



R.B. JALILOV, M. I. MAXMUDOV, S.P. SHOYIMOVA

ZAMONAVIY KONTROLLERLAR VA SANOAT KOMPYUTERLARINING RAQAMLI VA MIKROPROTSESSORLI QURILMALARI

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI**

BUXORO MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

R.B. JALILOV, M.I. MAXMUDOV, S.P. SHOYIMOVA

**ZAMONAVIY KONTROLLERLAR
VA SANOAT KOMPYUTERLARINING RAQAMLI VA
MIKROPROTSESSORLI QURILMALARI**

(monografiya)

TOSHKENT – 2015

UDK 621.311.1:618.5

KBK 32.973-04

Jalilov R.B., Maxmudov M.I., Shoyimova S.P. Zamonaviy kontrollerlar va sanoat kompyuterlarining raqamli va mikroprotessorli qurilmalari.–T.: «LESSON PRESS», 2015, 145 bet.

Taqrizchilar:

Sadullaev N.N. – Bux MTI ilmiy ishlar bo'yicha prorektor, t.f. d.

Raxmatov D.A.– «Neftgaz qurilish ta'mir» AJ ning bosh energetigi, t.f.n.

Monografiyada zamonaviy kontrollerlar va sanoat kompyuterlarining, ularni takomillashtirish sohasidagi erishilgan yangi yutuqlar bo'lgan, raqamli va mikroprotessorli qurilmalari, elektrotexnik tizimlar va majmualarning ish rejimlarini avtomatik boshqarish uskunalarning raqamli va mikroprotessorli amalga oshirilishlari to'g'risida asosiy ma'lumotlar keltirilgan. Bu qurilmalarning tuzilish xususiyatlari va texnik xarakteristikalari qarab chiqilgan, ularni tashkil etgan elementlarning sharhi va ro'yxatlari berilgan. Shu qurilmalar apparat qismlarining yozuvlari, tuzilish sxemalari, displeyda axborotni aks ettirish usullari, shuningdek ularning rivojlanish istiqbollari keltirilgan. O'zbekiston Respublikasining sanoatida ularning tadbiq qilinishiga oid ma'lumotlar berilgan. Monografiya ilmiy va muhandis-texnik xodimlar, katta ilmiy izlanuvchilar, mustaqil tadqiqotchilar, energetika yo'nalishlaridagi bakalavrlar, ushbu mutaxassisliklarning magistrantlari uchun mo'ljallangan.

In the monography the basic data on new digital and microprocessor devices of modern controllers and the industrialthe computers, growing out of new achieve -ments in the field of their perfection are stated, digital and microprocessor realisation of automatic control means by operating modes of electrotechnical systems and complexes. Features of structure and technical characteristics of these devices are considered, the review and the list of elements making them are given. The description of their hardware, the block diagramme, ways of display of the information on the display, and prospects of development of these devices is resulted. Data on their introduction in the republic Uzbekistan industry are given.

The monography it is intended to scientific and engineering – technical workers, the senior scientific competitors, independent researchers, for the students of the magistracy and bachelors of power specialities.

UDK 621.311.1:618.5

KBK 32.973-04

ISBN 978-9943-350-99-1

c/465

© «LESSON PRESS» nashriyoti, 2015.

MUNDARIJA

QABUL QILINGAN QISQARTIRISHLAR	5
KIRISH.....	7
INTRODUCTION.....	10
1-BOB. RAQAMLI VA MIKROPROTSESSORLI QURILMALARNING ELEMENTLARI	12
1.1. Mantiqiy elementlar	12
1.2. Mikroprotsessorlar.	25
1.3. Raqamli va mikroprotsessorli qurilmalarning shinalari.....	28
1.4. Lokal hisoblash tarmoqlari (LHT).	41
1.5. Tolali-optik kabellar.....	46
2-BOB. RAQAMLI VA MIKROPROTSESSORLI BOSHQARUV QURILMALARI	57
2.1. Mikroprotsessorli qurilmalarning asosiy tavsiflari	57
2.2. Axborotni saqlash qurilmalari.....	67
2.3. Raqamli qurilmalarning interfeyslari.....	70
2.4. Axborot uzatishning tolali-optik kanallari	72
2.5. Raqamli qurilmalarda axborotni qayta ishlashning xususiyatlari.....	76
2.6. Raqamli va mikroprotsessorli qurilmalarning axborotni yig'ish va boshqarish tizimlarida qo'llanishi.	79
3-BOB. RAQAMLI VA MIKROPROTSESSORLI QURILMALARNI ISHLATISH VA SINOVDAN O'TKAZISHNING XUSUSIYATLARI.....	82
3.1. Raqamli qurilmali tizimlarning o'z funksiyalarini bajarish ishonchiligi	82
3.2. Raqamli boshqaruv qurilmalarining halaqitdan himoyalanganligi.	84
3.3. Apparataturalarga texnik xizmat ko'rsatish va halaqitdan	90

himoyalanganlikka sinovdan o'tkazish	90
3.4. Integral sxemalarni tekshirish.	93
3.5. Raqamli qurilmalarni tekshirish va shikastlangan qurilmalarda nosozliklarni qidirish.	102
4-BOB. RAQAMLI VA MIKROPROTSESSORLI QURILMALARNING ISHLAB CHIQARISHNI BOSHQARISHDA QO'LLANISHI	116
4.1. Mikroprotessorlar asosida maketli tizimlar.	116
4.2. Emulyatsiya	125
4.3. Ishlab chiqarishni boshqarish uchun zamonaviy kontrollerlar.	132
4.4. Dunyo ishlab chiqaruvchilarining sanoat kompyuterlari	136
X U L O S A	140
ADABIYOTLAR	141

QABUL QILINGAN QISQARTIRISHLAR

AMQ – arifmetik-mantiqiy qurilma

ABT – avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlari

Access Memory – ixtiyoriy yo'l qo'yilgan xotira

ARO – analog-raqamli o'zgartkich

IEEE – Amerika muhandislar va elektronchilar instituti

IL – Instruction List – mnemonik, assembler tili

IMS – integral mikrosxema

BBUSH – boshqarish buyruqlarini uzatish shinasi, ruscha ЩУ – шина передачи команд управления

BMBT – bazaviy ma'lumotlarni boshqarish tizimi (СУБД – системы управления базами данных)

BMYQT – Boshqarish va ma'lumotlarga yo'l qo'yish tizimi –

SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition, ruscha – системы управления и доступа к данным

BHM – Boshqaruvchi hisoblash majmualari, ruscha УБК – управляющие вычислительные комплексы

VZ TYQ – Vaqtincha zichlab to'plamli yo'l qo'yish, TDMA – Time Division Multiplexed Access, ruscha МДВУ – множественный доступ с временным уплотнением

DT – dasturiy ta'minot

DEQ – doimiy eslab qolish - xotira qurilmasi

DMK – dasturlanadigan mantiqiy kontroller, (PLC – Programmable Logