FFFF – 32 bit, $2^{32}= 4294967296$ bayt). So'z uzunligi 32-razryadli xotiralarda baytlar o'ngdan chapga yoki chapdan o'ngga qarab joylashtirilishi mumkin.

	31			0
0000 0000	3	2	1	0
0000 0004	7	6	5	4
0000 0008	B	A	9	8
0000 000C	F	E	D	C
0000 0010	13	12	11	10
0000 0014	17	16	15	14
0000 0018	1B	1A	19	18
FFFF FFF0				
FFFF FFF4				
FFFF FFF8				
FFFF FFFC	1- bayt	1- bayt	1- bayt	1- bayt

Asosiy xotira - 4Gbayt

2^{32} - 4 milliarddan ko'proq baytlar

2.2-rasm. 32-razryadga so'z uzunligiga ega, baytlari teskari tartibda joylashtirilgan 4 Gbaytli asosiy xotira.

2.2-rasmda keltirilgan xotirada Pentium protsessorli kompyuterlardagi kabi, baytlar o'ngdan chapga qarab joylashtirilgan. Bu baytlarni teska-

ri tartibda joylashtirish deb ataladi (rus tilida – обратный порядок следования байтов).

2.3-rasmda esa baytlar to‘g‘ri tartibda joylashtirilgan xotira chizmasi keltirilgan. Bu xildagi xotira *baytlar to‘g‘ri tartibda joylashtirilgan* xotira deb ataladi (rus tilida – прямой порядок следования байтов) va u SPARC oilasiga mansub protsessorlarga ega bo‘lgan serverlarda ishlatiladi.

	31				0
0000 0000	0	1	2	3	
0000 0004	4	5	6	7	
0000 0008	8	9	A	B	
0000 000C	C	D	E	F	
0000 0010	10	11	12	13	
0000 0014	14	15	16	17	
0000 0018	18	19	1A	1B	
FFFF FFF0					
FFFF FFF4					
FFFF FFF8					
FFFF FFFC	1-bayt	1-bayt	1-bayt	1-bayt	

Asosiy xotira - 4 Gbayt

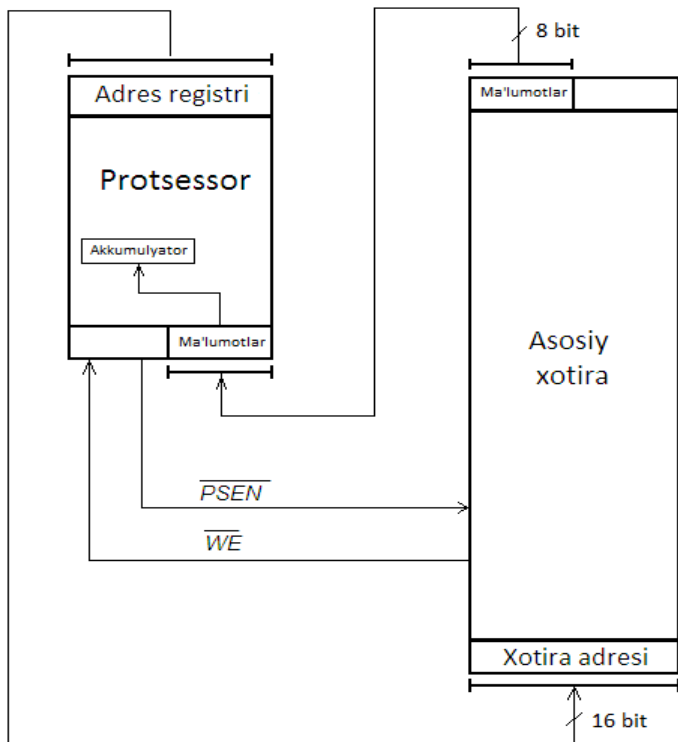
2^{32} -- 4 milliarddan ko‘proq baytlar

2.3-rasm. 32-razryadga so‘z uzunligiga ega, baytlari to‘g‘ri tartibda joylashtirilgan 4 Gbaytli asosiy xotira.

Buyruqlarni xotiradan o‘qish misolida, xotiraga murojaat qilish qanday amalga oshirilishini ko‘rib chiqamiz. 2.4-rasmda asosiy xotiraga murojaat qilish jarayoni ko‘rsatilgan.

Protsessorning **IP** (*Instruction Pointer*) yoki **PC** (*Program Counter*) deb nomlanuvchi registri, tartib bo‘yicha bajarilishi kerak bo‘lgan buyruq adresini ko‘rsatish uchun ishlatiladi. Ushbu registr buyruqlar sanagichi yoki buyruqlar ko‘rsatgichi deb nomlanadi. PC registrida yozilgan adres,

ya'ni navbatdagi bajarilishi kerak bo'lgan buyruqning adresi, protsessorning adres shinasini yordamida asosiy xotira bilan bog'lanuvchi porti - adres registri orqali xotiraning, xotira adresi registriga uzatiladi. Shundan so'ng xotiraning ma'lumotlar registriga ushbu adres bo'yicha yozilgan ma'lumot chiqariladi. Bu ma'lumot, ma'lumotlar shinasini orqali protsessorning registrlaridan biriga, masalan akkumulyatorga, ya'ni A registriga kelib tushadi.

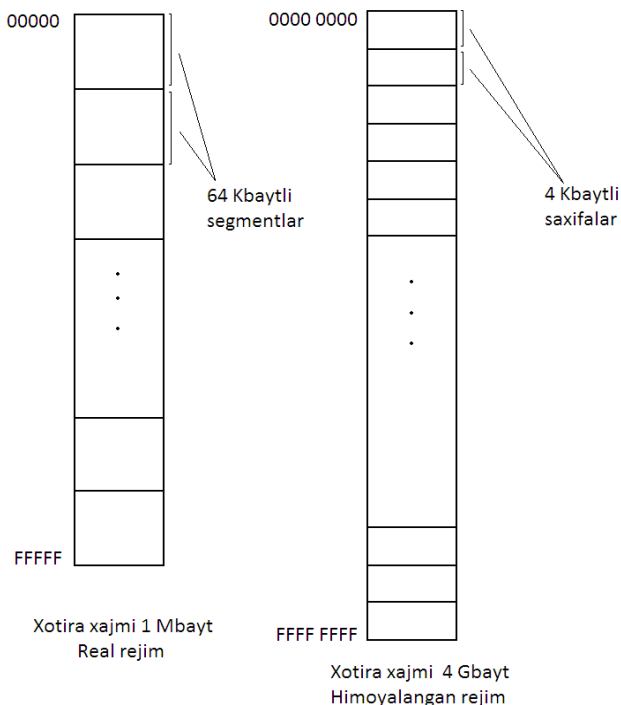


2.4-rasm. Asosiy xotiraga murojaat qilish jarayoni.

Zamonaviy kompyuterlarda asosiy xotiraga murojaat qilishning ikki xil rejimi mavjud (2.5-rasm):

1. Real rejim – 1 Mbayt gacha bo'lgan asosiy xotira uchun, bu rejim kompyuter MS DOS operatsion tizimida ishlagan paytida qo'llanilgan. Hozirda bu, MS DOS operatsion tizimini emulyatsiya qilishda ishlatiladi.

2. Himoyalangan rejim – xotira hajmi 1 Mbaytdan ko‘p bo‘lgan holda , ya’ni bu kompyuterlar Windows operatsion tizimida ishlay boshlagandan buyon qo‘llanilgan rejim hisoblanadi.



2.5-rasm. Real va himoyalangan rejimlarda asosiy xotiraning tuzilishi.

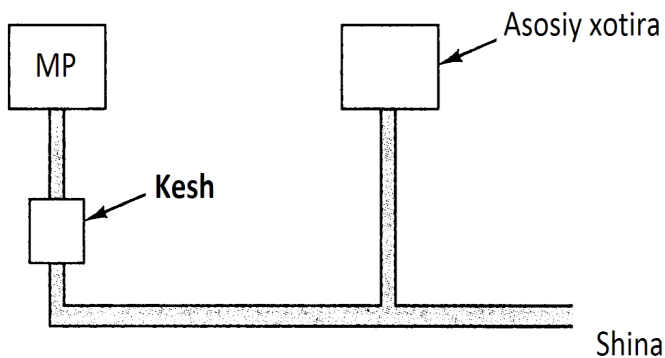
Real rejimda xotiraga murojaat qilish *segmentlarga* murojaat qilish orqali, himoyalangan rejimda esa, *sahifalarga* murojaat qilish orqali amalga oshiriladi. Bitta segmentning hajmi – 64 Kbayt, sahifaning hajmi esa – 4 Kbaytga ega bo‘ladi.

2.2. Kesh xotira. Xotira modullarini yig‘ish va ularning xillari.

Protsessorlar har doim xotiraga nisbatan tez ishlagan. Protsessorlar ham, xotira ham parallel ravishda takomillashtirilib kelinmoqda. Konveyerli va superskalyar arxitekturali, unumdorligi juda katta bo‘lgan protsessorlar ishlab chiqarilmoqda. Xotira qurilmalarini ishlab

chiqaruvchilar esa birinchi galda, uning hajmini oshirishga harakat qilmoqdalar, tezkorligini emas. Shuning uchun ham protsessorlar va xotiralarning ishlash tezliklari orasidagi farq yana ham kattalashmoqda. Tezliklarning bunday farqlari tufayli, protsessor xotiraga unga kerakli soʻzni oʻqib olish uchun murojaat qilganida, bir nechta mashina sikllarini bekor oʻtkazib yuborishiga toʻgʻri kelayapti. Xotira protsessorga nisbatan qanchalik sekin ishlasa, shunchalik koʻproq sikllar davomida protsessor uni kutib turishi kerak boʻlayapti.

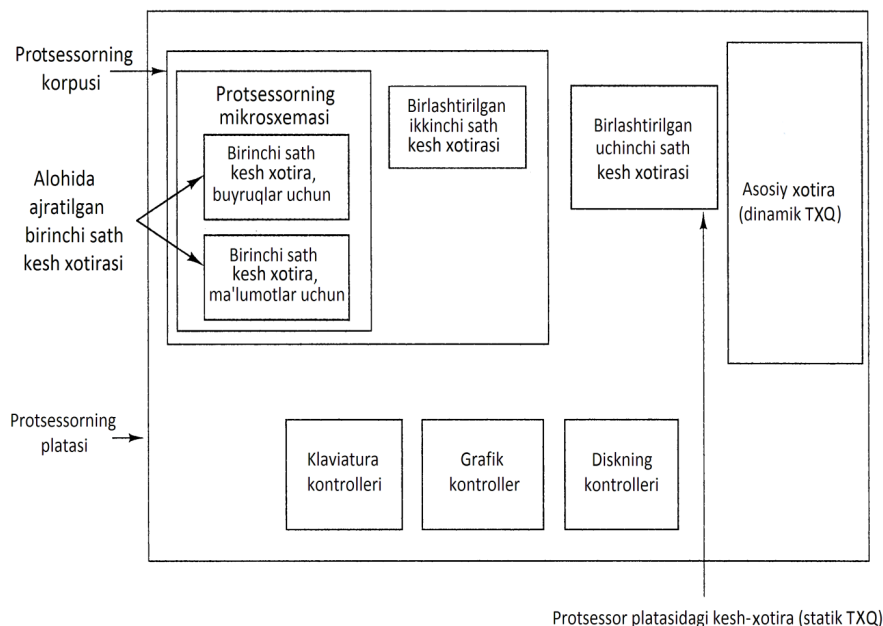
Bu muammoni hal qilishning bir nechta yoʻllari mavjud ekan. Shulardan biri, uncha katta boʻlmagan hajmga ega, ammo nisbatan ancha tez ishlaydigan, protsessor bilan asosiy xotira orasida joylashgan xotiradan foydalanish ekan (2.6-rasm). Bunday xotira *kesh-xotira* deb ataladi («*cache*» – fransuz tilida «yashirish» degan soʻzni anglatadi). Kesh-xotirada dastur tomonidan koʻp ishlatiladigan soʻzlar yoki asosiy xotiraning maʼlum bir qismi saqlanadi. Asosiy xotiraning bu qismi, oʻsha paytda ishlayotgan dastur tomonidan koʻproq foydalanilishi mumkin boʻlgan qismi boʻladi. Bu *lokallik tamoiili* deb ataladi (rus tilida – принцип локальности).



2.6-rasm. Kesh-xotira joylashgan oʻrni.

Buyruqlar va maʼlumotlarni qanday saqlanishiga qarab kesh-xotiraning ikki xili mavjud. Buyruqlar ham, maʼlumotlar ham birgalikda saqlanadigan kesh-xotira *birlashtirilgan kesh-xotira* deb ataladi (rus tilida - объединенная кэш-память). Buyruqlar alohida, maʼlumotlar alohida saqlanadigan kesh-xotira esa *alohida ajratilgan kesh-xotira* deb ataladi (rus tilida – разделенная кэш-память). Hozirgi kompyuterlarda koʻproq alohida ajratilgan kesh-xotiradan foydalanilmoqda [16,17,28].

Kesh-xotirani qoʻllashning – bir, ikki va uch sathli variantlari mavjud. 2.7-rasmda uch sathli kesh-xotiraga ega boʻlgan tizim keltirilgan. Birinchi sath kesh-xotirasi (L1) markaziy protsessor ichida joylashgan boʻlib, u buyruqlar uchun (L1-I) va maʼlumotlar uchun (L1-D) moʻljallangan odatda 16 dan 64 Kbayt gacha hajmga ega boʻlgan alohida ajratilgan kesh-xotiradan iboratdir. Protsessor yonida u bilan bitta blokda joylashgan ikkinchi sath kesh-xotirasi (L2) esa, 512 Kbayt dan 1 Mbayt gacha hajmga ega boʻlishi mumkin boʻlgan, buyruqlar ham, maʼlumotlar ham birgalikda saqlanadigan, birlashtirilgan kesh-xotiradan iborat boʻladi. Uchinchi sath kesh-xotirasi protsessor joylashgan plataga oʻrnatilgan boʻlib, u bir necha megabayt hajmga ega boʻlgan statik tezkor xotira qurilmasidan (TXQ) iborat boʻladi (rus tilida – статическое оперативное запоминающее устройство – ОЗУ).



2.7-rasm. Uch sathli kesh-xotiraga ega tizim.

Statik TXQ dinamik TXQ dan ancha tez ishlaydi. Qoida boʻyicha birinchi sath kesh-xotirasidagi barcha maʼlumotlar, ikkinchi sath kesh-xotirasida, ikkinchi sath kesh-xotirasining barcha maʼlumotlari esa, uchinchi sath kesh-xotirasida ham yozilgan boʻladi. Kesh-xotiraning bir necha

xillari mavjud: to‘g‘ridan-to‘g‘ri akslantiriluvchi kesh-xotira (rus tilida – кэш-память прямого отображения) va assotsativ kesh-xotira.

Xotira modullarini yig‘ish va ularning xillari. Hozirda xotira mikrosxemalari, odatda 8 ta yoki 16 tali guruhlarga birlashtirilib bitta kichikroq plataga o‘rnatilgan holda ishlab chiqarilmoqda va sotilmoqda (2.8-rasm). Bunday platalar *xotira modullari* deb ataladi.



2.8-rasm. Xotira modullari.

Xotira modullarining quyidagi xillari mavjud:

- SIMM (Single Inline Memory Module) – ulanish nuqtalari bir tomonda joylashtirilgan xotira modullari (rus tilida – модуль памяти с односторонним расположением выводов);

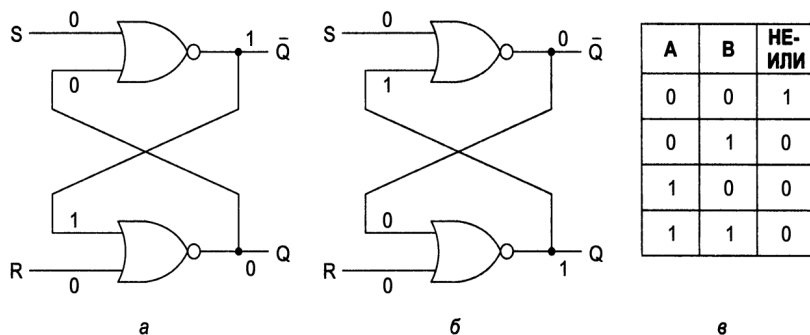
- DIMM (Dual Inline Memory Module – ulanish nuqtalari ikki tomonda joylashtirilgan xotira modullari (rus tilida – модуль памяти с двухсторонним расположением выводов).

SIMM platalarda bir tomonda joylashtirilgan ulanish nuqtalariga (kontaktlarga) ega bo‘lib, bunday modullarda bir taktli siklda ma’lumotlarni uzatish tezligi 32 bitni tashkil qiladi.

DIMM platalari esa ikki tomonda joylashgan, har birida 84 tadan, jami 168 ta ulanish nuqtasiga ega. Ushbu xildagi modullarda bir taktli siklda ma’lumotlarni uzatish tezligi 64 bitni tashkil qiladi, ya’ni avvalgisidan ikki barobar tezkorroq.

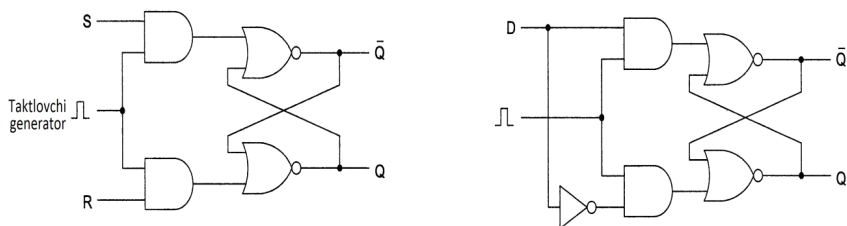
Avvalgi SIMM va DIMM modullari tarkibida, har biri 256 Mbit (32 Mbayt) hajmga ega 8 ta mikrosxema oʻrnatilgan boʻlar edi. Bitta xotira modulining umumiy hajmi 256 Mbayt ga teng boʻlib, 1 Gbayt xotiraga ega boʻlish uchun toʻrtta ana shunday modulni asosiy plataga oʻrnatish kerak boʻlar edi. Keyinchalik esa hajmi ikki barobar katta boʻlgan xotira modullari ham ishlab chiqarila boshlandi.

Raqamli mantiqiy sathda xotiraning tuzilishi va uni tashkil qiluvchi asosiy qismlari. 2.9 - 2.15 rasmlarda raqamli mantiqiy sathda xotiraning qanday tuzilganligini va u qanday tashkil etuvchi asosiy qismlardan iborat ekanligini koʻrsatuvchi chizmalar keltirilgan. 2.9-rasmda tasvirlangan sxema SR-ilgak (rus tilida – защелка) deb ataladi. U ikkita kirishga ega: S (Setting – oʻrnatish) va R (Resetting – olib tashlash). Unda doimo bir-biriga teskari qiymatlarni qabul qiluvchi ikkita chiqish signallari mavjud Q i \bar{Q} .

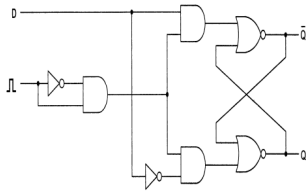


2.9-rasm. SR-ilgak. **НЕ-ИЛИ** ilgagi 0 holatda (a); **НЕ-ИЛИ** ilgagi 1 holatda (b);

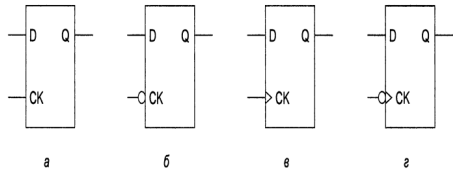
НЕ-ИЛИ funksiyasining haqiqat jadvali (e).



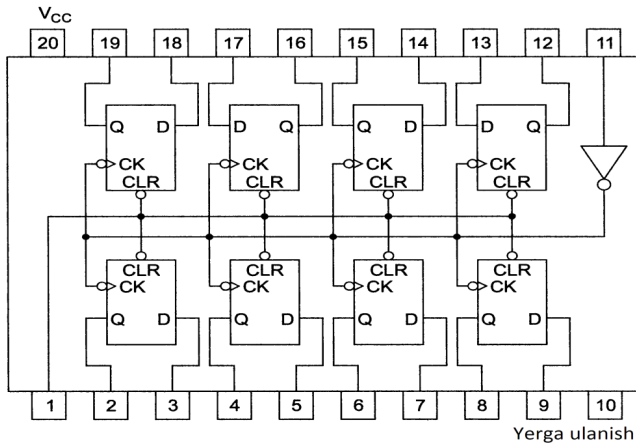
2.10-rasm. Sinxron SR va D-ilgaklar.



2.11-rasm. D-trigger.



2.12-rasm. D-ilgaklar va D-triggerlar.

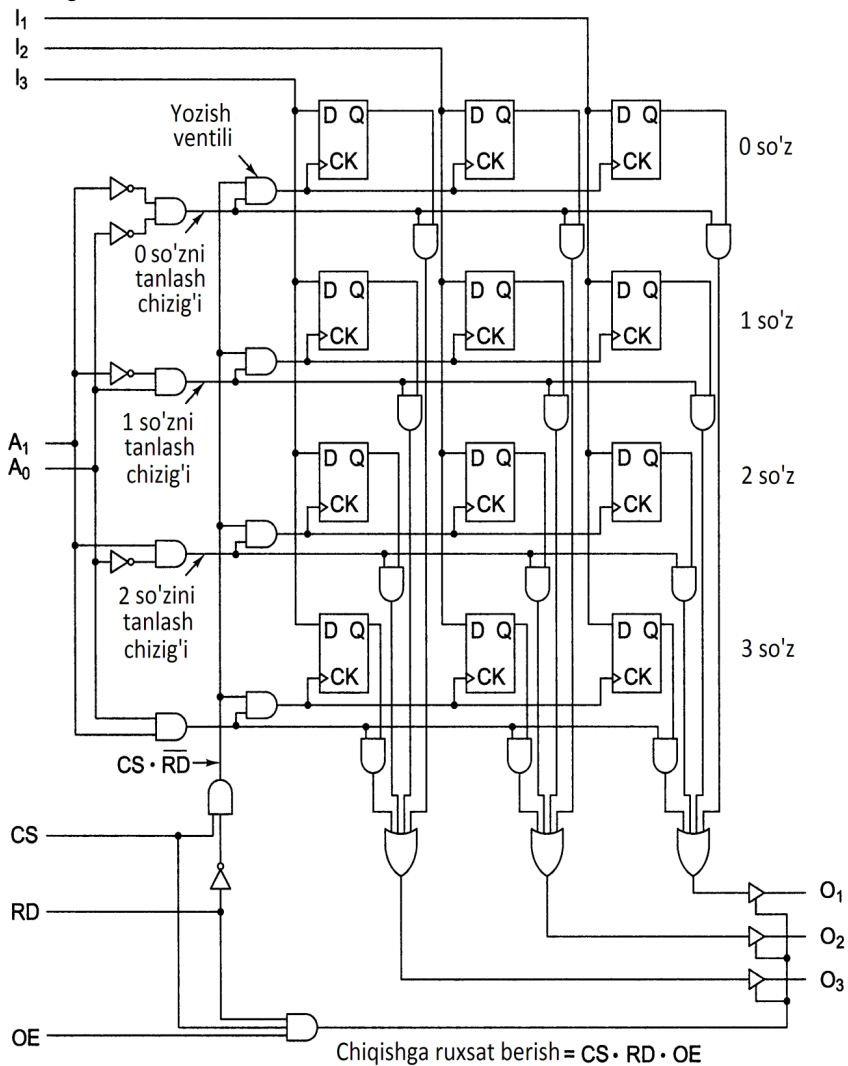


2.13-rasm. 8-razryadli registr (mikrosxemasi).

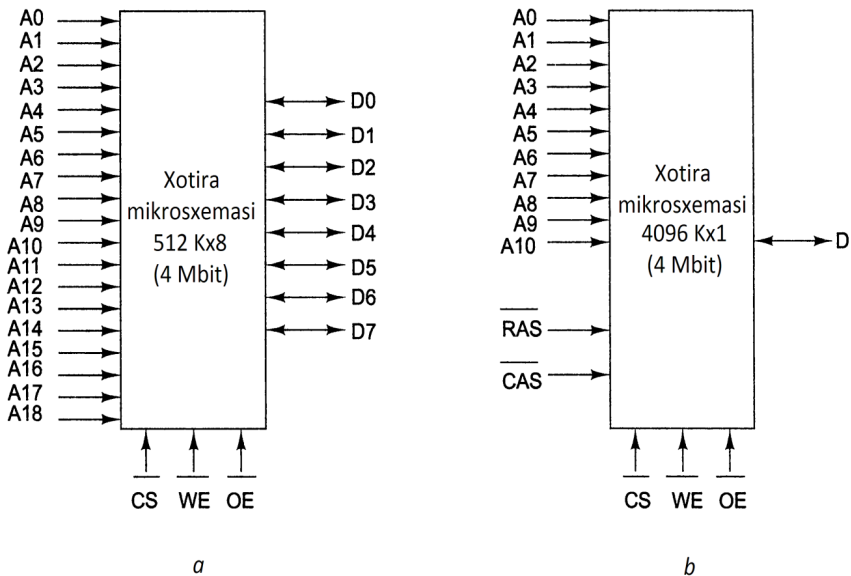
Tezkor va doimiy xotira qurilmalari. Ko‘rib chiqilgan xotiralarning barcha xillari bitta umumiy xususiyatga ega: ularda axborotni ham yozish, ham o‘qish ikoniyatlarini mavjud. Bunday xotira *tezkor xotira qurilmasi (TXQ)* deb ataladi (*Random Access Memory – RAM*, rus tilida - оперативное запоминающее устройство – ОЗУ). Tezkor xotira qurilmasining ikki xili mavjud:

1. Statik TXQ (*Static RAM - SRAM*). Bu xildagi xotira D-triggerlar asosida quriladi. Statik TXQsida axborot, unga manba ulangan vaqt davomida saqlanadi: bu vaqtning davomiyligi – sekundlarga, minutlarga, soatlarga va kunlarga ham teng bo‘lishi mumkin. Statik TXQ juda tez ishlaydi, unga murojaat qilish vaqti bir necha nanosekundlarga teng bo‘lishi mumkin. Shu sababli statik TXQ, ko‘pincha ikkinchi sath kesh-xotirasi sifatida ishlatilmoqda.

Kirishdagi ma'lumotlar



2.14-rasm. 4-ta 3 razryadli soʻzni saqlay oladigan xotiraning mantiqiy blok-sxemasi.



2.15-rasm. Xotira mikroxschemalari.
4 Mbit hajmli xotirani tashkil qilishning ikki xil yo‘li.

2. Dinamik TXQ (*Dynamic RAM – DRAM*). Bu xildagi xotirani qurishda triggerlar ishlatilmaydi. Dinamik TXQ tranzistorlar va juda kichik kondensatorlardan qurilgan, yacheykalar to‘plamidan iborat bo‘ladi. Kondensatorlar zaryadlangan va zaryadlanmagan holatlarda bo‘lishi mumkin, bu hol 1 va 0 ni saqlash imkonini beradi. Kondensatorlarda zaryad yo‘qolishi mumkin bo‘lganligi sababli, bu xildagi xotirada ma’lumotlar yo‘qolib ketmasligi uchun har bir bit, vaqti-vaqti bilan qayta zaryadlanib turishi kerak bo‘ladi. Dinamik TXQda bir bit axborotni saqlash uchun 1-ta tranzistor va 1-ta kondensator kerak bo‘ladi. Statik TXQda esa bir bit axborotni saqlash uchun kamida 6-ta tranzistor kerak bo‘ladi. Shuning uchun asosiy xotira deyarli har doim dinamik TXQ asosida quriladi. Dinamik TXQ, statik TXQga nisbatan ancha sekin ishlaydi. Dinamik TXQning bir necha xillari mavjud:

- *FPM (Fast Page Mode)* – tezkor sahifalar rejimiga ega dinamik xotira (rus tilida - быстрый постраничный режим);

- *EDO (Extended Data Output)* – ulanish nuqtalarining imkoniyatlari kengaytirilgan dinamik xotira – (rus tilida – память с расширенными возможностями вывода);

- *DRAM, SDRAM (Synchronous RAM)* – sinxron dinamik TXQlari (rus tilida – синхронное динамическое ОЗУ);

- *DDR (Double Data Rate)* – ma'lumotlarni ikki karra tez uzata oluvchi (rus tilida – передача данных с двойной скоростью).

Doimiy xotira qurilmalari. Elektr manbai uzilganda ham ma'lumotlarni saqlay oladigan xotira – *doimiy xotira qurilmasi (DXQ)* deb ataladi (*ROM – Read-Only Memory*, rus tilida – постоянное запоминающее устройство - ПЗУ). Odatda doimiy xotira qurilmalaridagi axborotni o'zgartirish yoki o'chirib tashlash mumkin emas. Ammo hozirda DXQni ishlab chiqarish paytidagina emas, balki uni qo'llashdan avval, ya'ni uni ishlatish paytida ham axborotni yozish mumkin bo'lgan va axborotni o'chirib yozish mumkin bo'lgan doimiy xotira qurilmalari ham ishlab chiqilgan. Ular quyidagicha nomlanadilar:

- *PROM (Programmable ROM)* – programmalanadigan doimiy xotira qurilmasi (rus tilida – программируемые ПЗУ).

- *EPROM (Erasable PROM)* – axborotni o'chirish va qayta yozish mumkin bo'lgan programmalanadigan doimiy xotira qurilmasi (rus tilida – стираемое программируемое ПЗУ);

- *EEPROM (Electronically EPROM)* – axborotni elektron tarzda o'chirish va yozish mumkin bo'lgan programmalanadigan doimiy xotira qurilmasi (rus tilida – электронно-перепрограммируемое ПЗУ);

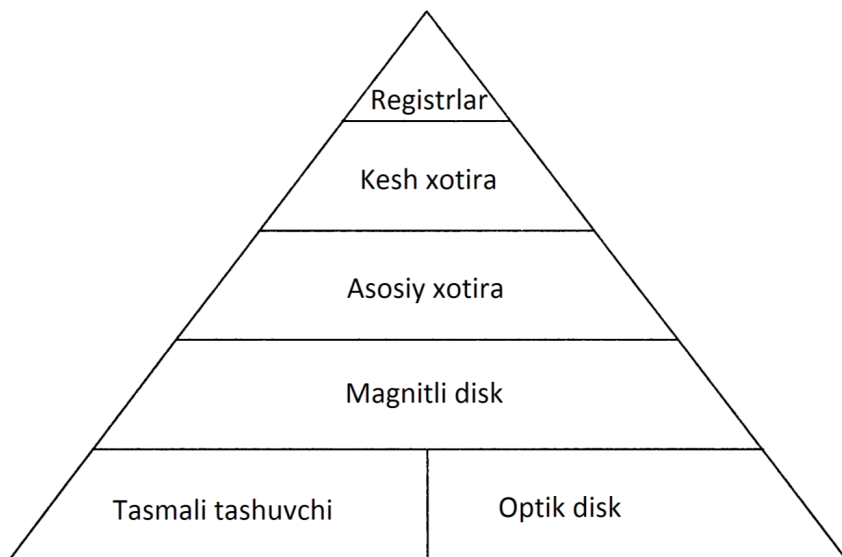
- *flash-xotira.*

2.3. Xotiraning iyerarxik strukturasi.

Magnitli disklar – vinchesterlar. IDE va SCSI disklar. RAID massivlari

Katta hajmdagi ma'lumotlarni saqlash muammosini hal qilishning ananaviy yo'li, xotirani *iyerarxik ko'rinishda* tashkil etish bilan amalga oshiriladi (2.16-rasm).

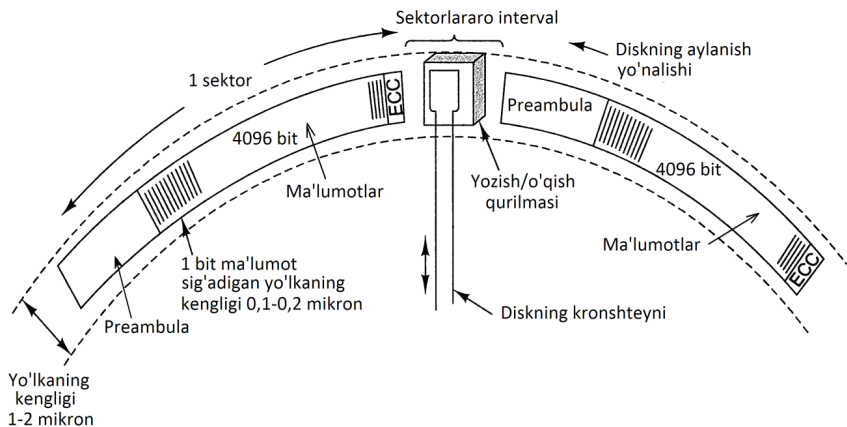
Protsessorning ichki registrari iyerarxiyaning eng yuqori qismida joylashgan. Ularga murojaat qilish tezligi, boshqa xil xotiralarga nisbatan ancha yuqoridir. Keyingi qatorda hozirgi paytda hajmi 32 Kbaytdan bir necha megabaytgacha bo'lishi mumkin bo'lgan kesh-xotira joylashgan. Iyerarxiyaning uchinchi pog'onasida, hajmi bir necha o'n gigabaytlarga ega bo'lishi mumkin bo'lgan asosiy xotira joylashgan. Keyingi qatorlarda magnitli disklar va lentalar hamda optik disklar asosida yordamida ishlaydigan xotira qurilmalari joylashgan.



2.16-rasm. Xotirani besh sathli ko‘rinishda tashkil etish.

Iyerarxiya bo‘ylab yuqoridan pastga qarab, uchta ko‘rsatgichni o‘zgarib borishini ko‘rishimiz mumkin. Birinchidan - xotiraga murojaat qilish vaqti kattalashib boradi. Registrlarda bu vaqt – bir necha nanosekundni, kesh-xotirada bundan salgina ko‘proqni, asosiy xotirada esa bir necha o‘n nanosekundlarni tashkil qiladi. Keyingi qatorlardagi farqlar yana ham kattalashadi – disklarga murojaat qilish vaqti kamida 10 mks larga, optik disklar va magnit lentalarda esa bundan ham katta qiymatlarga ega bo‘ladi hamda sekundlarda o‘lchanadi. Ikkinchidan xotira hajmi o‘shib boradi, bu haqida yuqorida aytib o‘tildi. Uchinchidan ma’lum qiymatga (masalan - 1 dollarga) to‘g‘ri keladigan xotira hajmi ham, oshib boradi. Ushbu paragrafda biz asosan magnitli va optik disklarga taalluqli ma’lumotlar bilan tanishib chiqamiz.

Magnitli disklar – vinchesterlar. Magnitli disk – alyuminiydan (yoki shishadan) tayyorlangan, magnit qavat bilan qoplangan bir yoki bir nechta doirasimon yuzalardan iborat bo‘ladi. Ushbu magnit disklarning diametrlari avvallari 50 sm bo‘lgan, hozirda ularning diametrlari 3 sm dan 12 sm gacha qilib ishlab chiqarilmoqda. Noutbuk va netbuklardagi disklarning diametrlari esa 3 sm dan ham kamayib bormoqda. 2.17-rasmda magnitli disk *yo‘lkasining* konfiguratsiyasi keltirilgan.



2.17-rasm. Disk yo'lkasining bo'lagi (rasmda ikkita sektor keltirilgan).

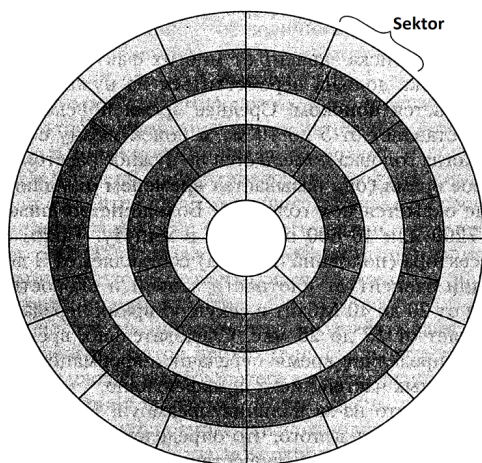
Yo'lka (rus tilida – дорожка) deganda, disk to'liq bir marotaba aylanishi natijasida, unga yozilgan bitlar ketma-ketligi tushuniladi. Har bir yo'lka ma'lum bir uzunlikdagi *sektorlarga* bo'lingan. Odatda har bir sektor 512 bayt (4096 bit) hajmdagi ma'lumotlardan iborat bo'ladi. Yo'lkada ma'lumotlardan avval, yozish-o'qish qurilmasini sinxronlash uchun mo'ljallangan *preambula* (preamble) joylashgan bo'ladi. Ma'lumotlardan keyin esa, xatolarni to'g'irlash kodi ECC (Error-Correcting Code, rus tilida – код исправления ошибок) yozib qo'yiladi. Bunday kodlar sifatida Xemming yoki Rid-Solomon kodlaridan foydalaniladi. Qo'shni sektorlar orasida *sektorlararo intervallar* joylashgan bo'ladi. Ishlab chiqaruvilar diskning hajmi sifatida formatlanmagan diskning o'lchamini keltiradilar. Odatda formatlangan diskning o'lchami, formatlanmagan diskning o'lchamiga nisbatan 15 % ga kam bo'ladi. Hozirgi disklarda 5000 dan 10 000 tagacha yo'lkalalar bo'lishi mumkin, ya'ni har bir yo'lkaning kengligi 1 mikrondan 2 mikrongacha bo'lishi mumkin (1 mikron=1/1000 mm). Yo'lkalarga yozilgan ma'lumotlarning zichliklari, yo'lkaning markazdan qancha uzoqda joylashganiga qarab 50 000 dan 100 000 bit/sm gacha bo'lishi mumkin.

Ko'pgina vinchesterlar ustma-ust joylashgan bir nechta plastinkalardan iborat bo'ladi. Plastinkalardagi markazdan bir xil uzoqlikda joylashgan yo'lkalalar – *silindr* deb ataladi. Zamonaviy shaxsiy kompyuter modelarida 6 tadan 12 tagacha plastinkalardan iborat vinchesterlar o'rnatilgan. Disklarning aylanish tezliklari minutiga 5400, 7200 yoki 10 800-taga et-

ishi mumkin. Hozirgi disklarda bir yo'lkada joylashgan ma'lumotlarni o'qish tezligi 40 Mbayt/sek dan oshib ketdi.

Hozirgi disklarda, avvalgi disklardan farqli ravishda silindrlar *zonalar*ga bo'lingan. Bu narsa disklarning hajmini oshirish maqsadida amalga oshirilgan. Odatda ularning soni 10 tadan 20 tagacha bo'lishi mumkin. Quyidagi 2.18-rasmda zonalar soni 5-taga teng bo'lgan disk keltirilgan.

Vinchesterni boshqarish – *kontroller* yordamida amalga oshiriladi. Kontroller tarkibida ham alohida protsessor bo'lib, ular **READ**, **WRITE** va **FORMAT** kabi buyruqlarni bajaradi, yozish-o'qish qurilmasini boshqaradi, xatolarni topish va to'g'irlash, asosiy xotiradan o'qilayotgan baytlarni uzluksiz bitlarga aylantirish kabi vazifalarni bajaradi.



2.18-rasm. Zonalar soni beshta bo'lgan disk, har bir zona, bir nechta yo'lkalardan iborat.

IDE-disklar. IDE (Integrated Drive Electronics, rus tilida – устройство со встроенным контроллером) – o'rnatilgan kontrollerga ega qurilma, ya'ni disk yurituvchi (1985 yil). Ushbu vinchesterning maksimal hajmi 504 Mbayt. Ma'lumotlarni uzatish tezligi – 4 Mbit/sek.

EIDE (Extended IDE, rus tilida – усовершенствованные устройства со встроенным контроллером) - o'rnatilgan kontrollerga ega takomillashtirilgan IDE-qurilma (1994 yil). Ushbu vinchesterning maksimal hajmi -128 Gbayt. Ma'lumotlarni uzatish tezligi – 16 Mbit/sek, unda LBA (Logical Block Addressing, rus tilida – линейная адресация блоков) – bloklar-

ni chiziqli adreslash sxemasi qoʻllanilgan. Ushbu sxema 28-razryadli chiziqli adresga ega, bu esa $2^{28} \times 2^9 = 128$ Gbayt hajmli xotira deganidir.

ATA-3 (Advanced Technology Attachment, rus tilida - прогрессивная технология соединения) – ulanishning ilgʻor texnologiyasi.

ATAPI-4 (ATA Packet Interface, rus tilida – пакетный интерфейс ATA) – ATA paketli interfeysi. Maʼlumotlarni uzatish tezligi – 33 Mbit/sek. ATAPI-5 da maʼlumotlarni uzatish tezligi – 66 Mbit/sek. ATAPI-6 da maʼlumotlarni uzatish tezligi – 100 Mbit/sek.

ATAPI-7 yoki SATA (Serial ATA) – maʼlumotlarni uzatish tezligi – 150 Mbit/sek (1,5 Gbit/sek). SATA interfeysida signallarni uzatish uchun 0,5V-li kuchlanish ishlatilgan. ATAPI-6 da esa bu koʻrsatgich 5V ni tashkil qilgan.

SCSI-disklar (*Small Computer System Interface*, rus tilida – интерфейс малых вычислительных систем) – kichik hisoblash tizimlarining interfeysiga ega disklar. Ushbu diskarning silindrlari, yoʻlkalari va sektorlarining joylashishi bilan IDE-disklaridan farq qilmaydi, ammo ular boshqacha interfeysga ega va ularda maʼlumotlarni uzatish tezligi ancha yuqori. 2.1-jadvalda, SCSI-disklari versiyalarining baʼzi koʻrsatgichlari keltirilgan.

2.1-jadval. SCSI-disklari versiyalarining baʼzi koʻrsatgichlari.

Nomi	Razryadlar soni	Shinaning chastotasi MGs	Uzatish tezligi, Mbayt/s
SCSI-1	8	5	5
Fast SCSI	8	10	10
Wide Fast SCSI	16	10	20
Ultra SCSI	8	20	20
Wide Ultra SCSI	16	20	40
Ultra2 SCSI	8	40	40
Wide Ultra2 SCSI	16	40	80
Ultra3 SCSI	8	80	80
Wide Ultra3 SCSI	16	80	160
Ultra4 SCSI	8	160	160
Wide Ultra4 SCSI	16	160	320

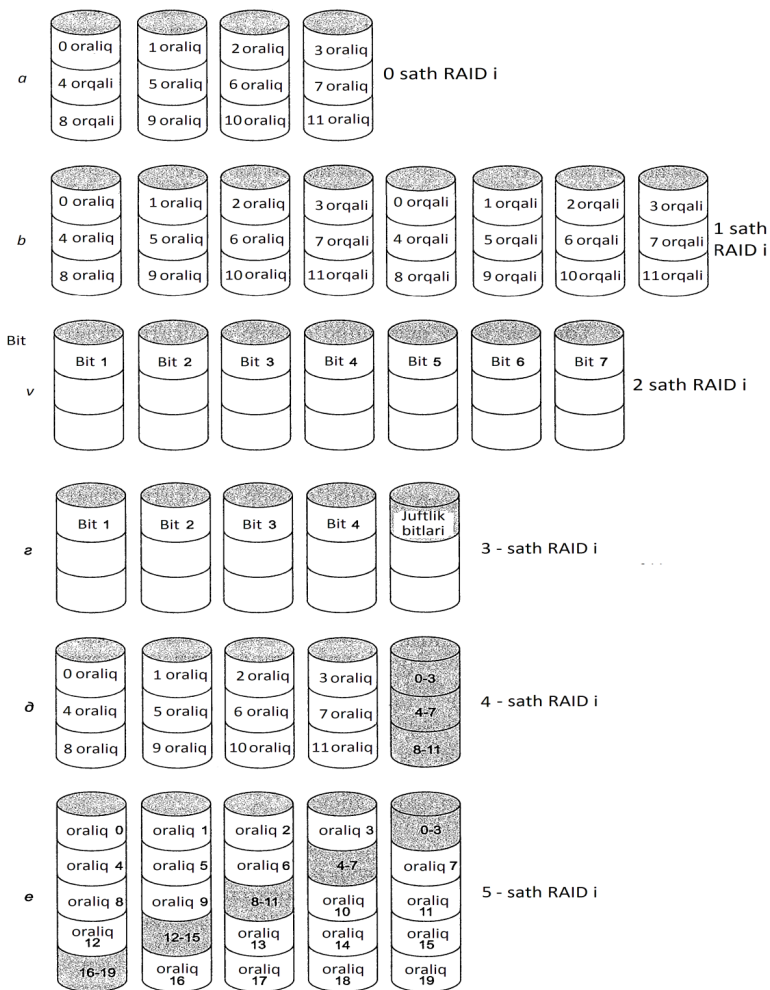
SCSI-disklari Sun, HP, SGI kompaniyalari tomonidan ishlab chiqarilgan UNIX operatsion tizimida ishlovchi ishchi stansiyalarda, Macintosh firmasi kompyuterlarida va Intel firmasining tarmoq serverlarida ishlatilmoqda.

SCSI – bu nafaqat qattiq disk uchun mo'ljallangan oddiy interfeys, balki u o'ziga xos shina ham hisoblanadi. Unga SCSI-kontroller va ettita-gacha qo'shimcha qurilmalar ulanishi mumkin. Qo'shimcha qurilmalar sifatida – kompakt-disklardan o'qish-yozish qurilmasi, skanerlar, magnit lentali qurilmalar va boshqa shularga o'xshash tashqi qurilmalar olinishi mumkin.

8-razryadli SCSI-kurilmasi kabeli 50-ta (25 juft) o'tkazgichdan iboratdir. Ushbu o'tkazgichlardan 8-tasi ma'lumotlar uchun, 1-tasi uzatila-yotgan ma'lumotlarda juftlikni nazorat qilish uchun, 9-tasi ma'lumotlarni uzatishni boshqarish uchun va qolganlari esa kelajakda qo'llash uchun mo'ljallangan.

RAID-massivlar. (*RAID – Redundant Array of Independent Disks*, rus tilda – избыточный массив независимый дисков) - alohida-alohida ishlaydigan disklardagi qo'shimcha massiv yoki SLED-disk (Single Large Expensive Disk, rus tilida – один большой дорогостоящий диск) – bitta katta hajmli qimmat disk. RAID-massivlar iborasini boshqacharoq qilib – *magnitli disklar asosida qurilgan ma'lumotlarni tezkor kiritish-chiqarish qurilmasi*, deb ham atashimiz mumkin. Protsektorlarning ishlash tezliklari bilan, magnitli disklarga ma'lumotlarni yozish-o'qish tezliklari orasidagi farq kattalashaverdi. 80-yillarning oxirlariga kelib (1988 yili) diskli xotiraning tezkorligini va ishonchliligini oshirish imkonini beruvchi – RAID-massivlar g'oyasini amalga oshirish yo'llari, ya'ni ushbu xotirani *tashkil qilishning* bir necha xil variantlari (6-ta) taklif qilindi (2.19-rasm).

Bunda, protsektorlarning tezkorligini oshirishda qo'llanilgan *ma'lumotlarni parallel ishlash texnologiyalarini*, diskli xotirani tashkil qilishda ham qo'llashni amalga oshirish *maqsad* qilib qo'yildi. Buning uchun bir nechta – 4, 5, 7 yoki 8-ta SCSI-disklari birlashtirilib, operatsion tizim tomonidan RAID-massiv yoki SLED-disk, yagona disk sifatida boshqarish yo'lga qo'yildi. SCSI-disklar to'plami odatda serverlar yonida o'rnatilgan bo'lib, yagona RAID-kontroller tomonidan boshqariladi.



2.19-rasm. RAID-massivlarni tashkil qilishning bir necha xil variantlari.

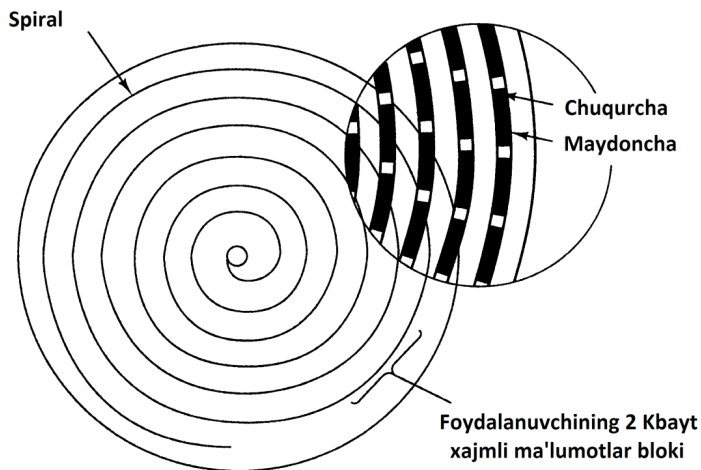
Ma'lumotlar RAID-massivga ko'chirib olinadi, so'ngra esa ular bilan odatdagi yozish-o'qish amallari bajariladi. RAID-massivlarda ma'lumotlarni taqsimlanishining turli xil variantlari 2.19-rasmda keltirilgan. Ular 0, 1, 2, 3, 4 va 5-sath RAID-massivlari deb ataladi, ammo bu yerda sath so'zi o'rninga, variant so'zini ishlatish to'g'ri bo'lar ekan.

CD va DVD disklar: CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory, rus tilida – постоянная память на компакт-диске) – kompakt diskda joylashgan doimiy xotira.

CD-R (CD-Recordable, rus tilida – записываемый компакт-диск) – yozish mumkin bo‘lgan kompakt disk. 2.20-rasmda kompakt diska yozish sxemasi keltirilgan.

CD-RW (CD-ReWritable, rus tilida – перезаписываемый компакт-диск) – ma’lumotlarni o‘chirib qayta yozish mumkin bo‘lgan disk.

DVD (Digital Video Disk, rus tilida – цифровой видеодиск) – raqamli video disk, yoki Digital Versatile Disk (rus tilida - цифровой многоцелевой диск) – raqamli ko‘p maqsadli disk. Ushbu diskarga yozishda qizil rangli lazer qo‘llaniladi va ularning quyidagi xillari mavjud:



2.20-rasm. Kompakt diska yozish sxemasi.

1. Bir tomonli bir qavatli disklar – 4,7 Gbayt.
2. Bir tomonli ikki qavatli disklar – 8,5 Gbayt.
3. Ikki tomonli bir qavatli disklar – 9,4 Gbayt.
4. Ikki tomonli ikki qavatli disklar – 17 Gbayt.

Blu-Ray – ma’lumotlarni yozish uchun ko‘k rangli lazer qo‘llaniladigan DVD-disk. Bu xildagi diskarning bitta tomoniga 25 Gbaytgacha hajmdagi ma’lumotlarni yozish mumkin, ikki tomonli diskning hajmi esa 50 Gbayt bo‘ladi. Ma’lumotlarni uzatish tezligi 4,5 Mbit/sek.

2-bob bo'yicha nazorat savollari.

1. Kompyuterning asosiy xotirasi qanday tuzilgan va u nima uchun mo'ljallangan? Asosiy xotirada adreslash qanday amalga oshiriladi?
2. Baytlarni to'g'ri va teskari tartibda joylashtirish nima ekanligini tushuntirib bering.
3. Asosiy xotiraga murojaat qilish qanday amalga oshiriladi? Asosiy xotiraga murojat qilishning qanday rejimlarini bilasiz, ularni mohiyatini tushuntirib bering.
4. Pentium protsessorli kompyuterlar asosiy xotirasining tuzilish chizmasini keltiring va uni tuntirib bering.
5. SPARC oilasiga mansub protsessorli kompyuterlar asosiy xotirasining tuzilish chizmasini keltiring va uni tuntirib bering.
6. Kesh-xotira nima uchun mo'ljallangan, uning qanday xillari mavjud va u qanday qo'llaniladi?
7. Xotira modullarining qanday xillarini bilasiz va ular qanday yig'ilgan bo'ladi?
8. Tezkor xotira qurilmalari qanday qurilgan va ularning qanday xillari mavjud?
9. Dinamik tezkor xotira qurilmasi qanday tuzilgan va uning qanday xillari bilasiz?
10. Doimiy tezkor xotira qurilmasining qanday xillari bilasiz?
11. Xotirani iyerarxik ko'rinishda tashkil etish deganda nima tushuniladi va u nima maqsadda amalga oshirilgan?
12. Magnitli disklarda – vinchesterlarda, yo'lka, sektorlararo-interval, silindir, zona degan atamalarga chizmalar asosida tushunchalar bering.
13. IDE va SCSI deganda nimalar tushuniladi, ular nima uchun ishlab chiqarilgan va ularning qanday xillarini bilasiz?
14. Kichik hisoblash tizimlarining interfeysi deganda qanday interfeys tushuniladi?
15. Magnitli disklar asosida qurilgan ma'lumotlarni tezkor kiritish-chiqarish qurilmasi deganda qanday qurilma tushuniladi va u nima uchun ishlatiladi?

3. KOMPYUTERLAR PROTSESSORLARINING TUZILISHLARI

3.1. Kompyuterlar protsessorlarining tuzilishlari va ularni qanday ishlashlarini o'rganish bosqichlari

Kompyuter arxitekturasini o'rganishda, kompyuter protsessorining tuzilishi va uni qanday ishlashini tushunish muhim ahamiyatga ega jihatlardan biri hisoblanadi. Shuning uchun ushbu bobni kompyuter protsessorlarining tuzilishlari va ularni qanday ishlashlarini batafsilroq ko'rib chiqishga bag'ishladik. Ko'rib chiqish uchun esa *Intel protsessorlari oilasiga* mansub, so'z uzunliklari 8, 16 va 32-razryadga teng bo'lgan, quyidagi protsessorlarni tanlab oldik:

1. *Intel 8080 (K580BM80)* – 8-razryadli protsessor;
2. *Intel 8088* – 16-razryadli protsessor;
3. *Pentium 4* – 32 razryadli protsessor.

Zamonaviy kompyuterlar protsessorlarining tuzilishlari va ularni qanday ishlashlarini o'rganish anchagina murakkab jarayon ekanligi hisobga olgan holda, ushbu mavzuga oid asosiy tushunchalar va jihatlarni avval, 8-razryadli protsessor va u asosida qurilgan kompyuterning qanday tuzilganligi va qanday ishlashini batafsil qo'rib chiqish bilan boshlaymiz. Tushuntirishlar jarayonida, yuqorida sanab o'tilgan protsessorlarni o'zaro taqqoslashlar asosida, ularning tuzilishlariga va ishlash tamoiillariga qanday o'zgartirishlar kiritib borilganligi hamda bu o'zgartirishlar natijasida nimalarga erishilganligi haqida ham ma'lumotlar keltirib boriladi.

Hozirda kompyuterning qanday tuzilganligi va qanday ishlashini, ya'ni kompyuter arxitekturasini o'rganish uchun mo'ljallangan bir nechta o'quv elektron stendlari ishlab chiqilgan, bunday stendlarga misol qilib – *VMIK-80*, *8088 trasseri* va *Pep8* kabi elektron stendlari keltirish mumkin. Bu o'quv stendlari yordamida mos holda – 8, 16 va 32-razryadli protsessorlarning va ular asosida qurilgan kompyuterlarning tuzilishlari va qanday ishlashlarini o'rganish imkoniyatlari mavjud.

Ko'pchilik o'ylaganidek kompyuter arxitekturasi fanini o'rganishni, hozirda ishlab chiqarilayotgan eng zamonaviy kompyuterlarning tuzilishlari va ularning qanday ishlashlarini o'rganish bilan amalga oshirib bo'lmaydi. Negaki ushbu kompyuterlar ham, ularning protsessorlari ham anchagina murakkab tuzilishlarga egadirlar. Shuning uchun zamonaviy kompyuter arxitekturasini o'rganishda avval

8 va 16-razryadli kompyuterlarning qanday tuzilganligi va qanday ishlashini ko‘rib chiqish kerak bo‘ladi.

Zamonaviy kompyuterlar arxitekturasi o‘rganishda, ushbu o‘quv qo‘llanmada nima uchun aynan Intel 8080, Intel 8088 va Pentium 4 protsessorlari asosida ishlab chiqilgan kompyuterlar *tanlab olinganligini* 3.1-jadvalda Intel protsessorlari oilasiga mansub protsessorlar va ularning ko‘rsatgichlari asosida ham izohlab o‘tamiz.

Masalan: Intel Core i7 protsessorining ko‘rsatgichlaridan biri bo‘lgan, unda ishlatilgan tranzistorlarning soni, 1 160 000 000-ta ekanligi, ushbu protsessorning qanchalik murakkab tuzilishga ega ekanligini anglatadi. Uning va hatto undan avval ishlab chiqarilgan 32-razryadli protsessorlarning ham qanchalik murakkab tuzilishlarga ega ekanliklarini 3.1-jadvalda keltirilgan, ularni tavsiflovchi izohlardan ham tushinib olish mumkin.

Hozirda ishlab chiqarilayotgan protsessorlarga tegishli bo‘lgan – *konveyer, giperoqimli, qo‘shimcha SSE buyruqlar, ko‘p yadroli va integratsiyalangan grafik protsessor* kabi iboralarining mohiyatini tushunish uchun, avval ularning dastlabki modellari bo‘lgan protsessorlar qanday tuzilgan va qanday qilib takomillashtirilib borilganligini qisqacha tushuntirishlar asosida bo‘lsa ham, tushunib olish to‘g‘ri bo‘ladi deb hisoblaymiz [1,24,30,31].

O‘quv qo‘llanmada dastlab o‘rganish uchun tanlab olingan birinchi protsessor – Intel 8080 protsessori ko‘p maqsadlar uchun mo‘ljallangan birinchi protsessor hisoblanadi, uning tarkibida bor yo‘g‘i 6000-ta tranzistor ishlatilgan.

3.1-jadval. Intel protsessorlarining oilasi.

Mikro-sxema	Ishlab chiqarilgan yili	Taktlovchi chastota, MGs	Tranzistorlarining soni	Xotira hajmi	Izoh
4004	1971	0,108	2 300	640 bayt	Mikrosxemaga joylashtirilgan birinchi mikroprotsessor
8008	1972	0,08	3 500	16 Kbayt	Birinchi 8-razryadli mikroprotsessor

8080	1974	2	6 000	64 Kbayt	Mikrosxemaga joylashtirilgan birinchi ko'p maqsadli protsessor
8086	1978	5 - 10	29 000	1 Mbayt	Mikrosxemaga joylashtirilgan birinchi ko'p maqsadli 16-razryadli protsessor
8088	1979	5 - 8	29 000	1 Mbayt	IBM PC shaxsiy kompyuterida ishlatilgan protsessor
80286	1982	8 - 12	134 000	16Mbayt	Himoyalangan xotiraga ega protsessor
80386	1985	16 - 33	275 000	4 Gbayt	Birinchi 32-razryadli protsessor
80486	1989	25 - 100	1 200 000	4 Gbayt	8 Kbaytli kesh xotiraga ega protsessor
Pentium	1993	60-223	3 100 000	4 Gbayt	Ikkita konveyerga ega protsessor
Pentium Pro	1995	150 - 200	5 500 000	4 Gbayt	Ikki sathli kesh xotiraga ega protsessor
Pentium II	1997	233 - 400	7 500 000	4 Gbayt	Pentium Pro plus MMX buyruqlariga ega protsessor
Pentium III	1999	650 - 1400	9 500 000	4 Gbayt	Uch o'lchamli grafik ma'lumotlarni tezkor ishlovchi SSE buyruqlarga ega protsessor

Pentium 4	2000	1300 - 3800	42 000 000	4 Gbayt	Giperoqimlilik, qo‘shimcha SSE buyruqlarga ega protsessor
Core Duo	2006	1600 - 3200	152 000 000	2 Gbayt	Bitta asosga ikkita yadro joylashtirilgan protsessor
Core	2006	1200 - 3200	410 000 000	64 Gbayt	64 razryadli 4-ta yadrolari arxitektura
Core i7	2011	1100 - 3300	1 160 000 000	24 Gbayt	Birlashtirilgan grafik protsessor

Tanlab olingan protsessorlarning ikkinchisi – Intel 8088 protsessori asosida esa, hozirda keng tarqalgan shaxsiy kompyuterlarning dastlabkisi hisoblangan va MS DOS operatsion tizimi asosida ishlagan IBM PC shaxsiy kompyuteri ishlab chiqilgan edi. Ushbu protsessorning tarkibida 29 000-ta tranzistor mavjud bo‘lgan. Intel 8088 protsessori uchun ishlab chiqilgan dasturlar, Intel Core i7 protsessorida ham ishlashi mumkin, ya’ni ularning ichki tuzilishlari bir biriga o‘xshashdir. Boshqacha qilib aytdigan bo‘lsak, bu – Intel Core i7 protsessori na faqat 32-razryadli, balki 16 va 8-razryadli ma’lumotlar ustida ham amallarni bajara oladi degani bo‘ladi (rus tilida bu – совместимость deb ataladi).

Tanlab olingan protsessorlarning uchinchisi bo‘lgan – Pentium 4 protsessori 32-razryadli protsessorlarning anchagina takomillashgan xilidir. Pentium 4 protsessori undan keyin ishlab chiqarilgan protsessorlarga nisbatan soddaroq bo‘lishiga qaramasdan, hozirgi 32 va 64-razryadli protsessorlarning ko‘pgina xususiyatlarini o‘zida mujassamlagan protsessor hisoblanadi. Ushbu protsessor tarkibida 42 000 000-ta tranzistor ishlatilgan.

Yuqorida ta’kidlab o‘tkanimizdek, avval Intel 8080 protsessorining analogi hisoblangan, so‘z uzunligi 8-razryadga teng bo‘lgan K580BM80 protsessori asosida qurilgan «o‘quv kompyuteri» – УМК-80 (rus tilida - учебный микропроцессорный комплект) elektron stendi asosida, 8-razryadli protsessorning tuzilishi va uni qanday ishlashini batafsil ko‘rib chiqamiz. УМК-80 elektron stendi bu xildagi protsessorlar va ular asosida qurilgan kompyuterlarning tuzilishini va qanday ishlashini

o'rganishni ancha osonlashtiradigan ko'rinishda qilib ishlab chiqarilgan. Ushbu «o'quv kompyuteri»ni o'rganish bilan biz, hozirgi paytda – sanoat, meditsina, televidenie va boshqa ko'pgina sohalarda hamda kundalik turmush uchun ishlab chiqarilayotgan turli xil maishiy texnika asboblari, qo'llanilayotgan mikrokontrollerlar va ular asosida qurilayotgan o'rnatilgan tizimlar qanday tuzilganligi va qanday ishlashi haqida ham tasavvurlarga ega bo'lishimiz mumkin. Mikrokontrollerlarning ko'pgina ko'rsatgichlari, aynan avvalgi 8-razryadli kompyuterlarning ko'rsatgichlariga ancha yaqindir.

3.2. Sakkiz razryadli kompyuter protsessorining tuzilishi.

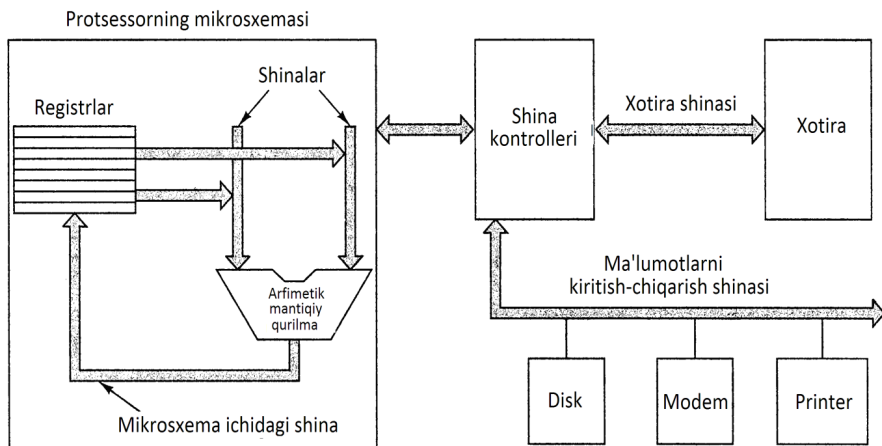
Kompyuter protsessorining va umuman kompyuterning tuzilishi va qanday ishlashini o'rganish jarayonida – *protsessor, xotira va ma'lumotlarni kiritish-chiqarish qurilmalari* degan tushunchalar muhim tushunchalar hisoblanadi. Birinchi bobning 1.1-rasmida keltirilgan chizmada markaziy protsessor, tezkor xotira, diskli xotira va printer hamda ularni shinalar orqali qanday bog'langanligi ko'rsatilgan. Keltirilgan chizmada markaziy protsessor qanday qismlardan iborat ekanligi ham, alohida ko'rsatib o'tilgan, bular – *boshqarish qurilmasi, arifmetik-mantiqiy qurilma va registrlar to'plamlaridir*.

Kompyuter markaziy protsessorining vazifasi – asosiy, ya'ni tezkor xotirada yozilgan dasturlarni bajarish hisoblanadi. Markaziy protsessorning bu vazifani amalga oshirish jarayonini qisqacha qilib quyidagicha ifodalash mumkin: markaziy protsessor xotirada yozilgan buyruqlarni chaqirib oladi, buyruqlarni qanday buyruqlar ekanligini aniqlaydi va ularni ma'lum bir ketma-ketlikda bajarilishini ta'minlaydi.

Kompyuterni va uning protsessorini tashkil etuvchi qurilmalar – *shinalar* orqali bog'langan bo'ladi. Shina deganda parallel o'tkazgichlar to'plamlaridan iborat bo'lgan, adreslar, ma'lumotlar va boshqarish signal-larini uzatib berilishini ta'minlaydigan «qurilmalar» tushuniladi. Ko'pincha shina deganda parallel o'tkazgichlar to'plami tushuniladi, aslida esa shina turli xil ma'lumotlarni uzatish uchun mo'ljallangan qurilma sifatida ishlab chiqilgan. Uning tarkibida ma'lumotlarni uzatish jarayonida kerak bo'ladigan – registrlar, turli xildagi kombinator elementlar va mantiqiy sxemalar mavjud bo'ladi.

3.1-rasmida kompyuterlarda ishlatiladigan shinalarning qanday xillari bo'lishi mumkinligini ko'rsatuvchi chizma keltirilgan. Unda protsessor-

ing ichida joylashgan shinalar – *ichki shinalar*, protsessoridan tashqarida joylashgan, uni kompyuterning boshqa qurilmalari bilan bog‘lovchi - *tashqi shinasi*, *xotira shinasi* va kompyuterga *ma’lumotlarni kiritish-chiqarishni amalga oshiruvchi shinalar* keltirilgan.



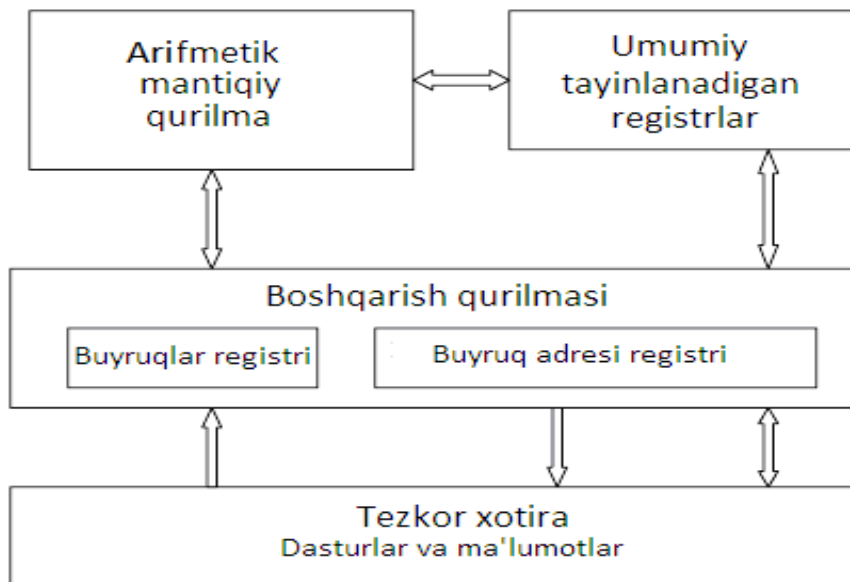
3.1-rasm. Kompyuterlarda ishlatiladigan shinalarning xillari.

Ichki shinalar protsessor tarkibiga kirgan – boshqarish qurilmasi, arifmetik-mantiqiy qurilma va registrlar o‘rtasida ma’lumotlarni uzatib berish uchun xizmat qiladi. Tashqi shina yordamida esa – protsessor, tezkor xotira va ma’lumotlarni kiritish-chiqarish qurilmalari bilan bog‘lanishni amalga oshiriladi.

Avvalgi kompyuterlarda va hozir ham shina orqali ma’lumotlarni uzatish deganda, ko‘pincha ma’lumotlarni *parallel* tarzda uzatish tushuniladi. Ammo keyingi ishlab chiqarilayotgan kompyuterlarda ma’lumotlarni *ketma-ket* tarzda uzatuvchi shinalardan ham foydalanilmoqda. Bunday shinalarga misol qilib tarkibida ma’lumotlarni ham parallel, ham ketma-ket uzatib beruvchi PCI Express (5.10-rasmga qaralsin) va hozirda keng qo‘llanilayotgan ma’lumotlarni ketma-ket uzatuvchi USB shinalarini keltirish mumkin.

3.2-rasmda protsessorning tashkil etuvchi qismlari va uni tezkor xotira bilan kanday bog‘langanligi qo‘rsatilgan. Ushbu rasm asosida protsessor

tarkibiga kirgan qurilmalarning bajaradigan vazifalari haqida qisqacha to‘xtalib o‘tamiz.



3.2-rasm. Protsessorning tashkil etuvchi qismlari va uni tezkor xotira bilan qanday bog‘langanligi.

Boshqarish qurilmasi – buyruqlarni xotiradan chaqirish va ularni qanday buyruqlar ekanligini aniqlash vazifalarini bajaradi.

Arifmetik-mantiqiy qurilma esa arifmetik – qo‘shish, ayrish, ko‘paytirish va mantiqiy – mantiqiy qo‘shish, mantiqiy ko‘paytirish, inkor kabi amallarni bajaradi.

Har qanday protsessor – Intel 8080 (K580), Intel 8088, Pentium 4, UltraSPARC III, 8051, ..., Intel Core i7 lar ham o‘zining ichki holatini aks ettiruvchi muhim axborotlar to‘plamlariga ega bo‘ladi. Har bir protsessor tarkibida ushbu axborotlar to‘plamlarini saqlash va ishlash hamda ma‘lum bir vazifalarni bajarish uchun mo‘ljallangan registrlar to‘plamlariga ega bo‘ladi.

Protsessor ichida joylashgan registrlar to‘plamlari – uning *ichki xotirasi* deb ataladi. Ichki xotira – dasturlarni bajarilishi davomida hosil bo‘ladigan oraliq natijalarni va boshqarish buyruqlarini vaqtincha saqlash

vazifalarini bajaradi. Bu xotira har biri ma'lum bir vazifalarni bajarish uchun mo'ljallangan, bir-nechta registrlar to'plamlaridan iboratdir. Odatda ushbu registrlarning uzunliklari bir xil – 8, 16 yoki 32 razryadga ega bo'ladi. Registrlar protsessorning ichida joylashganligi sababli, ularga ma'lumotlarni yozish (o'qish) juda tez amalga oshiriladi.

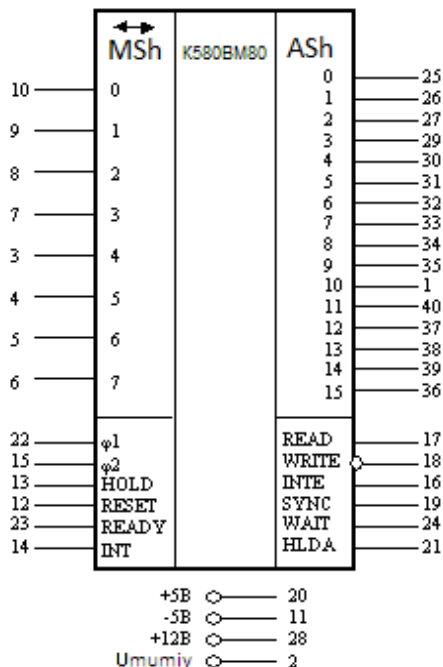
Protssessor tarkibidagi muhim registrlardan biri **PC** (*Program Counter*) – buyruqlar sanagichi registridir, ushbu registr **IP** (*Instruction Pointer*) – buyruqlarni ko'rsatuvchi registri ham deb ataladi. Bu registr tartib bo'yicha bajarilishi kerak bo'lgan buyruqlarning xotiradagi adresini ko'rsatib turadi.

Muhim registrlardan yana biri, bu *buyruqlar registri* (*Instruction Register - IR*) hisoblanadi. Unda tartib bo'yicha bajarilishi kerak bo'lgan buyruq yozilgan bo'ladi. Ko'pgina kompyuterlarning protssessorlari, tarkibida turli xil vazifalarni bajarish uchun mo'ljallangan turli xil registrlar to'plamlariga ega bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan tushunchalarni va umuman kompyuterlar arxitekturasiga oid bo'lgan boshqa muhim tushunchalarni, Intel protssessorlari oilasiga mansub, dastlabki protssessorlardan biri bo'lgan Intel 8080 protssessorining analogi hisoblangan – *K580BM80* protssessori misolida batafsil kurib chiqamiz [10]. Ushbu protssessor asosida qurilgan kompyuter ham, hozirgi kompyuterlar singari *uchta shinaga* ega bo'lgan:

1. Ma'lumotlar shinasasi (MSh);
2. Adres shinasasi (ASh);
3. Boshqarish shinasasi (BSh).

K580BM80 protssessorining so'z uzunligi 8 razryadga, murojaat qila olishi mumkin bo'lgan tezkor xotira qurilmasining hajmi 64 Kbaytga va taktli chastotasining qiymati esa 2 MGs-ga tengdir. Ushbu protsessorning chizmalarda ifodalanishi 3.3-rasmda keltirilgan ko'rinishga ega bo'lib, uning chiqish oyoqchalarining soni 40-taga tengdir. Protsessorning 3÷10 raqamli chiqish oyoqchalari – ma'lumotlar shinasiga, 1; 25÷40 raqamli oyoqchalari – adres shinasiga va 12÷19; 21÷24 raqamli oyoqchalari esa – boshqarish shinasiga tegishlidir.

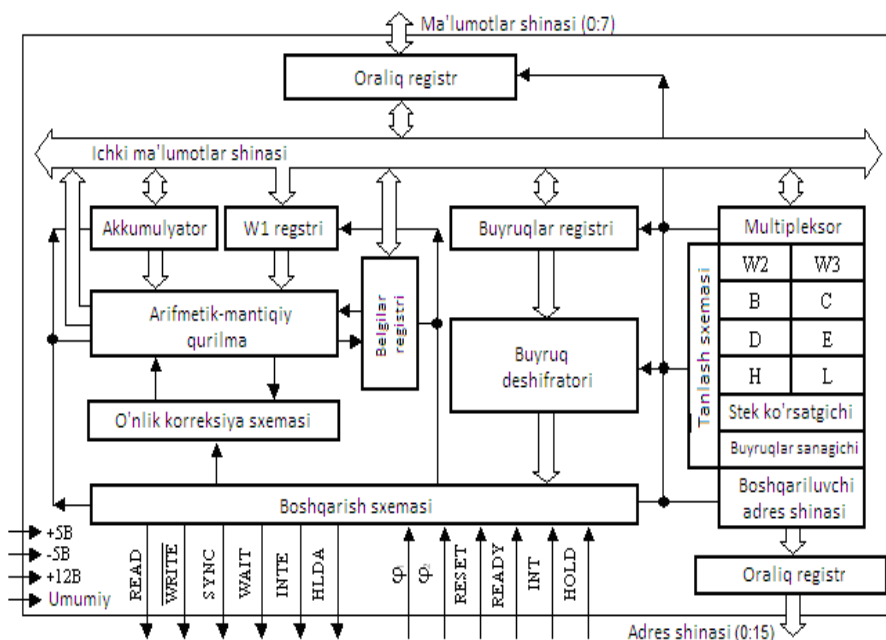


3.3-rasm. K580BM80 protsessorining chizmalardagi ko‘rinishi.

K580BM80 protsessorining ichki tuzilishi 3.4-rasmda keltirilgan. Protsessorni tashkil etuvchi qismlarini tartib bilan batafsil ko‘rib chiqamiz. Tushuntirishlarni Intel protsessorlari oilasiga mansub, so‘z uzunliklari mos holda 16 va 32 razryadga teng bo‘lgan Intel 8088 va Pentium 4 protsessorlarining tuzilishlarini hisobga olgan holda hamda ularning barchasini o‘zaro taqqoslashlar asosida amalga oshiramiz.

K580BM80 protsessori ma’lumotlarni uzatish uchun mo‘ljallangan 8-razryadli ichki ma’lumotlar shinasiga ega. Protsessorda, tashqi shina bilan ma’lumot almashinish, oraliq registrlar (*Buffer Register* - **BR**) yordamida amalga oshiriladi. Ma’lumotlarni va adreslarni vaqtincha saqlash uchun mo‘ljallangan hamda ularni ikki tomonga uzatib bera oladigan oraliq registrlarining chiqishlari uchta holatdan birida bo‘lishi mumkin. Bular kuchlanishning yuqori (1) va pastki (0) sathlari hamda kirish qarshiligi yuqori bo‘lgan holat. Uchinchi holatda protsessorni tashqi shinadan uzib quyish mumkin bo‘ladi.

Bunda tashqi qurilmalarni tezkor xotira bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulanish (*Direct Memory Access - DMA*) amalga oshiriladi. Protssessorning 16-razryadli adres shinasini yordamida 64 Kbayt hajmga ega bo‘lgan tezkor xotirani bevosita adreslash amalga oshiriladi. Quyida keltirilgan YMIK-80 stendining vositalarini ko‘rsatuvchi 3.5-rasmda ham, yuqorida aytib o‘tilgan shinalarni ko‘rish mumkin.



3.4-rasm. K580BM80 protssessorining ichki tuzilish chizmasi.

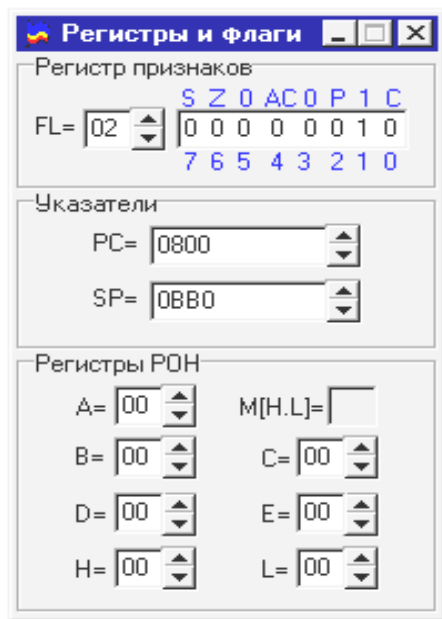
Protssessorning ichki xotirasi sakkizta 8-razryadli – W2, W3, B, C, D, E, H, L va uchta 16-razryadli – *buyruqlar sanagichi (PC)*, *stekni ko‘rsatuvchi (SP)* va *boshqariluvchi adres registrlaridan* tashkil topgan. B, C, D, E, H, L registrlari umumiy tayinlanadigan registrlar to‘plami deyiladi. Ulardan, bajarilayotgan buyruqning xiliga qarab mustaqil 8-razryadli registrlar yoki 16-razryadli juft registrlar BC, DE, HL sifatida foydalaniladi. W2, W3 registrlari esa oraliq registrlar hisoblanadi. Ularga dastur orqali murojaat qilish mumkin emas. W2, W3 registrlardan protssessor ichida bajarilayotgan buyruqlar bilan ishlash davomida foydalaniladi.



3.5-rasm. УМПК-80 elektron stendi vositalari.

Buyruqlar sanagichi – PC registrida bajarilish navbati kelgan buyruqning *xotiradagi adresi* yozilgan bo‘ladi. Bu registrning qiymati buyruqlarning har bir sikli bajarilganda avtomatik ravishda o‘zgartiriladi. K580BM80 protsessorining buyruqlari – *bir, ikki yoki uch bayt uzunlikka* ega bo‘lishi mumkin. Kompyuterda dasturning ishlashi davomida qanday buyruq bajarilishiga qarab, uning uzunligiga mos holda PC-ni qiyamati, 1-ga, 2-ga yoki 3-ga ortiriladi. 3.6-rasmda УМПК-80 elektron stendiga o‘rnatilgan K580BM80 protsessorining ichki registrlari keltirilgan.

Cteknii ko‘rsatuvchi (*Stack Pointer - SP*) registr asosiy xotiraning stek sifatida ishlatilishi mumkin bo‘lgan qismining boshlang‘ich adresini ko‘rsatib turadi (3.6-rasm). Kompyuterda ishlayotgan dasturda *uzilish* sodir bo‘lsa, protsessor ichki registrlarining holatlarini vaqtincha saqlab turish uchun stekdan foydalaniladi. Uzilish deganda – kompyuterda bajarilayotgan bir dasturni, boshqa bir dasturni bajarilishini ta‘minlash maqsadida, vaqtincha to‘xtatib turish tushuniladi. Bunda avval bajarilayotgan dasturga tegishli bo‘lgan, protsessorning ichki registrlarida yozilgan ma‘lumotlarni vaqtincha stekka yozib turish amalga oshiriladi.



3.6-рasm. УМПК-80 электрон стендига o‘rnatilgan K580BM80 protsessorining ichki registrarlari.

Protsessor tarkibiga kiruvchi – boshqariluvchi adres registriga ham, W2, W3 registrilariga o‘xshab dastur yordamida murojaat qilish mumkin emas. Ushbu registrdan ham protsessor ichida, buyruqlarni bajarish paytida foydalaniladi.

K580BM80 protsessorida arifmetik va mantiqiy amallarni bajarilishi uchun kerak bo‘ladigan sonlar – *operandalar*, *akkumulyator-da* va *W1 registrida* saqlab turiladi. Ko‘shish, ayirish, mantiqiy qo‘shish, mantiqiy ko‘paytirish va shularga o‘xshash boshqa bir amal bajarilganda, natija qaytib akkumulyatorga yoki protsessorning boshqa bir ichki registriga yozib qo‘yiladi. So‘ngra esa, kerak bo‘lsa natijani asosiy xotiraga ko‘chirib yozish mumkin bo‘ladi. Akkumulyator-dagi sonni ikkilik ko‘rinishdan, ikkilik-o‘nlik ko‘rinishga o‘tkazish kerak bo‘lsa, o‘nlik korreksiyalash sxemasidan foydalaniladi.

Har bir amalning bajarilishi natijasida, dastur buyruqlarini bajarilish ketma-ketligiga ta’sir qilishi mumkin bo‘lgan turli xil belgilar shakllanadi. Bunday belgilar qatoriga – natijaning ishorasi, natijani nolga teng bo‘lib

qolishi, xosil bo'lgan natijadagi 1-lar sonini juft yoki toqqligi va shularga o'xshash boshqa belgilarni kiritish mumkin. K580BM80 protsessorida bu belgilar – *belgilar registriga* yozib qo'yiladi. Belgilar registri (rus tilida – регистр признаков) 3.6-rasmning yukori qismida tasvirlangan. Keyinchalik ishlab chiqilgan Intel protsessorlarida, jumladan Intel 8088 va Pentium 4 protsessorlarida ushbu registr – *bayroqlar registri* deb atalgan.

Buyruqlar registri (*Instruction Register – IR*) va buyruq deshifrotori, buyruqni qabul qilish va deshifratsiyalash uchun ishlatiladi. Buyruq xotiradan o'qilganida, uning buyruq kodidan iborat bo'lgan birinchi bayti buyruqlar registriga kelib tushadi. Keyin esa bu kod deshifrotorga uzatiladi. Deshifrotor - boshqarish sxemasi va φ_1 , φ_2 sinxrosignallari bilan birgalikda, protsessorning ichki qismlariga tegishli boshqarish signallarini hamda protsessoridan tashqariga chiquvchi boshqarish signallarini shakllantiradi. Har qanday kompyuterda dastur buyruqlarini bajarilishini *fizik jihatdan ta'minlash*, uning shinalari orqali uzatiladigan *boshqarish signallari* yordamida amalga oshiriladi.

Boshqarish sxemasida protsessorga kiruvchi 6-ta va undan chiquvchi 6-ta boshqarish signallari mavjud.

Protsessorga kiruvchi boshqarish signallari:

- φ_1 va φ_2 – taktlovchi impulslar, protsessorga taktlovchi generatordan doimiy ravishda berib turiladigan va uni taktlashni ta'minlaydigan impulslar.
- **RESET** – protsessorni boshlang'ich holatga o'tkazish signali;
- **READY** – protsessorni xotira yoki tashqi qurilma bilan ma'lumot almashinishga tayyorligini anglatuvchi signal;
- **INT** – tashqaridan bo'ladigan uzilishni amalga oshirish uchun ruxsat so'rash;
- **HOLD** – tashqi qurilmani xotiraga to'g'ridan-to'g'ri murojaat qilish uchun, shinani egallash signali.

Protsessoridan chiquvchi boshqarish signallari:

- **READ** – ma'lumotlarni qabul qilishga ruxsat berish signali;
- **WRITE** – ma'lumotlar shinasiga, axborotni chiqarib qo'yilganligini anglatuvchi signal;
- **SYNC** – sinxronlash signali, ya'ni mashina siklini boshlanganligini anglatuvchi signal;
- **WAIT** – protsessorni kutish holatiga o'tganligini anglatuvchi signal;
- **INTE** – uzilishni amalga oshirishga ruxsat beruvchi signal;

- **HLDA** – shinani egallanganligini tasdiqlash signali, ya'ni tashqi qurilmaga, ma'lumotlar va adres shinalariga ulanishga ruxsat berish signali.

Yuqorida keltirilgan boshqarish signallari, nafaqat 8-razryadli, balki barcha 16, 32 va 64-razryadli kompyuterlar shinalarining tarkibida ham mavjuddir. Shuning uchun ushbu boshqarish signallarining xillarini va ularning bajaradigan vazifalarini o'rganib chiqish muhim hisoblanadi. Protssessorida har bir buyruqning bajarilishi, avvaldan aniq qilib belgilab qo'yilgan ketma-ketlikda taktlovchi generatorning φ_1 va φ_2 signallari yordamida vaqt bo'yicha sinxronlash bilan amalga oshiriladi.

Buyruqning bajarilish vaqti, ya'ni buyruqni xotiradan o'qish, dekodlash va bajarish vaqtlari – *1÷5 mashina sikllaridan* iborat bo'lishi mumkin. Mashina sikli deganda - xotiradan bir baytli axborotni o'qish yoki bir baytli buyruqni bajarish uchun ketgan vaqt tushuniladi. Mashina sikli – *3÷5 mashina taktidan* iborat bo'lishi mumkin. Mashina takti deganda esa, φ_1 va φ_2 signallarning davri tushuniladi. K580BM80 protssessorida 10-ta turli xil mashina sikllari mavjud:

1. Buyruq kodini xotiradan olib, protssessorning buyruqlar registriga yozish.
2. Ma'lumotlarni xotiradan o'qish.
3. Ma'lumotlarni xotiraga yozish.
4. Stekka ma'lumotlarni yozish.
5. Stekdan ma'lumotlarni o'qish.
6. Tashqi qurilmadan ma'lumotlarni kiritish.
7. Tashqi qurilmaga ma'lumotlarni yozish.
8. Uzilishni bajarish sikli.
9. Protssessor to'xtash rejimida turganda uzilishni bajarish.
10. To'xtash sikli.

Har qanday buyruqni bajarilishida birinchi bo'lib, buyruq kodini xotiradan protssessorning buyruqlar registriga yozish sikli bajariladi.

K580BM80 protssessorining buyruqlar to'plami **244-ta** turli xil buyruqlardan tashkil topgan. Ushbu buyruqlarni beshta guruhga ajratish mumkin:

1. Ma'lumotlarni bir joydan boshqa joyga ko'chirib yozish buyruqlari. Ular yordamida, ma'lumotlarni biron-bir registrdan - boshqasiga, registrdan - xotiraga yoki xotiradan - registrga ko'chirib yozish amalga oshirilishi mumkin.

2. Arifmetik buyruqlar. Ular yordamida, qo‘shish, ayrish, registrdan yozilgan sonni birga orttirish yoki birga kamaytirish kabi amallarini bajarish mumkin.

3. Mantiqiy buyruqlar. Ular yordamida, mantiqiy qo‘shish, mantiqiy ko‘paytirish, taqqoslash va siljitish kabi amallarni bajarish mumkin.

4. Boshqarishni uzatish buyruqlari. Bunday buyruqlar sirasiga – shartli va shartsiz o‘tish buyruqlari, dastur osti dasturlarini chaqirish va dastur osti dasturlaridan qaytish kabi buyruqlar kiradi.

5. Stek bilan ishlash va uni boshqarish buyruqlari.

O‘quv kompyuterining xotirasi har biri o‘zining o‘n olti razryadli adresiga ega bo‘lgan, sakkiz razryadli yacheykalardan iborat ko‘rinishda tashkil qilingan. Shunday qilib protsessor 65536-ta bayt, ya‘ni 64 Kbayt hajmga ega asosiy xotira bilan ishlay oladi.

Bitta buyruq, bir baytdan uch baytgacha uzunlikka ega bo‘lishi mumkin. Ikki va uch baytli buyruqlar xotiraning ketma-ket joylashgan yacheykalariga yoziladi. Buyruqning birinchi bayti har doim – bajarilishi kerak bo‘lgan amal kodidan iborat bo‘ladi. Uch baytli buyruqning ikkinchi va uchinchi baytlariga ma‘lumotlar (adres) yozilgan bo‘ladi. Bunda ma‘lumotlarning (adresning) kichik bayti, buyruqning ikkinchi baytga, ma‘lumotlarning katta bayti esa buyruqning uchinchi baytiga yoziladi.

Protsessorda xotira yoki registrnlarni adreslashning *to‘rtta xili* mavjud:

1. *To‘g‘ridan-to‘g‘ri adreslash* – buyruqning ikkinchi va uchinchi baytlari xotira adresidan iborat bo‘ladi. Bunda adresning kichik bayti buyruqning ikkinchi baytiga, katta bayti esa buyruqning uchinchi baytiga yozilgan bo‘ladi.

2. *Murojaat qilinadigan registrni ko‘rsatib adreslash*. Buyruqning o‘zida ma‘lumot yozilgan registrning yoki bir juft registrnlarning adreslari yozilgan bo‘ladi.

3. *Registrnlar yordamida bilvosita adreslash*. Buyruqda, xotira adresi yoki ma‘lumotlar yozilgan bir juft registr ko‘rsatiladi.

4. *Bevosita adreslash*. Ma‘lumot buyruqning o‘ziga yozilgan bo‘ladi.

Uzilishlar, shartli yoki shartsiz o‘tish buyruqlari bo‘lmagan taqdirda, protsessor buyruqlarni – xotiraning ketma-ket joylashgan yacheykalaridan o‘qib olish bilan dasturni bajarishni yo‘lga qo‘yadi.

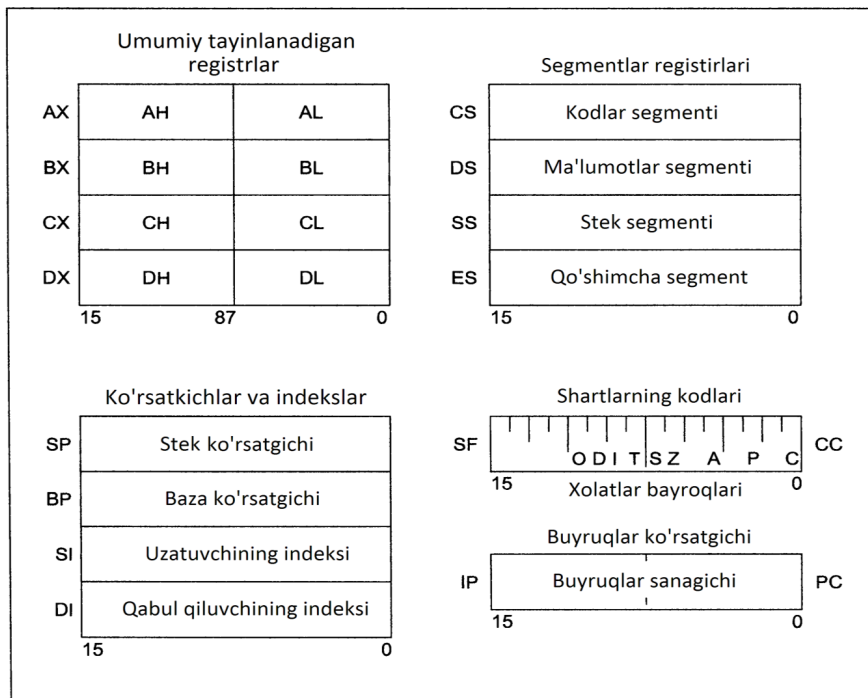
3.3. O‘n olti razryadli kompyuter protsessorining tuzilishi

O‘n olti razryadli kompyuter protsessorining tuzilishi va qanday ishlashini, 16-razryadli Intel 8088 protsessori misolida ko‘rib chiqamiz. Ushbu protsessorda ham Intel 8080 (K580BM80) protsessori kabi **PC** (*Program Counter*) – buyruqlar sanagichi registri yoki **IP** (*Instruction Pointer*) – buyruqlar ko‘rsagichi registri muhim registrlardan biri hisoblanadi (3.7-rasm).

Asosiy xotirada, dasturning buyruqlari yoziladigan qismi – *kodlar yoziladigan segment* deb ataladi. (rus tilida – кодовый сегмент). Kodlar yoziladigan segmentning maksimal hajmi, 64 Kbaytga teng. Intel 8088 protsessori asosiy xotirasining maksimal hajmi 1 Mbaytga teng. Bu MS DOS operatsion tizimi uchun mo‘ljallangan xotira edi. MS DOS operatsion tizimining emulyatsiyasi hozirgi kompyuterlarda ham amalga oshirilishi mumkin. 2.5-rasmda 1 Mbaytli xotiraning tuzilishi keltirilgan edi. Ushbu xotiraga murojaat qilish 64 Kbaytli *segmentlarga* murojaat qilish orqali amalga oshiriladi. Asosiy xotiraga, uni segmentlarga bo‘lgan holda murojaat qilish 16-razryadli 1 Mbayt va undan ko‘proq hajmli asosiy xotiraga ega bo‘lgan kompyuterlardan boshlangan

Kodlar yoziladigan segmentning boshlang‘ich adresi 1 Mbaytli xotira chegarasida **CS** - *kodlar yoziladigan segment registri* yordamida ko‘rsatiladi (3.7-rasm). Kodlar yoziladigan yangi segmentni faollashtirish uchun CS - registrining qiymatini o‘zgartirish kerak bo‘ladi.

3.8-rasmda Intel 8088 protsessori uchun assembler tilida yozilgan dasturning dastlabki matni va dasturni bajarilishi haqidagi axborotni ko‘rsatuvchi trasserning darchalari keltirilgan. Bu rasmda CS registri va uning qiymati θ) rasmning yuqoridagi chap darchasida keltirilgan.



3.7-rasm. Intel 8088 protsessorining ichki registrlari.

Kodlar yoziladigan segment bilan bir qatorda, dasturni ishlashi davomida unga kerak bo'ladigan ma'lumotlarni o'zida saqlash uchun mo'ljallangan – *ma'lumotlar segmenti* ham ishlatilishi mumkin (yoki ishlatilmasligi ham mumkin). Ma'lumotlar segmentining maksimal hajmi ham 64 Kbaytga teng bo'lib, ushbu segmentning boshlang'ich adresi **DS - ma'lumotlar segmenti** registri yordamida ko'rsatiladi, ya'ni unga yozilgan bo'ladi. DS - registriga yozilgan qiymatni o'zgarish bilan xotiraning boshqa qismida joylashgan segmentga murojaat qilish mumkin bo'ladi. 16-razryadli CS va DS registrlar yordamida 1 Mbaytli asosiy xotira chegarasida ma'lumotlarni yozish (yoki o'qish) amalga oshiriladi. Intel 8088 protsessorining registrlari ham 16 razryadga ega.

_EXIT = 1	! 1	CS: 00 DS=SS=ES: 002		MOV CX,de-hw	! 6
_WRITE = 4	! 2	AH:00 AL:0c AX: 12		PUSH CX	! 7
_STDOUT = 1	! 3	BH:00 BL:00 BX: 0		PUSH HW	! 8
.SECT .TEXT	! 4	CH:00 CL:0c CX: 12		PUSH _STDOUT	! 9
start:	! 5	DH:00 DL:00 DX: 0		PUSH _WRITE	! 10
MOV CX,de-hw	! 6	SP: 7fd8 SF O D S Z C =>0004		SYS	! 11
PUSH CX	! 7	BP: 0000 CC - > p - -	0001 =>	ADD SP,8	! 12
PUSH hw	! 8	SI: 0000 IP:000c:PC	0000	SUB CX,AX	! 13
PUSH _STDOUT	! 9	DI: 0000 start + 7	000c	PUSH CX	! 14
PUSH _WRITE	! 10				
SYS	! 11				
ADD SP, 8	! 12				
SUB CX,AX	! 13	hw			
PUSH CX	! 14	■		> Hello World\n	
PUSH _EXIT	! 15	hw + 0 = 0000: 48 65 6c 6c 6f 20 57 6f Hello World 25928			
SYS	! 16				
.SECT .DATA	! 17				
hw:	! 18				
.ASCII "Hello World\n"	! 19				
.BYTE 0	! 20				

a

b

3.8-rasm. 8088 trasserining darchalari.

Protsessorning qolgan registrlarida ma'lumotlar yoki asosiy xotirada yozilgan ma'lumotlar o'rnini ko'rsatuvchi axborotlar saqlanadi. Assembler dasturlari yordamida ushbu registrlarga to'g'ridan-to'g'ri murojaat qilish mumkin. Protsessorlar tarkibida registrlar bilan birga, kompyuterni ishlashi uchun kerak bo'ladigan boshqa apparat vositalar – yordamchi sxemalar, arifmetik-mantiqiy qurilmalar va boshqa shu kabi qurilmalar mavjud. Dasturchi ushbu apparat vositalarga buyruqlar yordamida murojaat qila olishi mumkin.

Intel 8088 protsessorining ishlashi, boshqa hisoblash vositalari kabi *buyruqlarni ma'lum bir ketma-ketlikda bajarish* bilan amalga oshiriladi. Alohida olingan buyruqning bajarilishi esa *bir-nechta bosqichlardan* iborat bo'ladi. Bu bosqichlarning to'liq ketma-ketligi *protsessor sikli* deb ataladi. Protsessor sikli quyidagi bosqichlardan iborat bo'ladi:

1. Buyruqlar sanagichi registri – PC yordamida asosiy xotiraning kodlar yozilgan segmentidan bajarilishi kerak buyruq tanlab olinadi.

2. PC ning qiymati – 1-ga, 2-ga yoki 3-ga orttiriladi.

3. Tanlab olingan buyruq dekodlanadi, ya'ni qanday buyruq ekanligi aniqlanadi.

4. Buyruqni bajarish uchun kerak bo'ladigan ma'lumotlar xotiradan va (yoki) registrlardan tanlab olinadi.

5. Buyruq bajariladi.

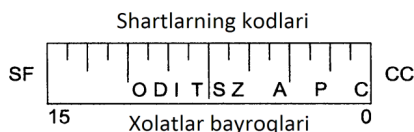
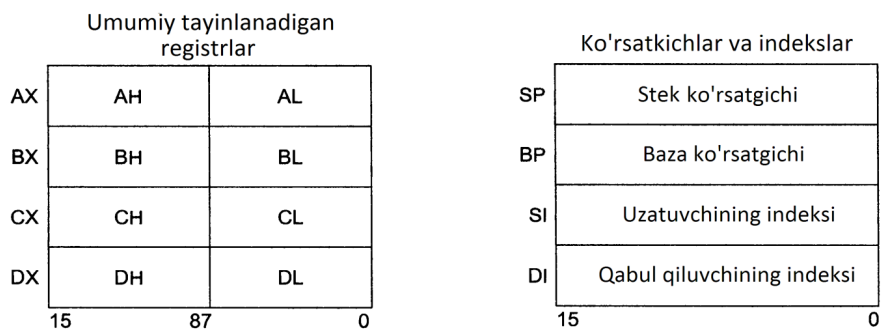
6. Buyruqni bajarilishi natijalari xotiraga va (yoki) registrarga yozib qo'yiladi (saqlanadi).

7. Keyingi buyruqni bajarish jarayoni boshlanadi, ya'ni keyingi sikkga o'tiladi – 1-inchi qadamga qaytish bilan.

Assembler tilida dasturlar yozuvchi dasturchi nuqtai nazaridan Intel 8088 protsessorida 14-ta ichki registrlar ko'zda tutilgan hisoblanadi (3.7-rasmga qaralsin). Ushbu registrlar ko'p sonli buyruqlar tomonidan ishlatiladigan, o'ta katta tezlikka ega xotira vazifasini bajaradi. Ularga yoziladigan (saqlanadigan) natijalarning qiymatlari juda katta tezlikda o'zgarib turadi. 3.7-rasmga keltirilgan registrlar bilan 3.8-rasmga keltirilgan transser darchalarida o'xshashlikni yaqqol ko'rish mumkin.

Protsessorning registrlari bir-nechta guruhlariga bo'linadi (3.9-rasm):

1. Umumiy tayinlanadigan registrlar guruhi.
2. Ko'rsatgich registrlar guruhi.
3. Segmentlarni ko'rsatuvchi registrlar.
4. Bayroqlar registri.
5. Buyruq adresini ko'rsatuvchi registr.



3.9-rasm. Intel 8088 protsessori ichki registrlarining guruhlari

3.4. O‘ttiz ikki razryadli kompyuter protsessorining tuzilishi

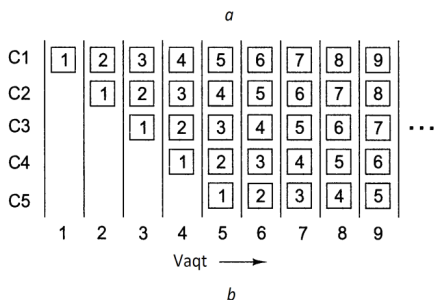
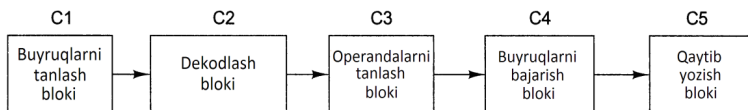
O‘ttiz ikki razryadli kompyuter protsessorining tuzilishi va qanday ishlashini o‘rganish jarayonida, kompyuterlarning unumdorligini oshirishda qo‘llaniladigan – *ma’lumotlarni parallel ishlash shakllarini* tushunib olish muhim ahamiyatga egadir [2]. Ma’lumotlarni parallel ishlashning ikkita asosiy shakli mavjud:

1. Buyruqlar sathidagi parallellik.
2. Protsessorlar sathidagi parallellik.

Birinchi holatda unumdorlikni oshirish uchun, har bir sekunda ko‘proq buyruqlarni bajarilishini yo‘lga qo‘yish kerak bo‘ladi. Ikkinchi holatda unumdorlikni oshirish esa, bitta topshiriqni bajarishni, bir vaqtda bir necha protsessorlarga yuklash bilan erishiladi.

Avval, o‘ttiz ikki razryadli bitta protsessorli kompyuterlarning unumdorligini oshirishda qo‘llanilgan – *buyruqlar sathidagi parallellik* nima ekanligini tushuntirib o‘tamiz. Ma’lumotlarni parallel ishlash shakllari, Intel firmasi tomonidan ishlab chiqarilgan, tartib bo‘yicha firmaning ikkinchi 32-razryadli, nisbatan takomillashtirilgan Intel 486 protsessoridan boshlab qo‘llanilgan. Buyruqlar sathidagi ushbu shakldagi parallellik – *konveyer g‘oyasiga* asoslangan. Intel 486 protsessori bitta besh sathli konveyerga, undan keyin ishlab chiqarilgan dastlabki Pentium protsessori esa ikkita besh sathli konveyerga ega edi.

Protsessorlarda buyruqlarni konveyer asosida ishlash deganda, buyruqlarning bajarilish jarayoni bir nechta qadamlarga bo‘lingan bo‘lib, har bir qadam – ma’lum bir *blok* tomonidan o‘zaro parallel tarzda amalga oshirilishi tushuniladi. Bu bloklarni esa protsessorning apparat qismi hisoblangan – o‘ziga xos qurilmalar deb qarash mumkin. 3.10, a) - rasmda beshta blokdan iborat bo‘lgan, *besh sathi konveyer* keltirilgan. Bu bloklar – bosqichlar ham deb ataladi.



3.10-rasm. Beshta sathli konveyer (a); o‘tilgan sikllarga mos keladigan, har bir bosqichning holati (b), jami 9-ta sikl ko‘rsatilgan.

Birinchi bosqich (C1 bloki) – asosiy xotirada yozilgan buyruqni chaqirib oladi va oraliq xotiraga, ya’ni buyruqlar registri **IR**-ga joylashtiradi.

Ikkinchi bosqich (C2 bloki) – buyruqni dekodlaydi, ya’ni uni qanday buyruq ekanligini va ushbu buyruqning operandalari qanday operandalar ekanligini aniqlaydi. Operandalar deganda buyruqni bajarilishida qatnashadigan ma’lumotlar tushuniladi. Bu operandalar – ishorali yoki ishorasiz butun sonlar, suriluvchi nuqtali sonlar, o‘nli-ikkilik sonlar, simvollar yoki mantiqiy ma’lumotlardan biri bo‘lishi mumkin.

Uchinchi bosqich (C3 bloki) – operandalar qayerda joylashganligini aniqlaydi va ularni ichki registrlardan yoki asosiy xotiradan chaqirib oladi.

To‘rtinchi bosqich (C4 bloki) – operandalarni ma’lumotlar trakti orqali o‘tkazish bilan buyruqni bajaradi (1.1-paragrafdagi 1.6-rasmga qaralsin).

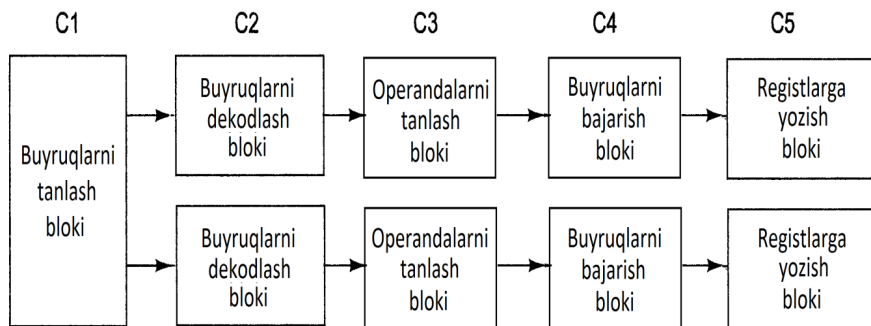
Beshinchi bosqich (C5 bloki) – hosil bo‘lgan natijani qaytib buyruqda ko‘rsatilgan registrga yozadi.

3.10, b) - rasmda konveyerni vaqt bo‘yicha qanday amalga oshirishini ko‘rishimiz mumkin. Absissa o‘qi bo‘ylab ko‘rsatilgan vaqt bo‘yicha birinchi siklda C1 bloki 1-inchi buyruqni ishlashni boshlaydi, ya’ni ushbu buyruq xotiradan chaqirib olinadi. Ikkinchi siklda esa C2 blok 1-inchi buyruqni dekodlashni amalga oshirayotgan paytda, C1 blok 2-nci buyruqni xotiradan chaqirib oladi. Uchinchi siklda C3 bloki, 1-inchi

buyruqning operandalarini chaqirib olayotgan paytda, C2 bloki 2-nchi buyruqni dekodlaydi, C1 bloki esa 3-inchi buyruqni xotiradan chaqirib oladi. To‘rtinchi siklda C4 bloki 1-inchi buyruqni bajarishni amalga oshirayotgan paytda, C3 bloki 2-nchi buyruqning operandalarini chaqirib olayotgan bo‘ladi, C2 bloki 3-inchi buyruqni dekodlayotgan bo‘ladi, C1 bloki esa 4-inchi buyruqni xotiradan chaqirib olayotgan bo‘ladi. Va nihoyat 5-inchi siklda C5 bloki 1-inchi buyruq bajarilgandan so‘ng hosil bo‘lgan natijani registrlardan biriga qaytib yozayotganida, konveyerning boshqa bosqichlari keyingi buyruqlarni ishlashni amalga oshirayotgan bo‘ladilar.

Ushbu ko‘rib chiqilgan – buyruqlarni konveyerli ishlash chizmasida, har bir siklni 2 ns deb olsak, bitta buyruqni konveyerdan o‘tishi uchun 10 ns kerak bo‘ladi. Birinchi qarashda, bunday konveyer asosida qurilgan kompyuter 1 sekundda 100 millionta buyruqni bajarayotgandek bo‘lib ko‘rinadi. Aslida, konveyerning qo‘llanilishi natijasida esa, beshinchi bosqichdan boshlab, har bir bosqichda 5-tadan buyruqni bajarilayotganini hisobga olsak, 1 sekundda 500 millionta buyruqni bajarishga erishiladi.

3.10-rasmda tushuntirilgan konveyer, yuqorida ta’kidlab o‘tganimizdek Intel 486 protsessorida amalga oshirilgan edi. Intel protsessorlari oilasiga mansub dastlabki Pentium protsessorida esa, ana shunday konveyerlarning ikkitasini bir vaqtda ishlashi yo‘lga qo‘yilgan edi. Bu konveyer – *buyruqlarni tanlashning umumiy blokiga ega bo‘lgan, besh sathli ikki qatorli konveyer* deb atalgan (3.11-rasm).

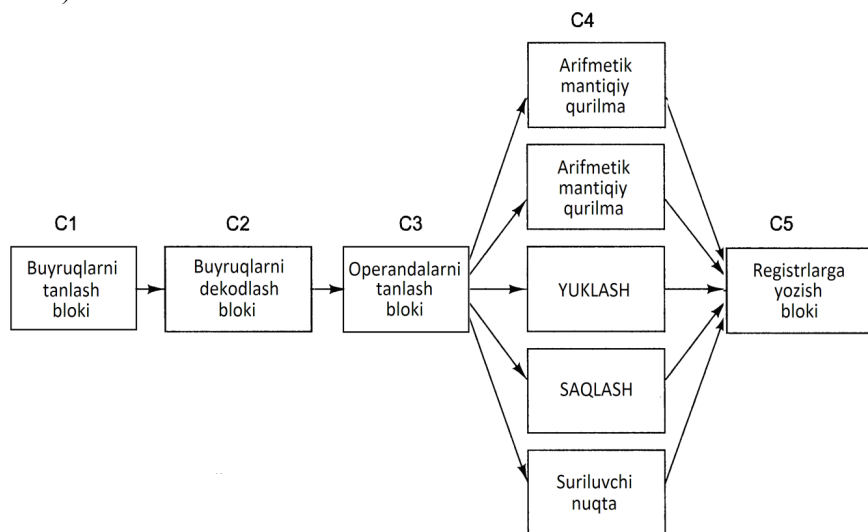


3.11-rasm. Buyruqlarni tanlashning umumiy blokiga ega bo‘lgan, besh sathli ikki qatorli konveyer.

Pentium protsessorining birinchi – bosh konveyeri *u-konveyer* ikkinchisi esa, *v-konveyer* deb atalgan. *u*-konveyerda ixtiyoriy olingan, ya’ni protsessorning buyruqlari tarkibiga kirgan barcha buyruqlarni bajarish mumkin bo’lgan. *v*-konveyerda esa, nisbatan oddiy bo’lgan buyruqlarni bajarish yo’lga qo’yilgan. Bunday buyruqlar sirasiga – butun sonlar ustida bajariladigan oddiy buyruqlar, suriluvchi nuqtali sonlar ustida bajarilishi mumkin bo’lgan bitta oddiy buyruq kabi buyruqlarni kiritish mumkin.

Kompyuterlarning unumdorligini oshirishda qo’llaniladigan, ma’lumotlarni parallel ishlashning ikkinchi shakli bo’lgan – *protsessor sathidagi paralellik* haqidagi tushuntirishlar 3.6 paragrafda keltiriladi.

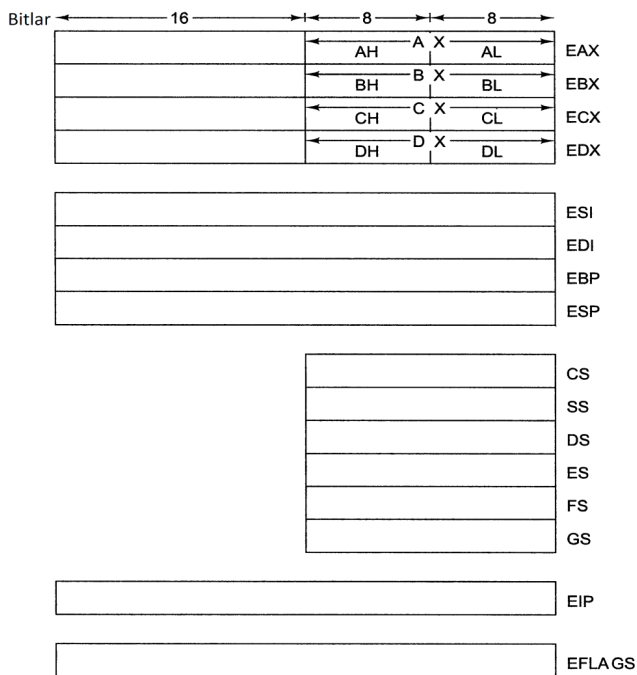
Konveyer g’oyasini amalga oshirishda ishlatilgan yondoshishlardan yana biri bu – ko’p sonli funksional bloklarga ega bo’lgan bitta koveyerdan foydalangan holda hisoblashlarni tashkil etish bo’ldi (3.12-rasm).



3.12-rasm. Beshta funksional blokka ega superskalyar protsessor.

Ushbu yondoshish asosida qurilgan arxitektura – *superskalyar arxitektura* deb ataldi. 3.12-rasmda beshta funksional blokka ega bo’lgan superskalyar protsessorning tuzilishi keltirilgan. Unda buyruqlarni bajarish bloki bo’lgan C4 bloki tarkibiga qo’shimcha funksional bloklar kiritish amalga oshirilgan. Bunday arxitekturadan avval Pentium II, keyinchalik esa Pentium 4 protsessorini qurishda foydalanilgan.

O'ttiz ikki razryadli kompyuter protsessorining tuzilishi va qanday ishlashiga oid muhim jihatlarini Pentium 4 protsessori misolida ko'rib chiqamiz. Pentium 4 protsessorining ichki registrlari 3.13-rasmda keltirilgan.



3.13-rasm. Pentium 4 protsessorining ichki registrlari.

Pentium 4 protsessor tarkibida ham, 16-razryadli Intel 8088 protsessori tarkibida bo'lgan barcha registrlar guruhlar mavjuddir. Ushbu registrlarning uzunliklari 16 va 32-razryadga ega. Pentium 4 protsessorining umumiy tayinlanadigan registrlari **EAX**, **EVX**, **ESX** va **EDX**lar – 8, 16 va 32-razryadli registrlar sifatida ham ishlatilishi mumkin [2]. **ESI**, **EDI**, **EBP** va **ESPL**lar – barchasi 32-razryadli ko'rsatgich registrlari to'plamidir. **CS**, **SS**, **DS**, **ES**, **FS** va **GS** lar – barchasi 16-razryadli segment registrlari to'plami. **EIP** – 32-razryadli

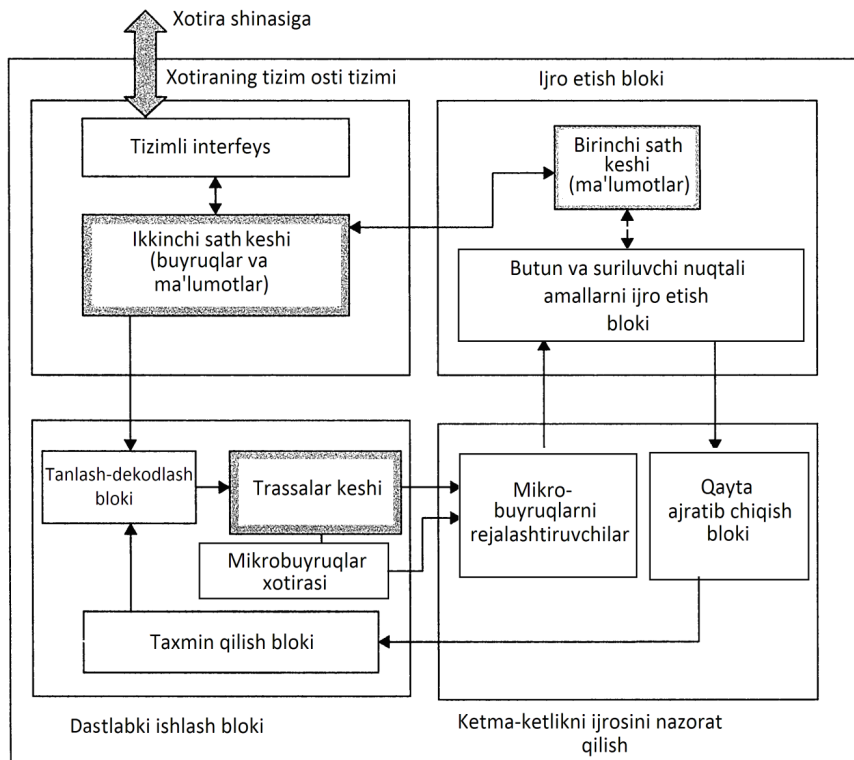
buyruqlar ko'rsatgichi registri. **EFLAGS** - 32-razryadli bayroqlar registridir.

Pentium 4 protsessori mikroarxitektura sathida, undan oldin ishlab chiqarilgan protsessorlardan anchagina farq qiladi. Pentium II, Pentium Pro va Pentium III protsessorlari **P6** mikroarxitekturasi asosida qurilgan bo'lib ular bir-biridan asosan unumdorligi va qator ikkinchi darajali ko'rsatgichlari bilan farqlanganlar. Pentium 4 protsessori **NetBurst** deb atalgan va **P6** mikroarxitekturasi bilan keskin farq qiladigan mikroarxitekturaga ega (3.14-rasm).

NetBurst mikroarxitekturasi ko'proq bosqichli konveyerga va ikkita arifmetik-mantiqiy qurilmaga ega bo'lib, *giperoqimli texnologiyani* amalga oshira oladi. Giperoqimli texnologiya deganda – ikkita registrlar to'plamiga va qator boshqa resurslar to'plamiga ega bo'lgan qurilma tushuniladi. Bu texnologiya Pentium 4 protsessorida, ikkita dastur orasida biridan boshqasiga o'tishni juda yuqori tezlikda ta'minlab beradi, ya'ni bunda bitta emas balki bir vaqtda ikkita protsessor ishlayotgandek bo'lib tuyuladi. Pentium 4 protsessori bitta sikl davomida bir nechta buyruqlarni bajarish imkoniyatiga ega, shuning uchun u *superskalyar protsessor* deb ataladi.

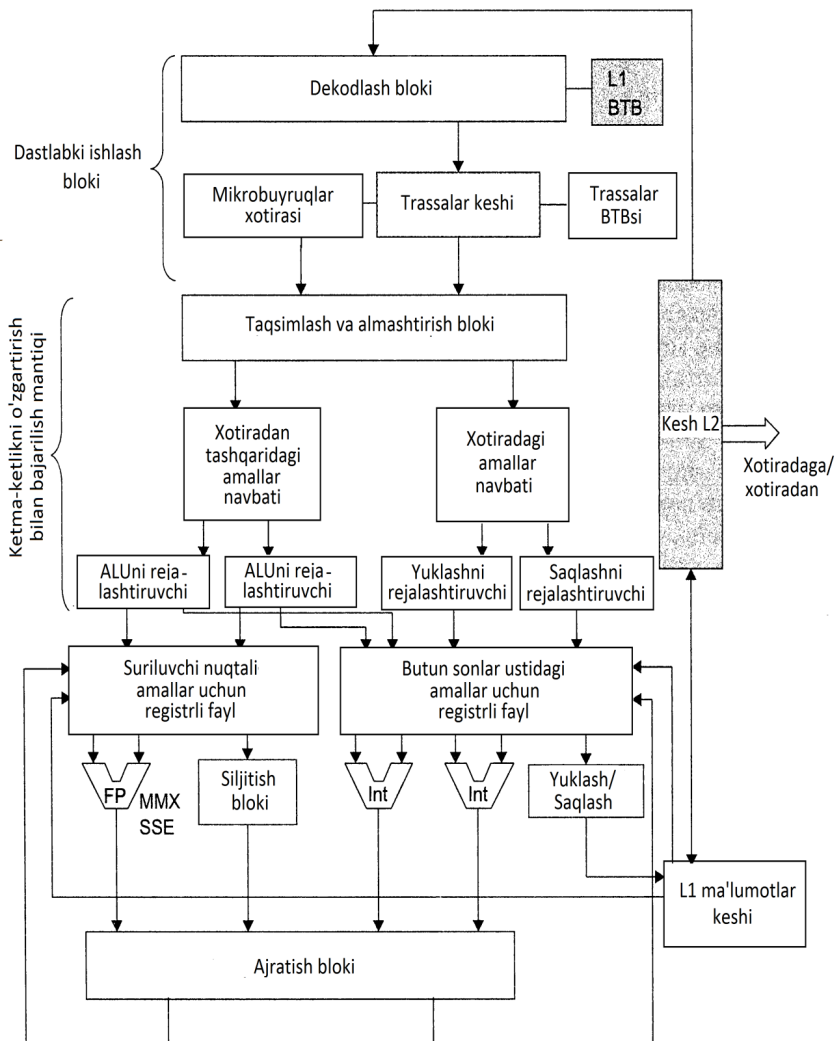
Pentium 4 protsessorida uning modeliga qarab ikki yoki uch sathli kesh xotiralardan foydalanilgan. Barcha modellar 8 Kbayt hajmli SRAM turidagi birinchi sath kesh xotirasi **L1**-ga ega. **L2** - 1 Mbayt, **L3** esa - 2 Mbayt hajmli kesh xotiralardan iboratdir. Ushbu xotiralar yordamida konveyerlar ishini tezlatish amalga oshiriladi. Pentium 4 protsessori ma'lumotlar traktining soddalashtirilgan ko'rinishi 3.15-rasmda keltirilgan.

Pentium 4 protsessori 42 000 000-ta tranzistorga ega, «qatorining kengligi» 0,18 mkm va taktli generatorining chastotasi esa 1,5 GGs-ga tengdir. «Qatorining kengligi» deganda tranzistorlar orasidagi o'tkazgichlarning kengligi tushuniladi. Odam sochining diametri 20-100 mkm-ni tashkil qiladi. 1 mkm = 10^{-6} metr yoki 1 mkm = 10^{-3} mm ga teng degani. Bunda $0,18 \approx 0,2 = 2 \cdot 10^{-4}$ mm ga to'g'ri keladi.

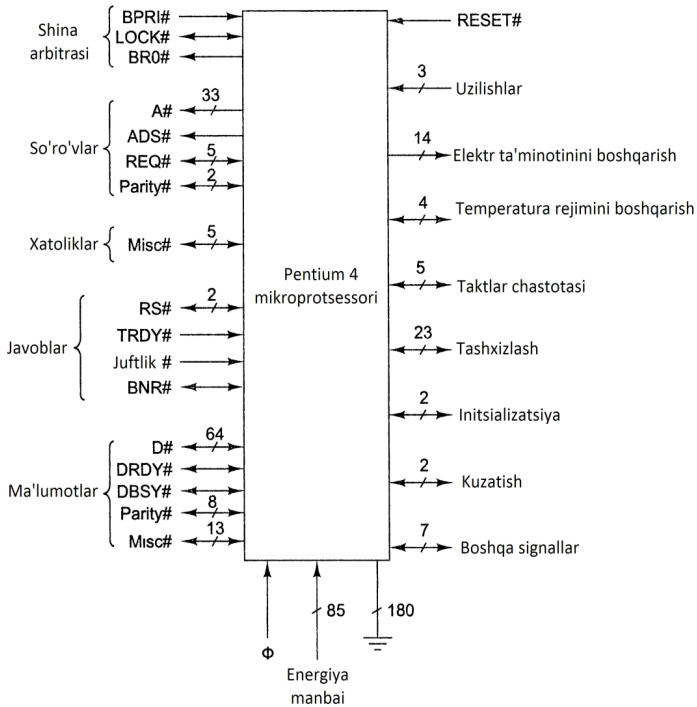


3.14-rasm. Pentium 4 protsessorining mikroarxitekturasi – NetBurst.

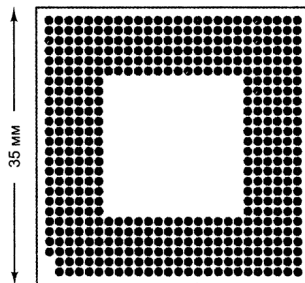
Pentium 4 mikrosxemasi **35** mm uzunlikka ega kvadrat shaklida ishlangan. Mikrosxema uning past qismida matritsa shaklida joylashgan **478**-ta chiqish oyoqchalariga ega. Bu oyoqchalarning **85**-tasi mikroprotsessorni kuchlanish bilan ta'minlash uchun, **180**-tasi shovqinni kamaytirish uchun erga ulangan, **198**-ta chiqish signallar uchun ishlatilgan, **10**-ta chiqish esa zahira uchun qoldirilgan (3.16 va 3.17-rasmlar).



3.15-rasm. Pentium 4 ma'lumotlar traktining soddalashtirilgan ko'rinishi.



3.16-rasm. Pentium 4 protsessori chiqish oyoqchalarining nomlanishlari.



3.17-rasm. Pentium 4 protsessoringining mikrosxemasi.

3.5. Zamonaviy kompyuterlarda o'rnatilayotgan protsessorlar va ularning muhim jihatlari

Intel Core i7 protsessori. Intel Core i7 protsessori birinchi shaxsiy kompyuter hisoblangan IBM PC kompyuterida ishlatilgan Intel 8088 protsessorining avlodidir. Intel Core i7 protsessori, tarkibida bor-yo'g'i 29 000-ta tranzistori bo'lgan Intel 8088 protsessoridan anchagina farq qilishiga qaramasdan, unda Intel 8088 va undan keyin ishlab chiqarilgan Intel protsessorlari oilasiga mansub protsessorlar uchun yozilgan ikkilik dasturlarni bajarish mumkin. Avval ham ta'kidlab o'tganimizdek ushbu protsessorlar arxitekturalari bir-biriga mos holda takomillashtirib kelingan, ya'ni ular o'zaro bir-biriga mos tushadi, rus tilida bu «совместимость» deb ataladi.

Intel Core i7 protsessorining dastlabki versiyasi 4-ta yadroli **Nahalem** arxitekturasiga asoslangan edi [1, 16]. Ushbu protsessor tarkibida 731 000 000-ta tranzistor bo'lib, uning «qatorining kengligi» 45 nanometr ga va taktli generatorining chastotasi esa 3,2 GGs-ga teng edi. Odam sochining diametri 20 000-100 000 nanometrni tashkil qiladi.

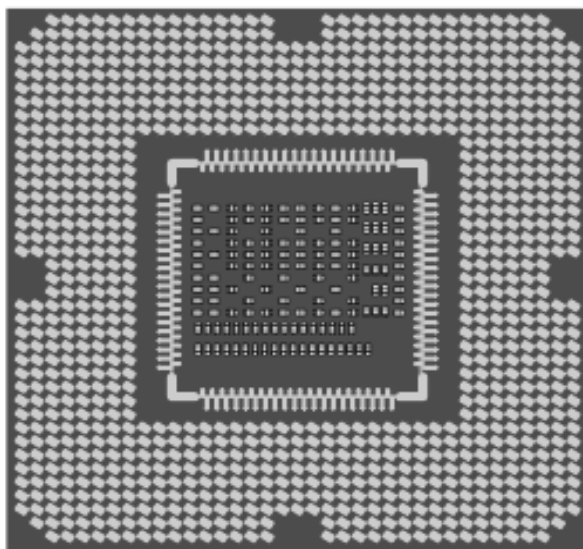
Intel Core i7 protsessorining 2011 yili ishlab chiqarilgan yangi versiyasi **Sandy-Bridge** arxitekturasi asosida qurilgan. Uning tarkibida ishlatilgan tranzistorlarning soni 1 160 000 000-taga etdi, tezligi 3,5 GGs-ni va «qatorining kengligi» esa 32 nanometrni tashkil etdi.

Intel Core i7 64-razryadli kompyuter bo'lib, unda 80386, 80486, Pentium, Pentium II, Pentium Pro, Pentium III, va Pentium 4 protsessorlari asosida qurilgan kompyuterlardagi kabi, ishlab chiqarishda qo'llaniladigan standart arxitektura – ISA (Industry Standard Architecture) dan foydalanilgan. Ushbu protsessor undan avval ishlab chiqarilgan va nomlari yuqorida sanab o'tilgan protsessorlar tarkibida mavjud bo'lgan IEEE 754 standartiga asoslangan registrlar va buyruqlar to'plamlariga egadir. Intel Core i7 buyruqlarining tarkibiga birinchi navbatda *kriptografik amallarni* bajarish uchun mo'ljallangan yangi buyruqlar qo'shilgan.

Intel Core i7 protsessori tarkibida 2-tadan 6-tagacha yadro bo'lgan holda ishlab chiqarilishi mumkin. Unda ham Pentium 4 protsessoriga o'xshab bir nechta apparat oqimlarni bir vaqtda faollashtirib ishlash mumkin bo'lgan – *giperoqimli texnologiyadan* foydalanilgan. Core i7 protsessorlarida ham uch sathi kesh xotiradan foyda-

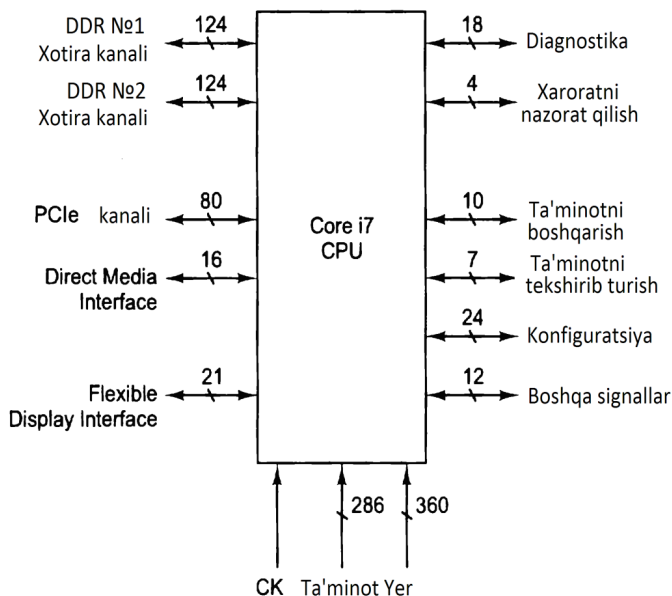
laniladi. Ularda ma'lumotlar va buyruqlar uchun mo'ljallangan alohida-alohida qilib ishlangan, har biri 32 Kbayt hajmga ega birinchi sath (L1) kesh xotiralari mavjud. Har bir yadro o'zining 256 Kbaytli ikkinchi sath (L2) kesh xotirasiga ega. Hajmi 4 Mbaytdan 15 Mbaytgacha bo'lishi mumkin uchinchi sath (L3) kesh xotirasidan barcha yadrolar birgalikda foydalanadilar.

Intel Core i7 protsessori tomoning uzunligi 37,5 mm bo'lgan kvadrat shaklidagi LGA korpusiga joylashtirilgan (3.18-rasm).



3.18-rasm. Intel Core i7 protsessoringining mikrosxemasi.

Mikrosxema uning past qismida joylashgan **1155**-ta chiqish oyoqchalariga ega. Bu oyoqchalarning **286**-tasi protsessorni kuchlanish bilan ta'minlash uchun, **360**-tasi shovqinni kamaytirish uchun erga ulangan, **447**-ta chiqish signallar uchun ishlatilgan, **62**-ta chiqish esa zahira uchun qoldirilgan (3.19-rasm).



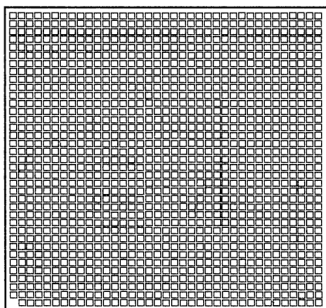
3.19-rasm. Intel Core i7 protsessori chiqish oyoqchalarining nomlanishi.

UltraSPARC III protsessori. UltraSPARC III protsessori Sun firmasi tomonidan ishlab chiqarilgan serverlar va ishchi stansiyalarda o'rnatilgan 64-razryadli UltraSPARC protsessorlari oilasiga mansub protsessor hisoblanadi. Ushbu oila tarkibiga *Version 9 SPARC* arxitekturasi asosida ishlab chiqarilgan - UltraSPARC I, UltraSPARC II va UltraSPARC III protsessorlari kiradi [2]. Bu protsessorlar barchasining so'z uzunligi 64-razryadga tengdir. *SPARC* (*Scalable Processor ARChitecture – нарациваемая архитектура процессора*) – kengaytirilishi yoki qo'shimcha protsessorlar ulanishi mumkin bo'lgan protsessor arxitekturasi.

UltraSPARC III protsessori o'zidan avval ishlab chiqarilgan 32-razryadli SPARC V8 protsessori bilan mos tushadi. UltraSPARC III protsessori *VIS 2.0* buyruqlar to'plami bilan ishlay oladi. *VIS 2.0* buyruqlar to'plami yordamida – uch o'lchamli grafik ilovalarni ishlab chiqish, MPEG formatini real vaqt mashtabida dekodlash, ma'lumotlar hajmini qisqartirish, Java-dasturlarini bajarish va kompyuter tarmoqlarida ma'lumotlarni uzatish jarayonlarini amalga oshirish mumkin. *VIS* (*Visual*

Instruction Set – набор команд для работы с визуальными данными) – vizual ma'lumotlar bilan ishlash uchun mo'ljallangan buyruqlar to'plami.

UltraSPARC III protsessorning birinchi modeli 600 MGs chastotaga ega edi, uning qatorining kengligi 0,18 mkm-ga teng bo'lib, tarkibida 29 000 000-ta tranzistor bor edi. Keyingi modellarda chastota 1,2 GGs-ga, qatorining kengligi esa 0,13 mkm-ga ega bo'lgan. UltraSPARC III mikrosxemasi chiqishlar soni **1368**-taga teng bo'lgan **LGA** (*Land Grid Array*) korpusiga joylashtirilgan (3.20-rasm). Mikrosxemaning chiqishlari uning pastki qismida joylashgan 37*37 (jami 1369) o'lchamli kvadrat matritsa shakliga ega. Mikrosxemani o'rnatish paytida adashmaslik uchun, uning chap tomonida pastda joylashgan bitta oyoqchasi olib tashlangan holatda ishlab chiqarilgan.



3.20-rasm. UltraSPARC III protsessoring mikrosxemasi.

1,5 GGs chastotada ishlovchi Pentium 4 va 1,2 GGs chastotada ishlovchi UltraSPARC III protsessorlarini taktli chastotalari bo'yicha solishtirish to'g'ri bo'lmaydi. UltraSPARC III protsessori har bir sikl davomida – to'rtadan buyruqni bajarishni yo'lga qo'yishi mumkin. Bu esa uning tezligi bitta siklda bitta buyruqni bajara oladigan 4,8 GGs taktli chastotaga ega protsessor tezligiga teng deganidir. Bundan tashqari UltraSPARC III turli xil buyruqlarni bajaruvchi *oltita konveyerga* ega. Ushbu konveyerlarning ikkitasi 14 sathli konveyerlar bo'lib, ular yordamida butun sonlar ustida amallar bajarilishi mumkin. Keyingi ikkita konveyer yordamida esa suriluvchi nuqtali sonlar ustida amallar bajariladi. Beshinchi konveyer yuklash/saqlash amallarini va oltinchi konveyer esa kelayotgan buyruqlarni qanday buyruqlar ekanligini aniqlab berish amallari bajarish uchun ishlatiladi. UltraSPARC III protsessorida unumdorlikni oshirish imkonini beruvchi o'ziga xos – *keshlash texnologiyasi* ham amalga oshirilgan. Bu erda shuni ta'kidlab o'tish kerak bo'ladi – Pentium 4 protsessori ham o'zining ustun tamonlariga egadir. Turli xil maqsadlar uchun mo'ljallangan turli

xil protsessorlarni, taktli chastotalari asosida solishtirish – ularda bajariladigan ma'lum bir masalalarni yechish qanday yo'lga qo'yilganligi haqida aniq natijalarni bermaydi.

UltraSPARC III protsessori ikkita blokka joylashtirilgan birinchi sath kesh xotirasiga ega. Bu kesh xotira buyruqlar uchun mo'ljallangan 32 Kbaytli va ma'lumotlar uchun mo'ljallangan 64 Kbaytli bloklardan tashkil topgan. Ushbu protsessorida, har biri 2 Kbayt hajmga ega bo'lgan – avvaldan tanlash va yozib qo'yish kesh xotiralari ham bor.

Yozib qo'yish kesh xotirasi birinchi sath kesh xotirasidagi ma'lumotlarni, katta-katta hajmdagi bloklar ko'rinishida ikkinchi sath kesh xotirasiga uzatib beradi. Bu – protsessor va kesh xotiralar o'rtasidagi o'tkazish qobiliyatini optimallashtirish uchun amalga oshirilgan.

UltraSPARC III protsessori ikkinchi sath kesh xotirasining hajmi, Pentium 4 protsessori kesh xotirasiga nisbatan ancha katta, va unda bu kesh xotiraning hajmini o'zgartirish imkoniyati ham bor. Ushbu protsessorning ikkinchi sath kesh xotirasi 1 Mbaytdan 8 Mbaytgacha o'zgartirilishi mumkin. Pentium 4 protsessorida ikkinchi sath kesh xotirasining hajmi o'zgarmas bo'lib, u 512 Kbaytga tengdir.

OMAP4430 protsessori. Texas Instruments (TI) firmasi tomonidan ishlab chiqarilgan OMAP4430 protsessori – *bitta kristallga joylashtirilgan tizim - System-on-a-chip (SoC)* hisoblanadi. U ARM (Advanced RISC machine) buyruqlar to'plamini amalga oshira oladi. OMAP4430 protsessori asosan – mobil va o'rnatilgan tizimlarda hamda smartfonlarda va planshetli kompyuterlarda ishlatilmoqda [1,16,32].

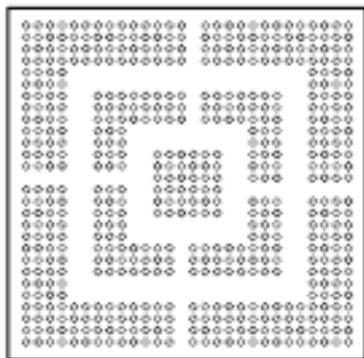
Bitta kristalli tizim hisoblangan OMAP4430 protsessori 2011 yili ishlab chiqarilgan bo'lib, u 1 GGs chastotada ishlovchi ikkita ARM A9 yadrosidan tashkil topgan. «qatorining kengligi» esa 45 nanometrغا teng. OMAP4430 tizimi tarkibida yana, hisoblash jarayonlarini tezlashtiruvchi uchta protsessorlar mavjud:

1. POWERVR SGX540 - grafik protsessor;
2. ISP (Image signal processor) - tasvirlarni ishlovchi protsessor;
3. IVA3.SGX540 – multimediali tezlashtiruvchi protsessor.

Ushbu tizim tarkibida, turli xil tashqi qurilmalarni ulash uchun mo'ljallangan ko'p sonli turli xildagi interfeyslar mavjud. Ular yordamida sensorli ekranlarni, klaviatura kontrollerini, dinamik va flesh xotirani ulash amalga oshiriladi. OMAP4430 protsessorining muhim xususiyatlaridan biri shundan iboratki, u juda ham kam miqdorda energiya sarflab, katta-katta hajmdagi hisoblashlarni bajara oladi. Bu xususiyat batareykalardan foydalanadigan mobil qurilmalar uchun juda ham qo'l keladi.

OMAP4430 mikrosxemasi chiqishlar soni **547**-taga teng bo‘lgan **BGA** (*Ball grid array*) korpusiga joylashtirilgan. Mikrosxemaning chiqishlari uning pastki qismida joylashgan 28*26 o‘lchamli 3.21-rasmda keltirilgan ko‘rinishdagi kvadrat matritsa shakliga ega.

Atmel ATmega168 mikrokontrolleri. Atmel ATmega168 – hozirgi paytda ko‘plab ishlab chiqarilayotgan turli xildagi elektron qurilmalarni boshqarishda qo‘llanilayotgan mikrokontrollerdir. Bunday qurilmalarga misol qilib – televizorlar, uyali telefonlar, mikroto‘lqinli pechlar, kir yuvish mashinalari, videokameralar, lazerli printerlar, elektron kotiblar, qo‘riqlash tizimlari qurilmalari, elektron o‘yinlar uchun ishlab chiqilgan qurilmalar kabi qurilmalarni keltirish mumkin [1,16,21].



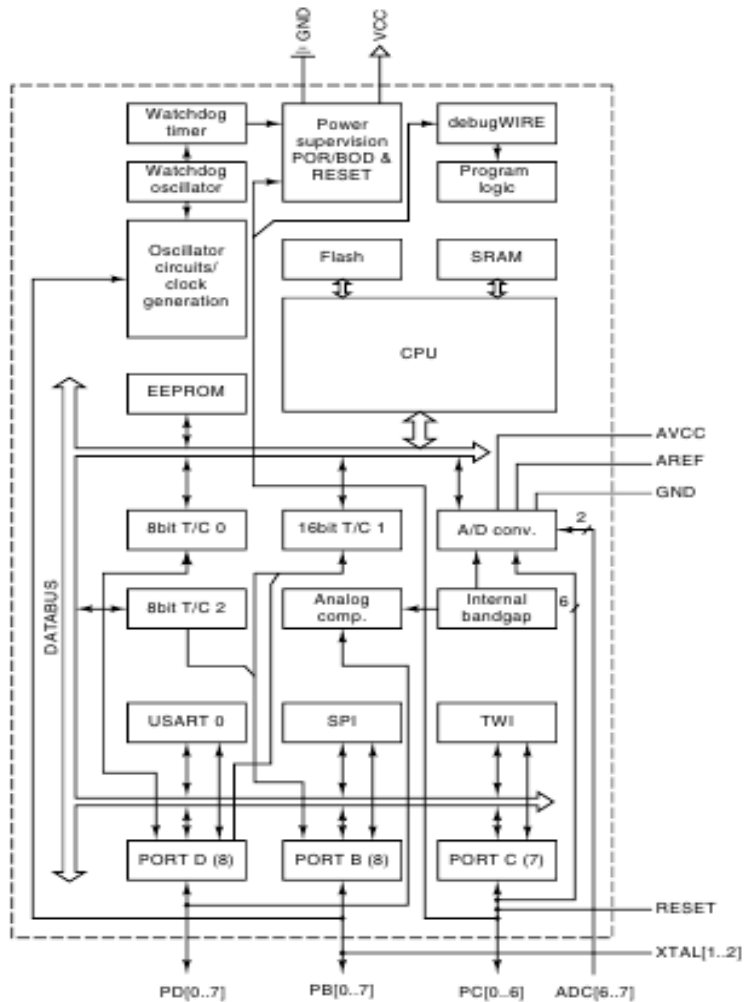
3.21-rasm. OMAP4430 protsessorining mikrosxemasi.

ATmega168 mikrokontrollerining ichki arxitekturasi va mantiqiy tuzilishi 3.22-rasmda keltirilgan. Uning tarkibida 16 Kbaytli ichki flash xotira, 1 Kbaytli ichki statik xotira va 1 Kbaytli EEPROM doimiy xotira qurilmalari mavjud.

Flash xotira – dasturning buyruqlarini, statik xotira – vaqtincha kerak bo‘ladigan o‘zgaruvchi ma’lumotlarni va doimiy xotira EEPROM esa – tizim konfiguratsiyasi haqidagi ma’lumotlarni saqlaydi.

ATmega168 protsessori 8-razryadli ma’lumotlar bilan ishlaydi, uning ichki registrlarining uzunligi 8-bitni tashkil qiladi. Protsessor har biri 16-bit uzunlikka ega bo‘lgan **131**-ta AVR buyruqlar to‘plamidan foydalanadi. Protsessor tarkibida – real vaqt soati, ma’lumotlarni ketma-ket kiritish va chiqarish uchun mo‘ljallangan turli xil interfeyslar ham mavjud.

ATmega168 mikrokontrollerining keng qoʻllanilishiga birinchi sabab – uning narxi juda ham arzon ekanligidir. ATmega168 koʻpgina qurilmalar oson va arzon ulashnishi mumkin boʻlgan – mikrosxemadir. Uning fizik tuzilishi 3.23-rasmda keltirilgan. Ushbu mikrokontroller 28-ta chiqish oyoqchalariga ega standart korpusga joylashtirilgan.



3.22-rasm. Atmel ATmega168 mikrokontrollerining ichki arxitekturasini va mantiqiy tuzilishi.

Avval ko‘rib o‘tilgan mikrosxemalardan farqi ravishda, ATmega168 mikrosxemasida adreslar va ma‘lumotlarni uzatish uchun mo‘ljallangan oyoqchalar mavjud emas. Negaki bu mikrosxema asosiy xotiraga ulanishi shart emas. Uning barcha xotirasi – statik va flesh xotiralar protsessorning ichiga joylashtirilgan.

ATmega168 mikrosxemasida adreslar va ma‘lumotlarni uzatuvchi oyoqchalar o‘rniga, ma‘lumotlarni raqamli va analog ko‘rinishda kiritish-chiqarish uchun mo‘ljallangan 27-ta portlar mavjud:

V portlari – **RV0÷RV7** jami 8-ta, 14÷19 va 9÷10 oyoqchalar;

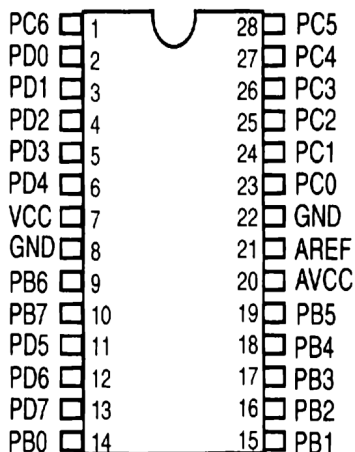
S portlari – **RS0÷RS6** jami 7-ta, 23÷28 va 1 oyoqchalar;

D portlari – **RD0÷RD7** jami 8-ta, 2÷6 va 11÷13 oyoqchalar. Ushbu portlar ma‘lumotlarni kiritish-chiqarish uchun mo‘ljallangan tashqi qurilmalarni ulash uchun ishlatiladi;

VCC – ta‘minot kuchlanishi beriladigan 7 oyoqcha;

GND – ikkita oyoqcha, «erga» ulanish uchun 8 va 22 oyoqchalar;

AREF, AVCC – analog, ya‘ni uzluksiz ko‘rinishdagi ma‘lumotlarni kiritish-chiqarish sxemalarini sozlash uchun mo‘ljallangan 21 va 22 oyoqchalar.



3.23-rasm. ATmega168 mikrokontrollerining mikrosxemasi.

Analog ma‘lumotlarni kiritish-chiqarish, **C** porti liniyalari orqali amalga oshiriladi. Analog ma‘lumotni kiritish-chiqarish liniyasi, kirish kuchlanishi qanday ekanligini aniqlab, unga mos chiqish kuchlanishini berish vazifasini bajaradi. Masalan: mikroto‘lqinli pechda, ma‘lum bir ha-

roratgacha isitish kerakligini ko'rsatuvchi datchik qiymati o'qilgandan so'ng, unga mos temperaturani ta'minlash amalga oshiriladi.

3.6. Parallel kompyuter arxitekturalari.

Avvalgi paragraflarda ko'rib o'tilgan buyruqlar sathidagi parallellik asosida qurilgan – konveyerli va superskalyar arxitekturali protsessorlar kompyuterlarning ishlash tezliklarini, ya'ni kompyuterning ish unumini yoki unumdorligini odatda 5-10 barobar oshirish imkonini berar ekan. Kompyuterlar unumdorligini 50, 100 barobar va undan ko'proq oshirish uchun – *bir nechta protsessorlardan iborat* kompyuterlarni yoki bir nechta kompyuterlardan iborat *kompyuter tizimlarini* yaratish kerak ekan. Ushbu sohaga oid adabiyotlarda – *tizim iborasi*, bir nechta kompyuterlardan iborat kompyuterlar jamlanmasiga nisbatangina emas, balki bir nechta protsessorlardan iborat kompyuterga nisbatan ham ishlatiladi. Hozirda bunday kompyuterlarni – *ko'p yadroli protsessorga ega* kompyuterlar yoki tizimlar deb atalmoqda. Ushbu paragrafda ana shu xildagi kompyuterlarning tuzilish asoslari bilan tanishib chiqamiz [1,4,5,32].

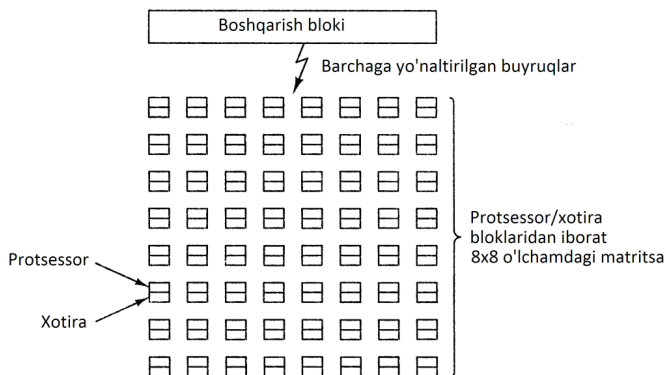
Matritsali kompyuterlar. Fizika va texnika fanlarida echilishi kerak bo'lgan masalalarda – matritsalar shaklidagi massivlar yoki turli xil tartiblangan strukturalar ustida amallar bajarish talab etiladi. Ko'p hollarda ana shu xildagi to'plamlar tarkibiga kirgan turli ma'lumotlar to'plamlari ustida – *bir vaqtda bir xil hisoblashlarni* bajarish kerak bo'ladi. Bunday hisoblashlarni bajarish uchun yaratilgan dasturlarning tartiblanganligi va strukturalanganligi, ularning alohida-alohida bo'laklarini parallel tarzda bajarish bilan hisoblashlarni anchagina tezlashtirish mumkin ekan. Kattakatta ilmiy dasturlarni bajarilishini tezlashtirishning ikki xil sxemasi mavjud:

1. Bitta protsessorni kengaytirish.
2. Hisoblashlarni bajaruvchi ko'p protsessorlardan foydalanish.

Birinchi sxema asosida qurilgan protsessorlar *matritsali* va *vektorli* protsessorlar deb ataladi. Bunday protsessorlar asosida qurilgan kompyuterlar esa *matritsali kompyuterlar* deb ataladi.

Matritsali protsessor (*Array processor*) deganda – bir vaqtda ko'p sonli ma'lumotlar, ya'ni matritsaning elementlari ustida, bir-xil ketma-ketlikdan iborat buyruqlarni, ya'ni bir hil amalni bajaradigan ko'p sonli protsessorlar tushuniladi. Ushbu g'oya asosida qurilgan dastlabki kompyuter, 1972 yili AQSHning Illinoys universitetida qurilgan ILLIAC IV kompyuteri hisoblanadi.

Rejaga asosan bu kompyuter protsessori, har birida 8x8 o'lchamdagi matritsa shaklida joylashtirilgan 64-tadan protsessori bo'lgan 4-ta kvadrantdan iborat bo'lishi kerak edi. Jami $64 \times 4 = 256$ -ta protsessor (3.24-rasm).



3.24-rasm. ILLIAC IV kompyuterining matritsali protsessori.

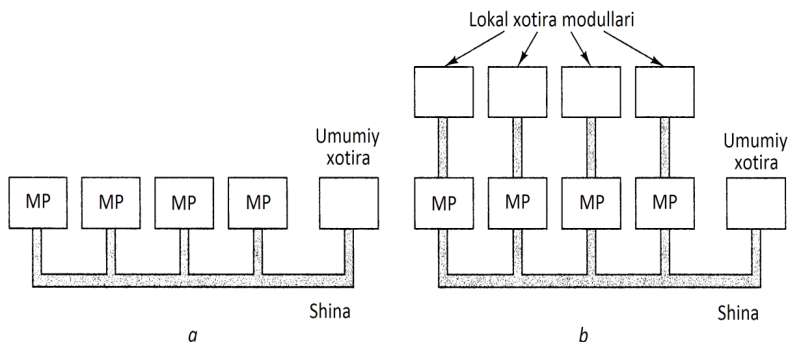
Har bir kvadrant alohida boshqarish blokiga ega bo'lib, bu bloklar kvadrant tarkibidagi protsessorlarga bir xil buyruqlarni jo'natib turgan. Kvadrant tarkibiga kirgan protsessorlarning har biri o'ziga tegishli bo'lgan xotiradan olingan ma'lumotlardan foydalangan. Bunday kvadrant yordamida bir sekundda suriluvchi nuqtali sonlar ustida 50 mln. amal bajarishga erishilgan. To'rtta kvadrant bilan esa, sekundiga 1 mlrd. amal bajarish ko'zda tutilgan. Biroq tarkibida to'rtta kvadrantdan iborat bo'lgan, jami 256-ta protsessorli matritsali protsessorni, ya'ni ko'p yadroli protsessorni qurish anchagina mablag' talab qilganligi sababli, ILLIAC IV kompyuteri protsessorining 64-ta protsessoridan iborat bo'lgan – bitta kvadrantli varianti ishlab chiqilgan halos (3.24-rasm).

Fon-neyman arxitekturasidan anchagina farq qiladigan ushbu arxitektura, Flin klassifikatsiyasiga asosan *SIMD* (*Single Instruction-stream Multiple Data-stream*) ko'p ma'lumotlar oqimiga ega bitta buyruqlar oqimi arxitekturasida deb ataladi (rus tilida - один поток команд с несколькими потоками данных).

Ko'p protsessorli kompyuter hisoblangan vektor protsessorli (*vector processor*) kompyuterga misol qilib – Cray Research firmasi tomonidan ishlab chiqarilgan Cray-1 (1974 yil) superkompyuterini keltirish mumkin.

Matritsali va vektor protsessorlarni qurishda ishlatilgan tamoillardan zamonaviy kompyuterlar protsessorlarini ishlab chiqishda ham foydalanilmoqda. Ular asosida Pentium oilasi mansub protsessorlarning buyruqlari to‘plamlariga kiritilgan MMX va SSE-buyruqlari ishlab chiqilgan. MMX (*Multi Media eXtension*) – tovush va video ma’lumotlarni ishlash tezligini oshiruvchi buyruqlar to‘plami. SSE (*Streaming SIMD Extensions*) – multimedia ma’lumotlarni oqimlar tarzida ishlovchi qo‘shimcha buyruqlar to‘plami. Bu buyruqlar to‘plamlari yordamida multimediali dasturlarning tezkor bajarilishi amalga oshirilmloqda.

Multiprotsessorli kompyuterlar. Matritsali va vektorli protsessorlar yagona boshqarish bloki tomonidan boshqariladigan, har biri alohida-alohida xotiraga ega bo‘lgan protsessorlardan iboratdir. Umumiy xotiraga ega bo‘lgan parallel ishlovchi protsessorlar to‘plami – *multiprotsessor* deb ataladi. Yuqorida keltirilgan, hisoblashlarni bajaruvchi ko‘p protsessorlardan foydalanish sxemasi asosida qurilgan kompyuterlar esa – *multiprotsessorli kompyuterlar* deb ataladi. Umumiy xotiraga ega bo‘lgan multiprotsessorli kompyuterlarning ikki xil varianti mavjud (3.25-rasm). Ushbu hildagi kompyuterlarda umumiy xotiradan foydalanish hisobiga ham unumdorlikni oshirishga erishish mumkin ekan.



3.25-rasm. Bitta shinaga va umumiy xotiraga ega bo‘lgan multiprotsessor (a); har bir protsessorida ham lokal xotira bo‘lgan multiprotsessor (b).

Matritsali va vektorli protsessorlarga ega kompyuterlarni ham, multiprotsessorli kompyuterlarni ham o‘ziga xos *tizim* deb qarash mumkin. Yuqori unumdorlikka erishish uchun, ko‘p sonli kompyuterlarni o‘zaro bog‘lab – ko‘p kompyuterli yoki *multikompyuterli tizimlar* ham ishlab chiqilgan.

3-bob bo'yicha nazorat savollari.

1. Kompyuterning markaziy protsessori qanday qismlardan iborat va u qanday vazifani bajaradi?
2. Kompyuterlarda ishlatiladigan shinalarning qanday xillari bilasiz va ularning qaysinisi nima uchun ishlatiladi?
3. Kompyuterning markaziy protsessori tarkibiga kirgan qurilmalar bajaradigan vazifalari haqida tushuntirish bering.
4. K580BM80 protsessorining ko'rsatgichlari va ichki tuzilishi qanday ekanligi haqida tushuntirish bering.
5. K580BM80 protsessorining ichki xotirasi tarkibiga kirgan registrlar qaysilar va ular nima uchun mo'ljallangan?
6. Belgilar registri deganda qanday registr tushuniladi va u nima vazifani bajaradi?
7. Protsessorning boshqarish sxemasi orqali unga kiruvchi qanday boshqarish signallarini bilasiz va ular nima vazifalarni bajaradilar?
8. Protsessorning boshqarish sxemasi orqali undan chiquvchi qanday boshqarish signallarini bilasiz va ular nima uchun mo'ljallangan?
9. Mashina takti va mashina sikli deganda nimalar tushuniladi?
10. K580BM80 protsessorida necha xil mashina sikllari mavjud? Ular yordamida nimalar amalga oshiriladi?
11. K580BM80 protsessorining buyruqlar to'plami nechta buyruqdan iborat va ular qanday guruhlarga ajratilgan?
12. Protsessorda xotira yoki registrlarni adreslashning qanday xillarini bilasiz? Ularga tushuntirishlar bering.
13. Intel 8088 protsessori tarkibidagi registrlar to'plamlari nomlarini keltiring va ular haqida tushuntirishlar bering.
14. Protsessor sikli deganda nima tushuniladi? Protsessor sikli bosqichlarini keltiring va ularga tushunchalar bering.
15. Kodlar va ma'lumotlar yoziladigan segmentlar deganda nimalar tushuniladi va ular nima uchun ishlatiladi?
16. PC (IP), CS va DS registrlari deganda qanday registrlar tushuniladi va ular nima uchun ishlatiladi?
17. Ma'lumotlarni parallel ishlashning qanday shakllarini bilasiz? Ularga tushuntirishlar bering.
18. Protsessorlarda buyruqlarni konveyer asosida ishlash deganda nima tushuniladi va u qanday amalga oshiriladi?
19. Dastlabki Pentium protsessorida qanday konveyerdan foydalanilgan?
20. Superskalyar arxitektura deganda qanday arxitektura tushuniladi?

21. Pentium 4 protsessorining ichki xotirasi tarkibiga kirgan registrlar qaysilar va ular nima uchun mo'ljallangan?

22. Pentium 4 protsessorining mikroarxitekturasi qanday nomlanadi va u avvalgi Pentium protsessorlari mikroarxitekturasidan nimasi bilan farq qiladi?

23. Pentium 4 protsessorining mikrosxemasi qanday tuzilgan? Uning tarkibiga kirgan tranzistorlar soni nechta, qatorining kengligi va taktli generatorining chastotasi nechaga teng?

24. Intel Core i7 protsessorining asosiy ko'rsatgichlari va uning muhim jihatlari haqida tushuntirishlar bering.

25. UltraSPARC III protsessorining asosiy ko'rsatgichlari va uning muhim jihatlari haqida tushuntirishlar bering.

26. OMAP4430 protsessorining asosiy ko'rsatgichlari va uning muhim jihatlari haqida tushuntirishlar bering.

27. ATmega168 mikrokontrollerining asosiy ko'rsatgichlari va uning muhim jihatlari haqida tushuntirishlar bering.

28. Katta-katta ilmiy dasturlarni bajarilishini tezlashtirishning qanday sxemalarini bilasiz? Misollar bilan tushuntiring.

29. Matritsali va vektorli protsessorlar deganda qanday protsessorlar tushuniladi?

30. Multiprotsessorli kompyuterlar va multikompyuterlar deganda qanday kompyuterlar tushuniladi?

4. ASSEMBLER TILIDA DASTURLASH ASOSLARI

4.1. Assembler tushunchasi va uning vazifalari

Yuqori sath tillari hisoblangan *C*, *C+* va *Java* kabi dasturlash tillarida yozilgan bitta operatorni amalga oshirish uchun, bir nechta mashina buyruqlarini bajarish kerak bo'ladi. Har bir operatorga bittadan mashina buyrug'i to'g'ri keladigan til esa – *assembler tili* deb ataladi. Har bir assembler tili yoki assemblerlar, mashina buyruqlarining nomlari qisqartirib yozilgan – *mnemonikalarga*, ya'ni ma'noga ega qisqartirilgan so'zlarga asoslanadi [1,16,18]. Masalan: qo'shish – **ADD**, ayrish – **SUB**, ko'chirib yozish – **MOV**, bir qiymatga orttirish – **INC** va boshqa mashina buyruqlari kabi. Assembler tilida ham – konstantalarni, o'zgaruvchilarni, xotira adreslarini ifodalovchi metkalarni tavsiflash uchun, simvollardan iborat nomlar qo'llaniladi. Assembler tilida yozilgan dasturni assemblerlash yoki translyasiya (kompilyasiya) qilish natijasida, real apparat muhitda – Pentium 4, Motorola, UltraSPARC yoki 8051 protsessorlaridan biri o'rnatilgan kompyuterda bajarilishga tayyor *ikkilik sonlarda ifodalangan* dastur hosil bo'ladi. Ushbu holatni YMIK-80M o'quv mikroprotsessorli komplekti uchun yozilgan, 4.1-rasmda keltirilgan dastur yordamida tushuntirish mumkin. Bu dastur tezkor xotira qurilmasining **0B00** adresi bo'yicha yozilgan sonni o'qiydi, uning inkorini aniqlaydi hamda natijani **0B01** adresi bo'yicha tezkor xotira qurilmasiga qaytib yozib qo'yadi.

Dasturlarni yozishda barcha sonlar o'n oltilik sanoq sistemasida ifodalanadi. Dasturdagi buyruqlar – *bir, ikki yoki uch baytli* bo'lib, mos holda hotiraning bitta, ikkita yoki uchta yacheykasini egallashlari mumkin. Buni 4.1-rasmdagi dasturni assemblerlagandan keyingi holatini ko'rsatuvchi 4.2 va 4.3- rasmlar asosida tushunib olish mumkin.

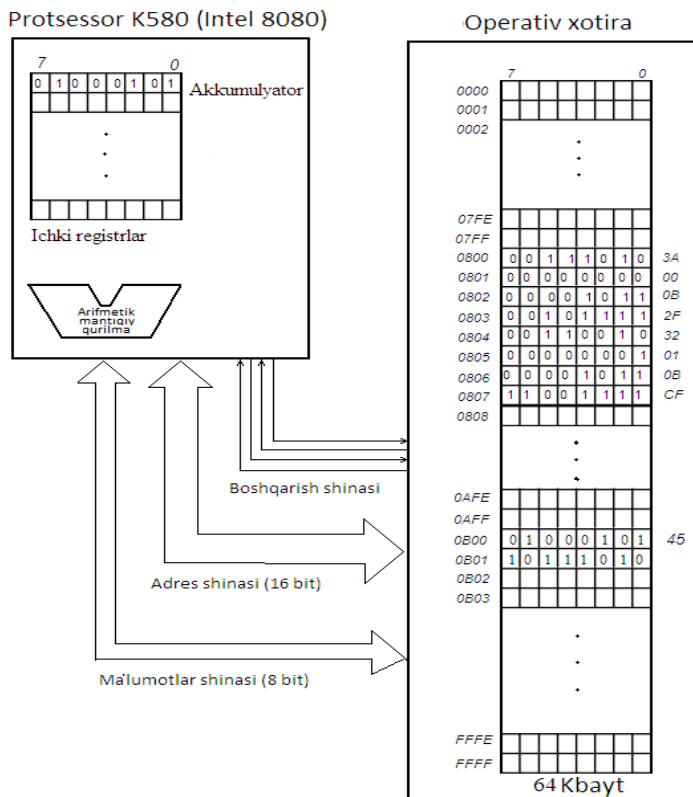
Buyruqlarning formatlari qanday ekanligini tushinib olish uchun, dasturni 4.4-rasmdagi bitta qatorda, bitta buyruq keltirilgan ko'rinishda yozib olamiz. Bunda har bir buyruqning boshlang'ich adresi ko'rsatiladi va buyruqning uzunligiga qarab (**1**, **2** yoki **3** baytli buyruq), u xotiraning ketma-ket joylashgan **1**, **2** yoki **3**-ta yacheykasini egallaydi.

Mnemokod		Izoh
<i>LDA</i>	<i>0B00</i>	<i>0B00</i> adresidan sonni olib yozish, yani xotiradagi sonni MPning birinchi ichki registri bo'lgan... akkumulyator (A)-ga yozish
<i>CMA</i>		(A)-da yozilgan sonni inkorlash
<i>STA</i>	<i>0B01</i>	Natijani xotiraning <i>0B01</i> adresiga yozish
<i>RST 1</i>		Dasturni ishlashdan to'xtatish

4.1-rasm. Xotirada yozilgan sonni inkorlash dasturi.

Adres	Son	Izoh
<i>0800</i>	<i>3A</i>	<i>LDA</i> buyrug'ining mashina kodi.
<i>0801</i>	<i>00</i>	Adresning kichik bayti
<i>0802</i>	<i>0B</i>	Adresning katta bayti
<i>0803</i>	<i>2F</i>	<i>CMA</i> buyrug'ining mashina kodi.
<i>0804</i>	<i>32</i>	<i>STA</i> buyrug'ining mashina kodi.
<i>0805</i>	<i>01</i>	Adresning kichik bayti
<i>0806</i>	<i>0B</i>	Adresning katta bayti
<i>0807</i>	<i>CF</i>	<i>RST 1</i> buyrug'ining mashina kodi.

4.2-rasm. Assemblerlangan dastur.



4.3-rasm. Dasturni xotira adreslari bo'yicha joylashishi.

Adres	Mashina kodi	Metka	Mnemokod	Izoh
0800	3A 000B		LDA, 0B00	Sonni olib yozish
0803	2F		CMA	Sonni inkorlash
0804	32 010B		STA, 0B01	0B01 adresi bo'yicha yozish
0807	CF		RST 1	Dasturni to'xtatish

4.4-rasm. Dasturni bitta qatorda, bitta buyruq keltirilgan ko'rinishda yozilgan holati.

Assembler tilida ishlash oson emas. Biron bir dasturni assembler tilida yozish, o'sha dasturni C, C+ va Java kabi dasturlash tillarida yozishga nisbatan ko'p vaqt talab qiladi. Assemblerda dasturni to'g'ri ishlaydigan holatga keltirish ham (rus tilida – отладка программы) juda ko'p vaqt talab qiladi. Shunday ekan assemblerda dasturlash nima uchun kerak - degan savol paydo bo'ladi. Bunga asos qilib quyidagi ikki sababni ko'rsatish mumkin: assembler tilida tuzilgan dasturlar unumdorligining yuqori bo'lishi (rus tilida – высокая производительность программ) va ularda kompyuterning apparat vositalariga to'g'ridan-to'g'ri murojaat qila olish imkonining borligi. Yuqori malakaga ega bo'lgan dasturchi, assembler tilida, yuqori sath tilida tuzilgan dasturga nisbatan, ancha kam xotira egallaydigan va anchagina tez ishlaydigan dasturlarni tuzishi mumkin. Ko'p hollarda, yozilgan dasturning kamroq xotirani egallashi va tez bajarila olishi mumkinligi juda muhim ahamiyat kasb etadi. Hozirda ko'pgina o'rnatiladigan amaliy dasturlar, masalan – smart-kartalardagi va uyali telefonlardagi dasturlar, har-xil qurilmalarning drayverlari va BIOSning muolajalari (rus tilida – процедуры) ana shunday dasturlar sirasiga kiradi.

Assembler tilini o'rganish bilan biz, kompyuterning qanday ishlashini va uning ichki tuzilishi, ya'ni *arxitekturasi qanday ekanligini mukammal o'rganish imkoniyatiga* ega bo'lamiz.

4.2. Assembler tilida operatorlarning formatlari va ularni qo'llash

Assembler tilida *operator* – unga mos mashina buyrug'ining tuzilishini o'zida ifodalaydi. Ammo turli xil kompyuterlar uchun ishlab chiqilgan assembler tillari, ko'p jihatlari bilan o'zaro o'xshash bo'lganliklari sababli, assembler tili haqida *umumlashtirib* ham gapirish mumkin. 4.5, 4.6 va 4.7-keltirilgan misollarda, Pentium 4, Motorola 680x0 va UltraSPARC protsessorlari asosida qurilgan kompyuterlar uchun assembler tilida yozilgan dasturlarning bo'laklari keltirilgan. Barcha dasturlar $N = I + J$ formulani hisoblashni amalga oshiradi. Barcha misollarda bo'sh qatorgacha bo'lgan operatorlar hisoblashlarni bajaradilar, bo'sh qatordan pastda joylashgan operatorlar esa *I, J va N* o'zgaruvchilar yozish uchun mo'ljallangan xotirani ajratib qo'yishni amalga oshiradilar.

FORMULA:	MOV	EAX, I	; Registr	EAX = I
	ADD	EAX, J	; Registr	EAX = I + J
	MOV	N, EAX	; N =	I + J
I	DD	3	; 4 bayt ajratish	
			; va ularga 3 qiymatini yozish	
J	DD	4	; 4 bayt ajratish	
			; va ularga 4 qiymatini yozish	
N	DD	0	; 4 bayt ajratish	
			; va ularga 0 qiymatini yozish	

4.5-rasm. Pentium 4 assemblerida $N = I + J$ ifodani hisoblash.

FORMULA	MOVE.L	I, DO	; Registr	DO = I
	ADD.L	J, DO	; Registr	DO = I + J
	MOVE.L	DO, N	; N =	I + J
I	DC.L	3	; 4 bayt ajratish	
			; va ularga 3 qiymatini yozish	
J	DC.L	4	; 4 bayt ajratish	
			; va ularga 4 qiymatini yozish	
N	DC.L	0	; 4 bayt ajratish	
			; va ularga 0 qiymatini yozish	

4.6-rasm. Motorola 680x0 assemblerida $N = I + J$ ifodani hisoblash.

FORMULA:	SETHI	%HI(I), %R1	! R1 = I	adresining katta bitlari
	LD	[%R1+%LO(I)], %R1	! R1 = I	
	SETHI	%HI(J), %R2	! R2 = J	adresining katta bitlari
	LD	[%R2+%LO(J)], %R2	! R2 = J	
	NOP		! J-ni	xotiradan olib yozilishini kutish
	ADD	%R1, %R2, %R2	! R2 = R1 + R2	
	SETHI	%HI(N), %R1	! R1 = N	adresining katta bitlari
	ST	%R2, [%R1+%LO(N)]		
I:	.WORD	3	! 4 bayt ajratish	
			! va ularga 3 qiymatini yozish	
J:	.WORD	4	! 4 bayt ajratish	
			! va ularga 4 qiymatini yozish	
N:	.WORD	0	! 4 bayt ajratish	
			! va ularga 0 qiymatini yozish	

4.7-rasm. UltraSPARC assemblerida $N = I + J$ ifodani hisoblash.

Assembler operatorlari to'rtta qismdan iborat yozuvlar qatori ko'rinishida bo'ladi: *metkalar, amallar, operandalar va izohlar*. Metkalar asosiy xotira adreslarini simvollarda ifodalangan nomlari sifatida ishlatiladi. Ular yordamida buyruqlar va ma'lumotlarga o'tish amalga oshiriladi, ya'ni asosiy xotiraning buyruqlar va ma'lumotlar saqlandigan joyiga (adresiga) murojaat qilish mumkin bo'ladi. Agar operatorga ham metka qo'yiladigan bo'lsa, u qatorning boshlanishida yoziladi. Keltirilgan misollarning mohiyatini, ulardan birinchisi asosida ko'rib chiqamiz. Ushbu va keyingi misollarda ham, birinchi qatorda yozilgan **FORMULA, I, J va N** lar – metkalar hisoblanadi. Keyingi qatorda buyruqlar – **MOV, ADD** va direktivalar – **DD** joylashgan. Uchinchi qatorda protsessorning ichki registrlari va o'zgaruvchilarning nomlari, to'rtinchi qatorda esa izohlar keltirilgan. Ko'rilayotgan birinchi misolda Pentium 4 protsessorining asosiy ichki registri hisoblangan EAX registridan foydalanilgan (3.13-rasmga qaralsin). Bunda avval **I** o'zgaruvchini EAX registriga yozib olish buyrug'i – **MOV EAX, I**, keyin esa EAX registri qiymatiga **J** o'zgaruvchini qo'shish buyrug'i – **ADD EAX, J** va EAX registrida hosil bo'lgan natija **N** ning qiymatini xotiraga qaytib yozish buyruqlari - **MOV N, EAX** lar keltirilgan. Oxirigi uchta qatorda **I, J** va **N** lar uchun asosiy xotiradan 32-razryadli so'z uzunligidagi joylar ajratish *direktivalari* keltirilgan. Direktiva deganda – assemblerning o'zi uchun mo'ljallangan buyruqlar tushuniladi. Quyidagi 4.1-jadvalda Pentium 4 protsessori assembleri deriktivalarining ba'zilar keltirilgan.

4.1-jadval. Pentium 4 protsessori assembleri deriktivalari.

Direktiva	Tavsifi
SEGMENT	Ma'lum bir tashkil etuvchilardan iborat yangi segmentning (matn, ma'lumotlar va h.k.) boshlanishi
ENDS	Navbatdagi segmentning tugashi
ALIGN	Keyingi buyruqni yoki ma'lumotlarni joylashtirishni boshqarish
EQU	Berilgan ifodagi teng bo'lgan yangi simvolni aniqlash
DB	Bitta yoki bir nechta baytlar uchun xotiralardan joy ajratish
DW	Bitta yoki bir nechta 16-razryadli so'zlar uchun xotiradan joy ajratish
DD	Bitta yoki bir nechta 32-razryadli so'zlar uchun xotiradan joy ajratish

Motorola 680x0 va UltraSPARC protsessorlari uchun yozilgan dasturlar Pentium 4 protsessori uchun yozilgan dasturdan, ulardagi belgilar va nomlarning bir oz farq qilishi bilan ajralib turadilar. Masalan Motorola

680x0 protsessorlarida ichki registrlar **D0, D1, D2** deb, UltraSPARC protsessorlarida esa **%R1, %R2** deb belgilangan. Ko‘chirib yozish buyruqlari esa – **MOVE, LD, ST** qisqartmalar kabi belgilangan.

Makroslar. Dasturlarda ba’zi buyruqlar ketma-ketligi, bir-necha marta qaytarilish hollari ko‘p uchraydi. Assembler tilida bunday ketma-ketliklarni biron-bir nom bilan belgilab, ularni keyingi qaytarilish joylarida, o‘sha nom bilan yana ishlatish mumkin bo‘ladi. Ana shunday nomlangan buyruqlar ketma-ketligi – *makros* deb ataladi. Quyida Pentium 4 protsessori uchun yozilgan assembler dasturi keltirilgan. Unda **P va Q** o‘zgaruvchilar qiymatlari joylarini o‘zaro, ikki marotaba almashtirish talab etiladi. Bunda buyruqlarning asosiy ketma-ketligi quyidagicha bo‘ladi:

```
MOV EAX, P
MOV EBX, Q
MOV Q, EAX
MOV P, EBX
```

P va Q o‘zgaruvchilar qiymatlari joylarini o‘zaro, makrossiz ikki marotaba almashtirish quyidagicha amalga oshiriladi:

```
MOV EAX, P
MOV EBX, Q
MOV Q, EAX
MOV P, EBX
```

```
MOV EAX, P
MOV EBX, Q
MOV Q, EAX
MOV P, EBX
```

Ushbu ketma-ketlikni **SWAP** nomli makros deb belgilasak, **P va Q** o‘zgaruvchilar qiymatlari joylarini o‘zaro, ikki marotaba almashtirish dasturini quyidagicha yozish mumkin:

```
SWAP MACRO
MOV EAX, P
MOV EBX, Q
MOV Q, EAX
MOV P, EBX
ENDM
```

```
SWAP
```

```
SWAP
```

Makroslar – makrosning nomi, makros tarkibiga kirgan buyruqlar va makrosning tugash joyini bildiruvchi **ENDM**, direktivasidan iborat

bo‘ladi. Quyidagi misollarda makroslarda ishtirok etadigan o‘zgaruvchilar har-xil bo‘lganda, qanday yo‘l tutilishi ko‘rsatilgan. Bunday makroslar *parametrlarga* ega makroslar deb ataladi.

MOV EAX, P	CHANGE MACRO P1, P2
MOV EBX, Q	MOV EAX, P1
MOV Q, EAX	MOV EBX, P2
MOV P, EBX	MOV P2, EAX
	MOV P1, EBX
	ENDM
MOV EAX, R	
MOV EBX, S	CHANGE P, Q
MOV S, EAX	
MOV R, EBX	CHANGE R, S

Assembler tilida yozilgan dasturlarni mashina kodlariga o‘tkazish – *translyasiya qilish ikki o‘tishda* (rus tilida – *проход*) amalga oshiriladi. Birinchi o‘tishda dasturda ishtirok etadigan barcha simvollar ketma-ketliklariga – metkalar va o‘zgaruvchilarning nomlariga mos keladigan *simvollar jadvali* tuzib olinadi. Simvollar jadvalini tuzish jarayonida, dastur bajarilayotgan paytda metkalarga to‘g‘ri keladigan asosiy xotira adreslarini aniqlab olish amalga oshiriladi. Dastur bajarilayotgan paytda bu adreslar buyruqlar adresi sanagichiga – ***ILCga*** (*Instruction Location Counter*, rus tilida – *счетчик адресов команд*) yozib boriladi. Quyida keltirilgan misolda, izohlar yoziladigan qismining oxirigi qatorida aynan buyruqlar adresi sanagichining qiymatlari ko‘rsatilgan. Ushbu qatordan chapda joylashgan raqamlar qatori esa, har bir buyruq asosiy xotiraning nechtdan baytini egallayotganligi ko‘rsatilan.

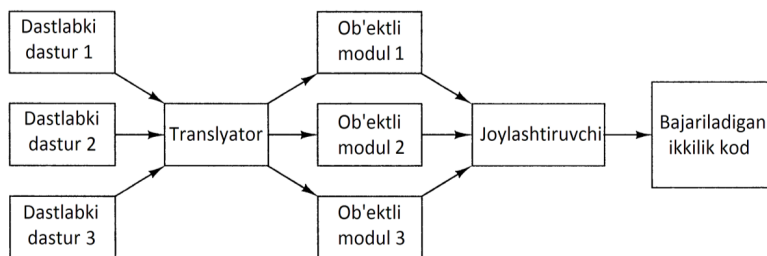
MARIA:	MOV EAX, I	; EAX = I	5	100
	MOV EBX, J	; EBX = J	6	105
ROBERTA:	MOV ECX, K	; ECX = K	6	111
	IMUL EAX, EAX	; EAX = I * I	2	117
	IMUL EBX, EBX	; EBX = J * J	3	119
	IMUL ECX, ECX	; ECX = K * K	3	122
MARILYN:	ADD EAX, EBX	; EAX = I * I + J * J	2	125
	ADD EAX, ECX	; EAX = I * I + J * J + K * K	2	127
STEPHANY:	JMP DONE	; DONE ga o‘tish	5	129

Keltirilgan dastur uchun hosil qilingan simvulli nomlar jadvali.

Simvulli nomlar	Qiymatlari	Boshqa ma'lumotlar
MARIA	100	
ROBERTA	111	
MARILYN	125	
STEPHANY	129	

Ikkinchi o‘tishda esa **ob’yektlı dasturnı** (rus tilida – объектная программа) hosil qilish va **assembler protokolini** bosmaga chiqarish amalga oshiriladi.

Ko‘pgina dasturlar bittadan ortiq **muolajalardan** (rus tilida – процедуры) iborat bo‘ladi. Alohida-alohida translyasiya qilingan dasturlarnı birlashtirib, bitta butun bajariladigan ikkilik kodga aylantirish vazifasini **joylashtiruvchi dastur** (rus tilida – компоновщик) amalga oshiradi (4.8-rasm).



4.8-rasm. Dasturnı translyasiya qilish va joylashtirish.

4-bob bo‘yicha nazorat savollari.

1. Assembler tili va uning vazifalari haqida tushuntirishlar bering. Misollar keltiring.
2. Assembler tilini o‘rganish qanday maqsadlarda amalga oshiriladi?
3. Assembler tilidagi dasturlarning, yuqori sath tillarida tuzilgan dasturlardan farqli va foydali jihatlari qaysilar?
4. Assembler tilida qo‘llaniladigan operatorlar va ularning formatlari haqida tushuncha bering.
5. Dasturnı xotira adreslari bo‘yicha joylashtirilishi chizmasini keltiring, uni xotiradan olingan sonni inkorlash va qaytib xotiraga yozish dasturi misolida tushuntirib bering.

6. Assembler tilida makroslar deganda nima tushuniladi, ular nima uchun ishlatiladi va ularning qanday xillarini bilasiz?

7. Direktivalar deganda nimamalar tushuniladi? Misollar keltiring.

8. Assemblerlash jarayoni deganda nima tushuniladi va u qanday amalga oshiriladi?

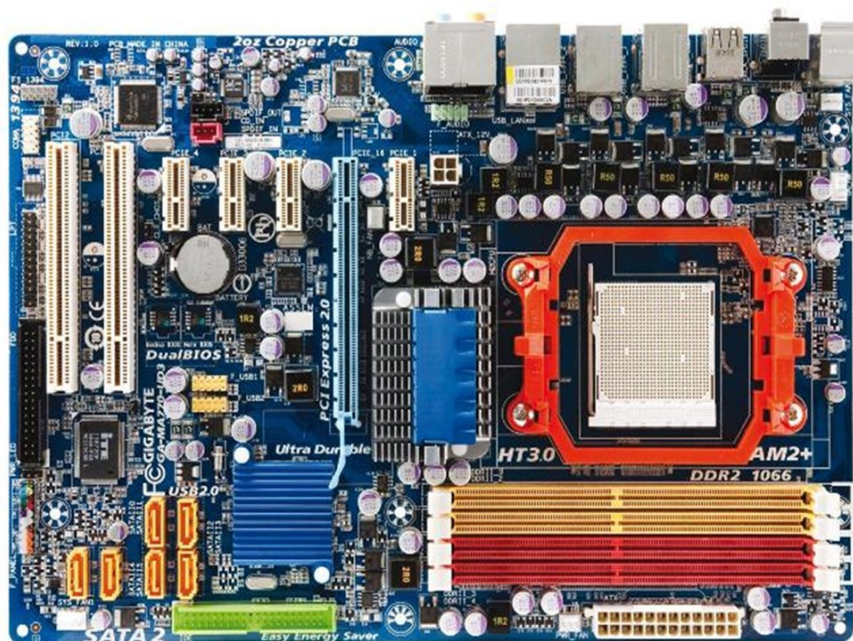
5. MA'LUMOTLARNI KIRITISH-CHIQUARISH ARXITEKTURASI

5.1. Ma'lumotlarni kiritish-chiqarish arxitekturasi va shinalar.

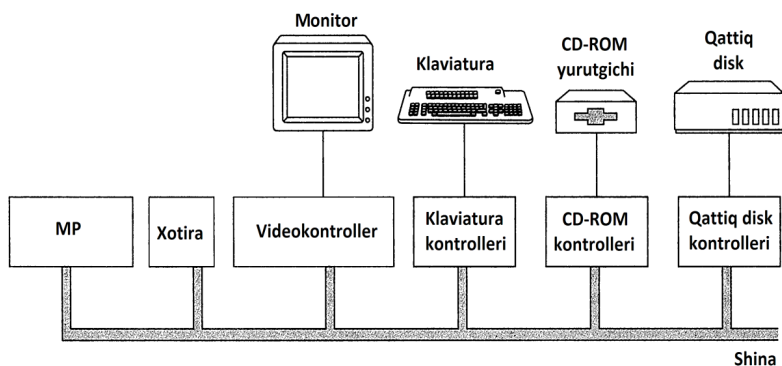
Zamonaviy kompyuter yoki kompyuter tizimi uchta asosiy tashkil etuvchilardan iborat: – protsessor; xotira (asosiy va yordamchi xotira); ma'lumotlarni kiritish-chiqarish qurilmalari (klaviatura, monitor, printer, modemlar). *Ma'lumotlarni kiritish-chiqarish arxitekturasi* deganda – ma'lumotlarni kiritish-chiqarish qurilmalarini (*MKCHQ*), kompyuterning boshqa qurilmalari bilan qanday *bog'langanligi* va ular o'zaro qanday ma'lumotlar *almashinishi* tushuniladi. Kompyuterning asosiy platasida (rus tilida – материнская плата) – protsessorning mikrosxemasi, asosiy xotira modullari bo'lgan DIMMlar uchun mo'ljallangan ulanish nuqtalari (rus tilida – разъёмы) va turli xil yordamchi mikrosxemalar bilan birga – *shinalar* ham joylashgan bo'ladi (5.1-rasm).

Kompyuterga ma'lumotlarni kiritish-chiqarish jarayonlarini tushunib olish uchun quyidagi chizmalar bilan tanishib chiqamiz. 5.2-rasmda shaxsiy kompyuterning mantiqiy strukturasi keltirilgan.

Har bir ma'lumotlarni kiritish-chiqarish qurilmasi ikki qismdan tashkil topgan bo'ladi: *kontroller (nazorat qiluvchi)* va *MKCHQning* o'zi. Har bir kontroller o'ziga tegishli bo'lgan MKCHQni boshqarishni va uning shinaga murojaat qilish jarayonini nazorat qilib turadi. Masalan, biron-bir dastur magnitli diskdan (vinchesterdan) ma'lumotlarni o'qib olishi kerak bo'lsa, u disk kontrollerini bu haqida ogoxlantiradi va diskka kerakli ma'lumotni qidirib topish buyrug'ini yuboradi. Diskning ma'lumotlar yozilgan yo'lkasi va sektori topilgandan so'ng, disk kontrollerga ma'lumotlarni bitlar oqimi ko'rinishida uzata boshlaydi. Kontrollerning vazifasi – kelayotgan bitlar oqimini ma'lum bir uzunlikdagi (8, 16, 32 yoki 64 bitli) so'zlarga aylantirib, xotiraga yozish hisoblanadi [1,2].



5.1-rasm.Shaxsiy kompyuterning asosiy platasi.



5.2-rasm. Shaxsiy kompyuterning mantiqiy strukturasi.

Shinalar, nafaqat MKCHQ kontrollerlari tomonidan, balki protsessor tomonidan, buyruqlar va ma'lumotlarni uzatish uchun ishlatiladi.

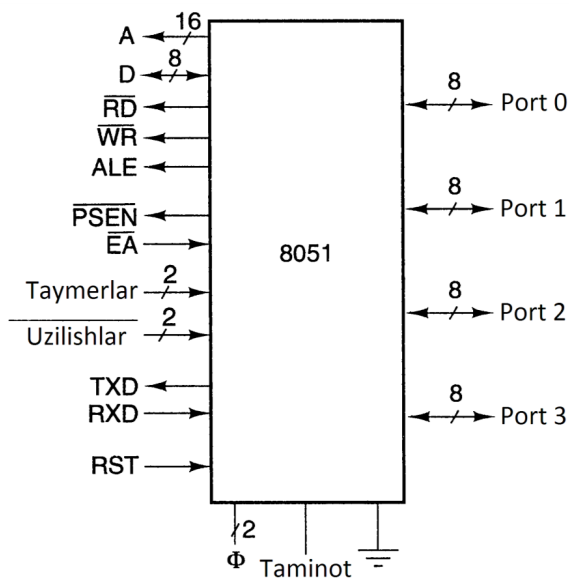
Kompyuter shinasini orqali – *ma'lumotlar, adreslar va boshqarish signallari uzatiladi*, ya'ni shina uch qismdan iborat bo'ladi:

1. Ma'lumotlarni uzatish uchun mo'ljallangan qismi (8, 16, 32, 64 va 128 bitli).

2. Asosiy xotira adresini uzatish uchun mo'ljallangan qismi, 16 razryadli – 64 Kbayt, 20 razryadli – 1 Mbayt va 32 razryadli – 4 Gbayt hajmga ega xotirani adreslash uchun.

3. Ma'lumot almashinish jarayonini boshqarish uchun mo'ljallangan signallar to'plami qismi.

Shinalarning yuqorida sanab o'tilgan qismlarini 5.3-rasmda keltirilgan chizmada ham ko'rishimiz mumkin.



5.3-rasm. 8051 protsessorining mikrosxemasi va undagi ulanish nuqtalarining belgilanishi (ulanish nuqtalarining soni 40-ta).

Uchinchi bobdagi 3.16-rasmda keltirilgan, Pentium 4 protsessorining mikrosxemasi va undagi ulanish nuqtalarining belgilanishi chizmasida ham shinalarni ko'rsatib utish mumkin.

Hozirgacha shinalarning quyidagi xillari ishlab chiqarilgan:

ISA (*Industry Standard Architecture*, rus tilida – стандартная промышленная архитектура) – ishlab chiqarishda qo'llaniladigan standart arxitektura.

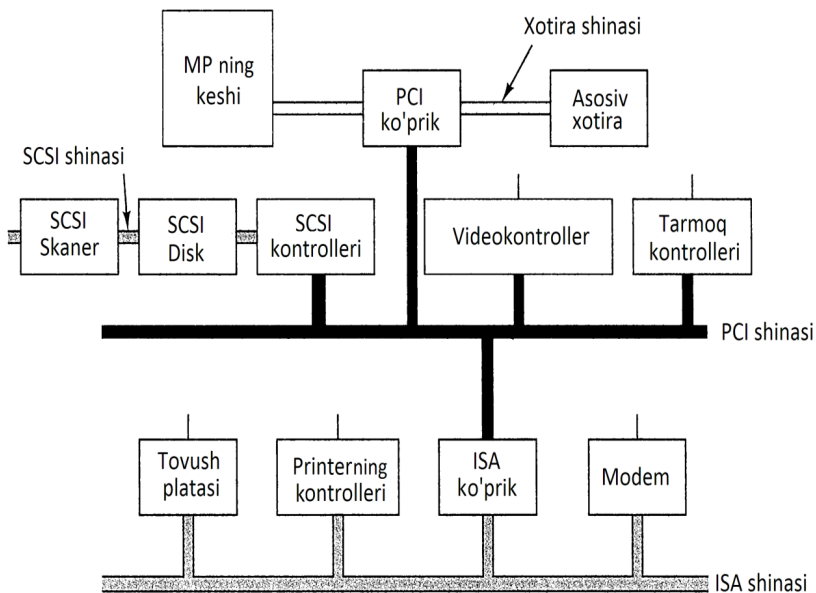
EISA (*Extended ISA*, rus tilida – расширенная стандартная промышленная архитектура) – ishlab chiqarishda qoʻllaniladigan kengaytirilgan imkoniyatlarga ega standart arxitektura.

PCI (*Peripheral Component Interconnect*, rus tilida – взаимодействие периферийных компоноентов) – tashqi tashkil etuvchi qurilmalarni oʻzaro birgalikda ishlashini taʼminlovchi shina. PCI shinasining koʻpgina turli xil konfiguratsiyalari mavjud. PCI shinasining keng tarqalgan va koʻp qoʻllanilgan xili 5.4-rasmda keltirilgan.

Ushbu konfiguratsiyada markaziy protsessor, asosiy xotiraning kontrolleri bilan, alohida ajratilgan yuqori tezlikka ega shina orqali bogʻlangan, yaʼni bu holatda protsessor va xotira oʻrtasida maʼlumot almashinish PCI-shina orqali emas, balki *toʻgʻridan-toʻgʻri* (rus tilida – непосредственно) amalga oshirilgan. Yuqori tezlikka ega boʻlgan tashqi qurilmalar, masalan SCSI-disklar PCI-shinaga *toʻgʻridan-toʻgʻri* ulangan. PCI-shina nisbatan sekin ishlaydigan va avval ishlab chiqarilgan qurilmalarni ulashda qoʻllaniladigan ISA-shinasi bilan parallel ulangan. Bunday kompyuterlar platalarining PCI va ISA-shinalarida 3-ta yoki 4-tagacha boʻsh qoldirilgan ulanish joylari ham boʻlgan. PCI-shinalarining maʼlumotlarni uzatish tezligi, hozirda – 528 Mbayt/sek ga yetkazilgan.

5.5-rasmda Pentium protsessorlari asosida qurilgan dastlabki kompyuterning arxitekturasi keltirilgan. Chizmada tezligi nisbatan kattaroq boʻlgan shinalar, qalinroq qilib tasvirlangan.

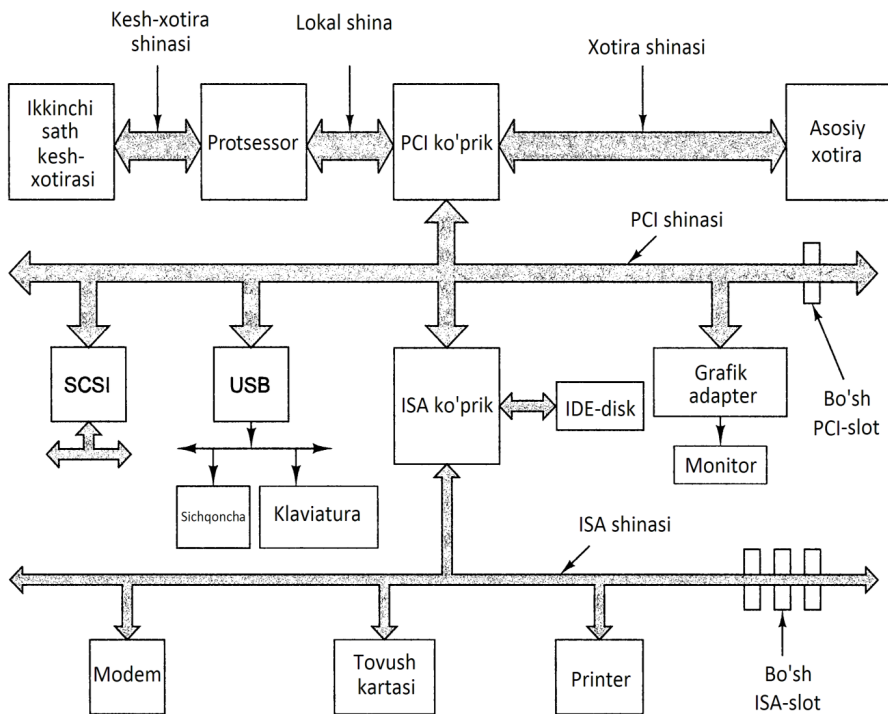
Monitor ekrani sigʻdira oladigan nuqtalar – piksellar hajmining oshib borishi sababli (1600x1200 nuqta), shinalarning maʼlumotlar almashinish tezliklarini oshirish yoʻllari izlana boshlandi. Natijada aynan monitor bilan ishlash uchun moʻljallangan – **AGP** (*Accelerated Graphics Port*, rus tilida - ускоренный графический порт) – grafik maʼlumotlarni uzatish tezligi oshirilgan port shinasi ishlab chiqildi. Bunday shinaning AGP 3.0 versiyasining tezligi 2,1 Gbaytga etkazildi.



5.4-rasm. PCI va ISA shinalariga ega shaxsiy kompyuter.
Modem va ovoz platasi ISA-kurilmalariga, SCSI kontrolleri esa
PCI-qurilmalariga mansub hisoblanadi.

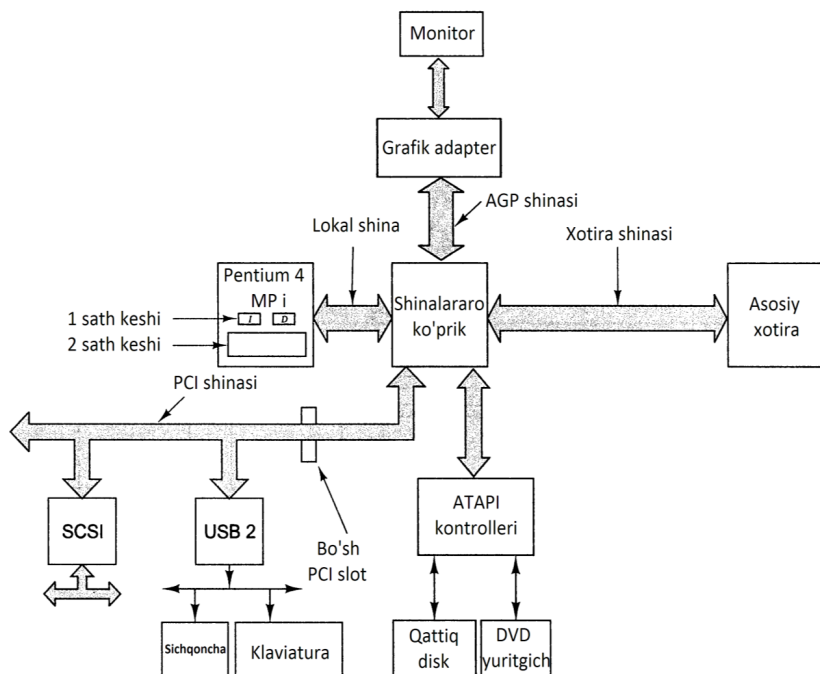
Tarkibida AGP-shinasiga ega, Pentium 4 protsessori asosida qurilgan zamonaviy tizim shinalarining joylashtirilishi 5.6-rasmda keltirilgan.

Bu tizim tarkibida juda muhim ahamiyatga ega bo'lgan va uning beshta asosiy tashkil etuvchilarini o'zaro birlashtirgan – *shinalar aro ko'prik* mavjud. Ushbu ko'prik – protsessor, asosiy xotira, grafik adapter, ATAPI kontrolleri va PCI-shinalarni o'zaro bog'laydi. Ba'zi hollarda ushbu ko'prik yordamida, Ethernet texnologiyasi mansub tarmoq platalari va boshqa yuqori tezlikka ega qurilmalarni ham ishlashini ta'minlash, amalga oshiriladi.



5.5-rasm. Pentium protsessori asosida qurilgan dastlabki kompyuterning arxitekturasi.

5.6-rasmdagi chizmada hozirda shaxsiy kompyuterlarda juda keng qo'llanila boshlagan, **USB** (*Universal Serial Bus*, rus tilida – универсальная последовательная шина) – ma'lumotlarni ketma-ket uzatuvchi universal shina ham keltirilgan.



5.6-rasm. Pentium 4 protsessori asosida qurilgan zamonaviy kompyuter (tizim) shinalarining joylashtirilishi.

5.2. Zamonaviy kompyuterlarning shinalari va ularning ishlash tamoillari

Kompyuter texnikasi va texnologiyalarining rivojlanishi davomida, keng va ko'p vaqtlar davomida qo'llanib kelingan hamda hozirda ham keng qo'llanilib kelayotgan shinalar sifatida quyidagilarni sanab o'tish mumkin: Omnibus (PDP-8), Unibus (PDP-11), Multibus (8086), IBM PC (PC/XT), ISA (PC/AT), EISA (80386), MicroChannel (PC/2), PCI (turli xildagi shaxsiy kompyuterlarda), SCSI (turli xildagi shaxsiy kompyuterlarda va ishchi stansiyalarda), Nubus (Macintosh), Universal Serial Bus (zamonaviy shaxsiy kompyuterlarda), Fire Wire (maishiy elektronika qurilmalarida), VME (fizika xonalaridagi qurilmalarda) va Samas (yuqori energiyalar fizikasi qurilmalarida). Ushbu o'quv qo'llanmada ISA, PCI, PCI Express va USB shinalariga oid ma'lumotlar

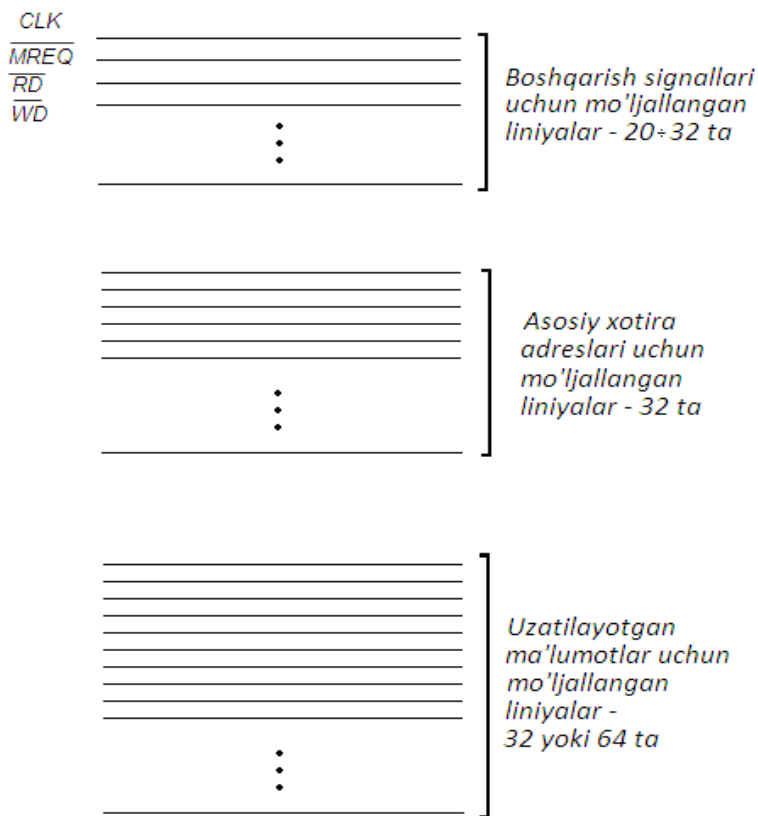
keltirilgan. Avval ta'kidlaganimizdek, zamonaviy kompyuterlarda ma'lumotlarni parallel va ketma-ket tarzda uzatuvchi shinalardan foydalanilmoqda [1,2,26].

Ma'lumotlarni parallel tarzda uzatuvchi shinalar:

- boshqarish signallari uchun mo'ljallangan liniyalar (chiziqlar);
- adreslar uchun mo'ljallangan liniyalar;
- ma'lumotlar uchun mo'ljallangan liniyalardan iborat bo'ladi (5.7-rasm).

Shinaga ulangan biron-bir qurilma, masalan – protsessor, boshqa bir qurilmadan, masalan – asosiy xotiradan, ma'lumot olishi (yoki unga uzatishi) uchun, avval boshqarish signallari yordamida uni ogohlantiradi. Protsessor asosiy xotiradan ma'lumotlarni o'qimoqchi bo'lsa, **MREQ** (xotiraga murojaat qilish) va **RD** (xotiradan o'qish) kabi boshqarish signallari bilan unga murojaat qiladi. Ushbu signallardan so'ng, xotiraning o'qilishi kerak bo'lgan adresi, shina orqali unga uzatiladi. Adresni uzatish *parallel* tarzda amalga oshiriladi – 16 bit (64 Kbaytli xotira uchun), 20 bit (1 Mbaytli xotira uchun) va 32 bit (4 Gbaytli xotira uchun). Ma'lum bir vaqt oralig'i o'tgandan so'ng (T_3 siklining yarim davri) asosiy xotiradan o'qilgan ma'lumotlarni protsessor tomonidan qabul qilib olish amalga oshiriladi. Parallel tarzda qabul qilinayotgan ma'lumotlarning uzunliklari – 8, 16, 32, 64 yoki 128 bit bo'lishi mumkin.

Ushbu jarayon sinxron va asinxron tarzda amalga oshirilishi mumkin, ya'ni kompyuter shinalarining *sinxron* va *asinxron* xillari mavjud. 5.8 va 5.9-rasmlarda sinxron va asinxron shinalar orqali ma'lumotlarni o'qish jarayonining vaqt diagrammalari keltirilgan.

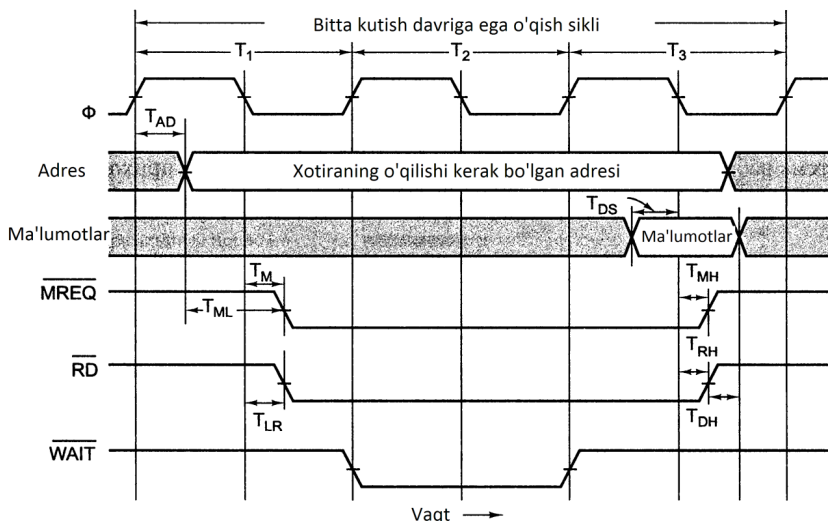


5.7-rasm. Pentium 4 protsessori asosida qurilgan kompyuter parallel shinasining tarkibiga kirgan liniyalar.

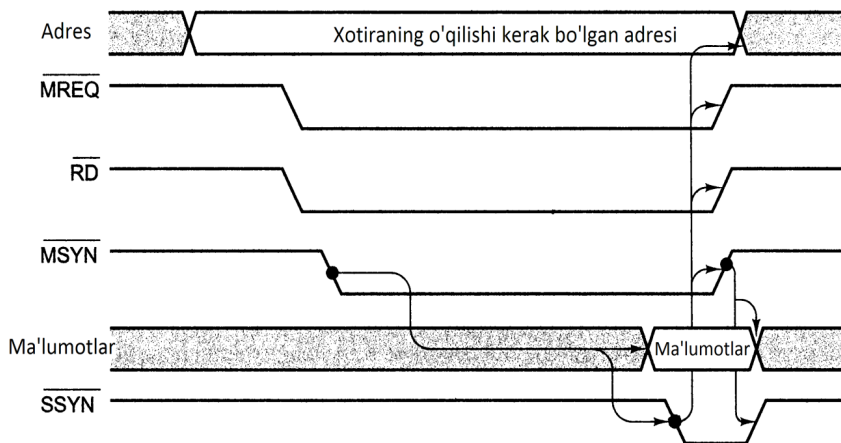
Sinxron shinada bu jarayon *kvarsli generator* hosil qilgan taktli impulslar yordamida boshqariladi. Generator hosil qilayotgan impulslarning chastotalari 5 MGs dan, 100 MGs gacha bo'lishi mumkin. Asinxron shinalarda *taktlar impulslari generatori ishlatilmaydi*.

ISA shinasi IBM PC/AT kompyuterlarida qo'llanilgan, u 8,33 MGs chastotada ishlaydi. SHina orqali bitta sikl davomida ikki bayt uzatiladi, bu esa uning maksimal tezligi 16,7 Mbayt/sek ga teng degani bo'ladi.

EISA shina ham 8,33 MGs chastotada ishlaydi va u orqali bitta sikl davomida to'rt bayt uzatiladi. Demak uning tezligi 33,3 Mbayt/sek ni tashkil qiladi.



5.8-rasm. Sinxron shinadagi o'qish jarayoning vaqt diagrammasi.



5.9-rasm. Asinxron shinaning ishlashi.

ISA va EISA shinalari asosan matnli axborotni ishlash uchun mo'ljallangan, avvalgi kompyuterlar uchun ishlab chiqarilgan edi. Keyinchalik, kompyuterlarda Windows operatsion tizimlari ishlatila boshlagandan so'ng, grafik va rangli video axborotlarni ishlash uchun ISA va EISA shinalarining tezliklari etarli bo'lmay qoldi. Ushbu holatni

tushuntirish uchun quyidagi hisoblashlarni bajarib qo‘ramiz. 1024×768 piksel o‘lchamli monitorda rangli harakatlanuvchi tasvirni chiqarish jarayonini tahlil qilib ko‘ramiz. 1 piksel uchun 3 bayt xotira kerak bo‘ladi, *RGB* - qizil, yashil va ko‘k ranglarning har biri uchun *1 baytdan*. Bitta ekrandagi tasvir $1024 \times 768 \times 3 = 2,25$ Mbayt hajmga ega bo‘lar ekan. Tasvirni bir tekis jonlantirish uchun esa sekundiga 30 kadrni ekranga chiqarish kerak bo‘ladi, ya‘ni ma‘lumotlarni uzatish tezligi $67,5$ Mbayt/sek ga teng bo‘lishi kerak. Aslida video axborotni vinchesterdan (CD yoki DVD diskdan) monitorga uzatish uchun, avval asosiy xotiraga, so‘ngra esa videoadapterga uzatiladi. Demak tezlik, 135 Mbayt/sek ga teng bo‘lishi kerak. Ammo kompyuterda, shinadan foydalanadigan boshqa qurilmalar ham bor. Shuning uchun bu holatda, yana ham yuqori tezlikda ishlay oladigan shina kerak bo‘ladi.

1990 yili Intel firmasi PCI – tashqi tashkil etuvchi qurilmalarni o‘zaro birgalikda ishlashini ta‘minlovchi shinasini ishlab chiqdi va boshqa ishlab chiqaruvchilarga ham undan foydalanib tashqi qurilmalar ishlab chiqarish huquqini berdi. PCI shinasini dunyo bo‘ylab ommalashib ketdi. Sun kompaniyasi ham shu paytda ishlab chiqqan kompyuterlarining UltraSPARC versiyasida (UltraSPARC III kompyuteri) PCI shinasidan foydalandi.

Dastlabki PCI shinasini 33 MGs chastota bilan ishlab, har bir sikl davomida 32 bitdan ma‘lumot uzata olgan, ya‘ni uning umumiy o‘tkazish qobiliyati $4 \text{ bayt} \times 33 = 133$ Mbayt/sek bo‘lgan. 1993 yili PCI 2.0, 1995 yili PCI 2.1, PCI 2.2 shinalarini ishlab chiqdi. PCI 2.2 shinasini bitta sikl davomida 64 bit uzunlikka ega bo‘lgan ma‘lumotni 66 Mgs chastota bilan uzata olish imkoniyatiga ega bo‘ldi, ya‘ni uning tezligi $8 \times 66 = 528$ Mbayt/sek ga etkazilgan edi. PCI va ISA shinalari birgalikda qo‘llanilgan Pentium rusumidagi dastlabki kompyuterning arxitekturasini 5.5-rasmda keltirilgan edi.

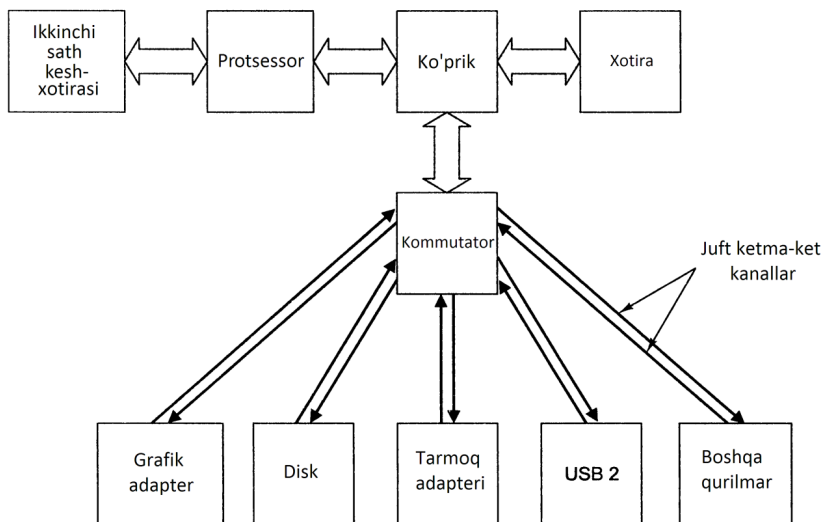
90-yillarning ohirlariga kelib grafik axborotni almashinish uchun mo‘ljallangan AGP – grafik ma‘lumotlarni uzatish tezligi oshirilgan port shinasini ishlab chiqildi. Bunday shinaning AGP 3.0 versiyasining tezligi $2,1$ Gbaytga etkazildi. Tarkibida AGP-shinasiga ega, Pentium 4 protsessori asosida qurilgan zamonaviy kompyuter (yoki tizim) shinalarining joylashtirilishi 5.6-rasmda keltirilgan edi.

PCI Express shinasini. PCI Express texnologiyasining mohiyati, *parallel shinalar* o‘rniga, ma‘lumotlarni uzatish va qabul qilishni amalga oshiruvchi ko‘p sonli turli xil qurilmalarni, yuqori tezlikka ega ma‘lumotlarni *ketma-ket tarzda uzatib beruvchi bog‘lanishlar* bilan

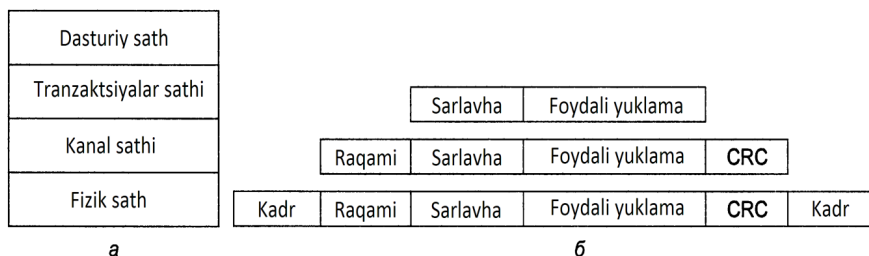
almashtirishdan iboratdir. Bu ISA/EISA/PCI shinalarida amalga oshirilgan *shinali topologiyadan*, lokal kompyuter tarmoqlarining topologiyasiga, ya'ni *kommutatsiyalanadigan Ethernet texnologiyasi topologiyasiga* o'tishni anglatadi. PCI Express, kompyuter tarkibiga kirgan qurilmalar – protsessor, asosiy xotira va ma'lumotlarni kiritish chiqarish qurilmalarini bog'lovchi, *universal kommutator* rolini bajaradi. PCI Express ning konfiguratsiyasi 5.10-rasmda keltirilgan. 5.11-rasmda esa PCI Express ning protokollar steki va paketining formati keltirilgan.

USB shinasi. PCI va PCI Express shinalari yuqori tezliklarga ega tashqi qurilmalarni bog'lash uchun ishlab chiqarilgan. Ma'lumotlarni uzatish tezliklari nisbatan past bo'lgan qurilmalar – sichqoncha, klaviatura va printer kabi qurilmalar uchun, PCI va PCI Express shinalaridan foydalanish unchalik to'g'ri bo'lmay qoldi.

1993 yili ettita kompaniyaning vakillari (Compaq, DEC, IBM, Intel, Micro-Microsoft, NEC i Northern Telecom), past tezliklarga ega qurilmalar uchun, to'g'ri keladigan optimal shinani ishlab chiqish maqsadida birga to'plandilar. Keyinchalik ularga boshqa yana ko'pgina ishlab chiqaruvchilar ham qo'shildilar. Natijada, shaxsiy kompyuterlarda hozir juda keng qo'llanilayotgan **USB** (*Universal Serial Bus*, rus tilida – универсальная последовательная шина) – ma'lumotlarni ketma-ket uzatuvchi universal shina ishlab chiqildi.



5.10-rasm. PCI Express tizimining standart joylashishi.

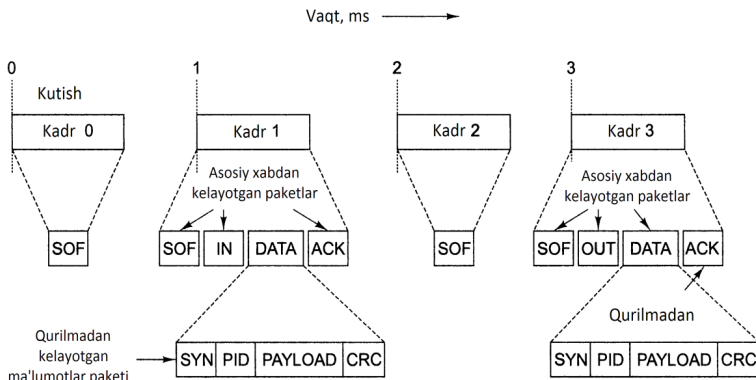


5.11-rasm. PCI Express ning protokollar steki (a) va paketining formati (b).

USB shinasini, asosiy shinaga ulanadigan *ildiz konsentratordan* (rus tilida – корневой концентратор или корневой хаб, root hub) iboratdir (5.6-rasmga qaralsin). Ushbu konsentratordagi ma'lumotlarni kiritish-chiqarish qurilmalari yoki boshqa qo'shimcha konsentratordagi kabellarini ulash uchun mo'ljallangan ulanish nuqtalari (raz'yomlariga) ega. Foydalanuvchi yangilashib, kabelni noto'g'ri ulab qo'ymasligi uchun, kabelning konsentratordagi ulanadigan konnektori, uning qurilmalarga ulanadigan konnektoridan farq qiladi.

USB shinasining kabeli – *to'rtta* o'tkazgichdan iborat, ulardan ikkitasi ma'lumotlarni uzatish uchun, bittasi ulanadigan qurilmalarni kuchlanish bilan ta'minlash uchun (+5V), qolgan bittasi - esa erga ulanish uchun mo'ljallangan. Ushbu tizimda – 0 raqami, kuchlanishning o'zgarishi bilan, 1 raqami esa kuchlanishdagi o'zgarishning yo'qligi bilan uzatiladi. Ketma-ket uzatilayotgan nollar – bir xil vaqt oraliklarida takrorlanayotgan impulslar oqimini hosil qiladi.

USB shinasida ma'lumotlarni uzatish – kompyuter tarmoqlaridagi kabi, *kadrlarni almashinish* asosida amalga oshiriladi. 5.12-rasmda USB shinasining asosiy konsentratordi har bir millisekund oralig'ida, unga ulangan qurilmalarga uzatib turadigan kadrlari keltirilgan.

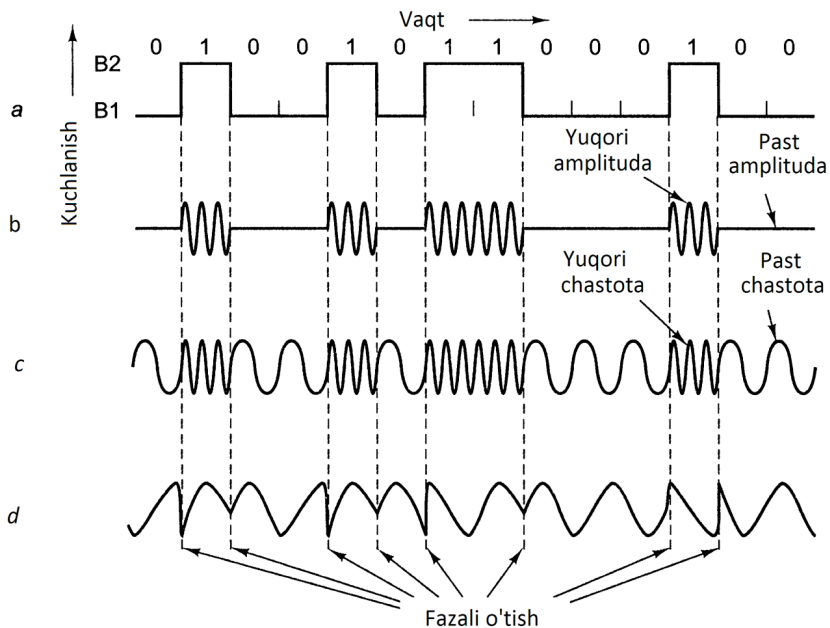


5.12-rasm. USB shinasining asosiy konsentratori har bir millisekund oralig‘ida, unga ulangan qurilmalarga uzatib turadigan kadrlari.

USB shinasining konsentratori har bir millisekund oralig‘ida ($\pm 0,05$ ms), yangi kadrni uzatib, unga ulangan barcha qurilmalarni vaqt bo‘yicha *sinxronlashni* amalga oshirib turadi. Bu bilan USB shina, kurilmalarni qachon ulanishiga qarab, ularni ma’lumotlarni uzatish uchun tayyorlab ham qo‘yadi. USB shinasining USB 1.0 versiyasi 1,5 Mbayt/sek, USB 1.1 versiyasi 12 Mbayt/sek va USB versiyasi esa 480 Mbayt/sek tezlikka ega.

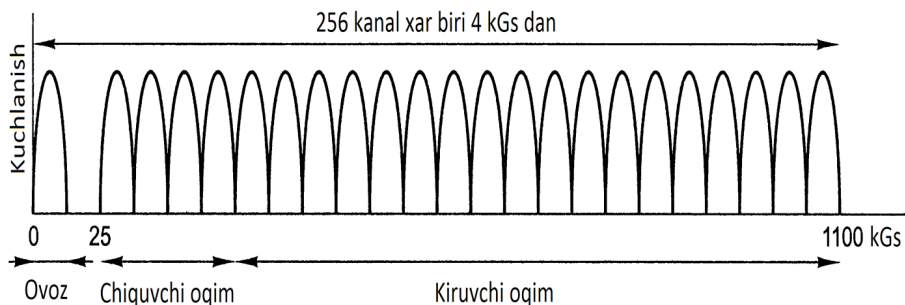
5.3. Telekommunikatsion qurilmalar.

Hozirda kompyuterlarni o‘zaro va ayniqsa Internetga ulashda telefon tarmog‘idan foydalanishga to‘g‘ri kelmoqda. Telefon tarmog‘i orqali 0 va 1 qiymatlarni qabul qiladigan kompyuter ma’lumotlarini uzatishda esa *modemlar* qo‘llaniladi. 0 va 1 lar ketma-ketligi modem yordamida *modulyasiyalanib* telefon liniyasi (chizig‘i) orqali telefon tarmog‘iga uzatiladi. Bunda modulyasiyalashning quyidagi xillaridan foydalaniladi: amlitudali, chastotali yoki fazali modulyasiyalash usullari (5.13-rasm). Hozirda ishlab chiqilgan modemlarning ma’lumotlarni uzatish tezliklari 28 800 bit/sek dan 57 600 bit/sek gacha bo‘lishi mumkin.



5.13-rasm. 01001011000100 ikkilik sonni telefon liniyasi orqali uzatish: ikki sathli signal (a); amplitudali modulyasiya (b); chastotali modulyasiya (c); fazali modulyasiya (d).

Raqamli abonent liniyalari (chiziqlari). Internet xizmatlari xillaring ko'payib borishi natijasida, ulardan foydalanish uchun yuqorida keltirilgan usullar asosida ishlaydigan modemlarga nisbatan, ma'lumotlarni ancha tez uzata oladigan qurilmalarni ishlab chiqish zarurati tug'ildi. Natijada – **xDSL** (*Digital Subscriber Line*, rus tilida - цифровая абонентская линия) – raqamli abonent liniyalari deb nomlangan ulanish texnologiyalari asosida ishlaydigan qurilmalarning bir nechta xillari yaratildi. Shulardan keng tarqalgani hisoblangan **ADSL** (*Asymmetric DSL*, rus tilida – асимметричная цифровая абонентская линия) modemlar haqida to'xtalib o'tamiz. ADSL-modem yordamida xizmat ko'rsatish chizmasi 5.14-rasmda keltirilgan.



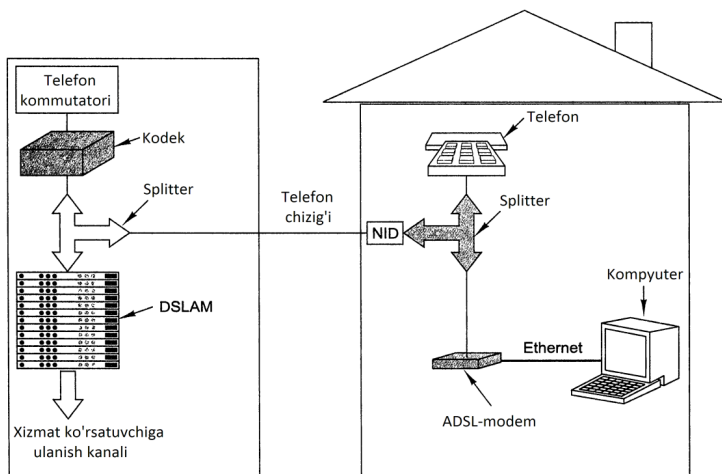
5.14-rasm. ADSL-modem yordamida xizmat ko'rsatish chizmasi.

Unda avvalgi analog rusumli telefon liniyalarida qo'llanilgan *filtr* olib tashlanishi natijasida hosil bo'lgan 1,1 MGs kenglikka ega spektr, har biri 4312,5 Gs dan 256-ta *avtonom kanallarga* ajratilgan. 0-inchi kanal tovushli ma'lumotlarni uzatish uchun ajratildi. Tovush va kompyuter ma'lumotlarini uzatishda hosil bo'lishi mumkin bo'lgan noaniqliklarni yo'qotish maqsadida, 1-5 kanallar ishlatilmaydigan kanallar deb belgilandi. Ikkita kanal, chiquvchi va kiruvchi boshqarish signallarini uzatish uchun ajratildi. Qolgan 248-ta kanallar orqali esa foydalanuvchilarning ma'lumotlari uzatiladigan bo'ldi. SHunday qilib bitta ADSL-modem 248-ta odatdagi modem bilan teng bo'ldi.

5.15-rasmda ADSL qurilmalarining standart konfiguratsiyasi keltirilgan. Unda:

NID (*Network Interface Device*, rus tilida – сетевое интерфейсное устройство) – tarmoqning interfeys qurilmasi.

DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*, rus tilida – мультиплексор доступа к цифровой абонентской линии) – raqamli abonent liniyasiga ulanish multipleksori. 26 kGs dan yuqori bo'lgan chastotali signallar DSLAM orqali uzatiladi.



5.15-rasm. ADSL qurilmalarining standart konfiguratsiyasi.

5-bob bo'yicha nazorat savollari.

1. Ma'lumotlarni kiritish-chiqarish arxitekturasi deganda nima tushuniladi?
2. Kompyuter shinalarining tuzilishi va qanday ishlashini tushuntirib bering.
3. Ma'lumotlarni kiritish-chiqarish qurilmasi qanday tuzilgan va u qanday ishlaydi? Misol bilan tushuntiring.
4. Kompyuter shinalarining qanday xillari ishlab chiqarilgan? Ularning hozirgi kompyuterlarda ishlatilayotganlari haqida ma'lumot bering.
5. Sinxron shinadagi o'qish jarayoni vaqt diagrammasini keltiring va uni tushuntirib bering.
6. ISA, EISA va PCI shinalari haqida ma'lumotlar bering.
7. PCI Exspress shinasi, uning tuzilishi va qanday ishlashi haqida ma'lumot bering.
8. USB shinasi, uning tuzilishi va qanday ishlashi haqida ma'lumot bering.
9. Pentium protsessorlari asosida qurilgan dastlabki kompyuterning arxitekturasi qanday tuzilgan?
10. Pentium 4 protsessori asosida qurilgan zamonaviy kompyuter (tizim) shinalari qanday joylashtirilgan va ular qanday ishlaydi?
11. Kompyuterlarda qo'llaniladigan telekommunikatsion qurilmalar haqida ma'lumot bering.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Таненбаум Э. Архитектура компьютера. 6-е. издание. – СПб.: Питер, 2013. - 816 с.
2. Таненбаум Э. Архитектура компьютера. 5-е. издание. – СПб.: Питер, 2011. - 844 с.
3. Довгий В.С., Поляков В.И. Прикладная архитектура базовой модели процессора Intel. Учебное пособие по дисциплине «Организация ЭВМ и систем». – СПб.: НИУ ИТМО, 2012.- 115 с.
4. Баденко В.Л. Высокопроизводительные вычисления. Учебное пособие. – СПб. Изд. Политехнического университета. 2010.-180 с.
5. Бройдо В.Л. Архитектура ЭВМ и систем. Учебник для вузов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2009. - 720 с.
6. Степанов Ф.Н. Архитектура вычислительных систем и компьютерных сетей. – СПб.: Питер, 2007. - 509 с.
7. Хамахер К., Вранешич З., Заки С. Организация ЭВМ. – СПб.: Питер, 2003. – 848 с.
8. Цилькер Б.Я., Орлов С.А. Организация ЭВМ и систем. – СПб.: Питер, 2004. – 668 с.
9. Бройдо В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. Лабораторный практикум. – СПб.: СПб.ГИЭУ, 2005. – 131 с.
10. Изучение работы микропроцессора K580VM80. Методические указания к лабораторным работам/ Сост.: А.А. Руппель, – Омск: Изд-во СибАДИ, 2003. – 32 с.
11. Жмакин А.П. Архитектура ЭВМ. СПб.: Питер, 2008. – 315 с.
12. Бройдо В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. 3-е изд. – СПб.: Питер. 2008. – 788 с.
13. Хорошевский В.Г. Архитектура вычислительных систем. Учебное пособие. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э.Баумана. 2008. - 534
14. Столингс У. Структурная организация и архитектура компьютерных систем. – М.: Вильямс, 2002.- 896 с.
15. Соломенчук В.Г., Соломенчук П.В. Железо персональных компьютеров 2010. – СПб.: БХВ Петербург, 2010. – 448 с.
16. Andrew S. Tanenbaum Structured computer organization. Sixth edition. – 2012. - 801 г.
17. Patterson, D. A, and Hennessy, J. L. Computer Organization and Design, 3rd ed., San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 2005.
18. Blum, R. Professional Assembly Language, New York: Wiley, 2005.

19. Bose, P. «Computer architecture research: Shifting priorities and newer challenges», IEEE Micro Magazine, vol. 24, p. 5, Nov-Dec. 2004.
20. Burger, D., and Goodman, J.R. «Billion-Transistor Architectures: There and Back Again», IEEE Computer Magazine, vol. 37, pp. 22-28, March 2004.
21. Calcutt, D., Cowan, F., and Parchizadeh, H. 8051 Microcontrollers: An Appli Applications Based Introduction, Oxford: Newnes, 2004.
22. Comer, D.E. «Network Systems Design Using Network Processors: Agere Version», Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2005.
23. Daneshbeh, A.K., and Hasan, M.A. «Area Efficient High Speed Elliptic Curve Cryptoprocessor for Random Curves», Proc. Int'l Conf. on Inf. Tech.: Coding Speculative Execution and Computing, IEEE, pp. 588-593, 2004.
24. Hinton, G., Sager, D., Upton, M., Boggs, D., Carmean, D., Kykery A., Roussel, P.«The Microarchitecture of the Pentium 4», Intel Technology Journal, vol. 5, pp. 1-12, Jan-March, 2004.
25. Jerraya, A. A., and Wolf. W. Multiprocessor Systems-on-a-Chip, San Francisco: Morgan Kaufmann, 2005.
26. Mayhem, D., and Krishnan, V. «PCI Express and Advanced Switching: Evolutionary Path to Building Next Generation Interconnects», Proc. 11th Symp. On High Perf. Interconnects IEEE, pp. 21-29, Aug. 2003.
27. Mazidi, M. A., McKinlay, and Mazidi,]. G. 8051 Microcontroller and Embedded Systems Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2005.
28. Min, R.,Jone, W.-Ben., and Ni, Y. «Location Cache: A Low-Power L2 Cache System», Proce. 2004 Int'l Symp. on Low Power Electronics and Design, IEEE, pp. 120-125, Aug. 2004.
29. Ravikumar, C.P. «Multiprocessor Architectures for Embedded System-on-a-Chip Applications», Proc. 17th Int'l Conf. on VLSI Design, IEEE, pp. 512-519, Jan. 2004.
30. Stallings, W. Computer Organization and Architecture, 6th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2003.
31. Tuck, N., and Tullsen, D. M. «Initial Observations of the Simultaneous Multithreading Pentium 4 Processor», Proc. 12th Int'l Conf. on Parallel Arch, and Compilation Techniques, IEEE, pp. 26-35, 2003.
32. Wolf, W. «The Future of Multiprocessor Systems-on-Chips», Proc. 41st Ann.Conf. on Design Automation, IEEE, pp. 681-685, 2004.
33. Ayala, K. The 8051 Microcontoller, 3rd ed., Clifton Park, NY: Thomson Delmar Leaning, 2004.

Internet saytlari.

1. www.intuit.ru
2. <http://tuitfiles>
3. <http://www.kgtu.runnet.ru>
4. <http://www.piter.com>
5. <http://www.ciscopress.ru>
6. <http://www.williamspublishing.com>

MUNDARIJA

KIRISH.....	3
1. KOMPYUTER ARXITEKTURASINING ASOSIY TUSHUNCHALARI, RAQAMLI VA MANTIQIY ASOSLARI.....	5
1.1. Kompyuterlar arxitekturasini, ularning ko‘p sathli tashkil qilinishi asosida o‘rganish	5
1.2. Kompyuter arxitekturasining rivojlanishi. Kompyuterlarning turlari.....	10
1.3. Ma’lumotlarning xillari. Buyruqlarning formatlari va xillari. Adreslash. Boshqarish oqimi. Uzilishlar.....	20
1.4. Bul algebrasi va ventillar. Bul funksiyalarini amalga oshirish.....	29
1.5. Asosiy raqamli mantiqiy sxemalar	37
2. ASOSIY VA YORDAMCHI XOTIRA QURILMALARI	44
2.1. Asosiy xotira. Xotiraning adreslari. Baytlarning tartiblanishi	44
2.2. Kesh xotira. Xotira modullarini yig‘ish va ularning xillari	48
2.3. Xotiraning iyerarxik strukturasi. Magnitli disklar – vinchesterlar. IDE va SCSI disklar. RAID massivlari	56
3. KOMPYUTERLAR PROTSESSORLARINING TUZILISHLARI	65
3.1. Kompyuterlar protsessorlarining tuzilishlari va ularni qanday ishlashlarini o‘rganish bosqichlari	65
3.2. Sakkiz razryadli kompyuter protsessorining tuzilishi	69
3.3. O‘n olti razryadli kompyuter protsessorining tuzilishi	80
3.4. O‘ttiz ikki razryadli kompyuter protsessorining tuzilishi	84
3.5. Zamonaviy kompyuterlarda o‘rnatilayotgan protsessorlar va ularning muhim jihatlari	93
3.6. Parallel kompyuter arxitekturalari	101
4. ASSEMBLER TILIDA DASTURLASH ASOSLARI	106
4.1. Assembler tushunchasi va uning vazifalari	106
4.2. Assembler tilida operatorlarning formatlari va ularni qo‘llash	109

5.	MA'LUMOTLARNI KIRITISH-CHIQRISH	
	ARXITEKTURASI.....	116
5.1.	Ma'lumotlarni kiritish-chiqarish arxitekturalari va shinalari	116
5.2.	Zamonaviy kompyuterlarning shinalari va ularning ishlash tamoillari	122
5.3.	Telekommunikatsion qurilmalar	129
	ADABIYOTLAR RO'YXATI.....	133

QAYDLAR UCHUN

QAYDLAR UCHUN

Z.Z.Miryusupov, J.X.Djumanov.

KOMPYUTER ARXITEKTURASI

O‘quv qo‘llanma

Toshkent – «Aloqachi» – 2018

Muharrir: M. Mirkomilov
Tex. muharrir: A. Tog‘ayev
Musavvir: B. Esanov
Musahhiha: N. Hasanova
Kompyuterda
sahifalovchi: G. Tog‘ayeva

Nashr.lits. AIN№176, 11.06.11.
Bosishga ruxsat etildi: 17.01.2018. Bichimi 60x841 /16.
«Timez Uz» garniturası. Ofset bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 8,75. Nashriyot bosma tabog‘i 9,0.
Adadi 100. Buyurtma № 65.

«Nihol print» Ok da chop etildi.
Toshkent sh. M. Ashrafiy ko‘chasi 99/101.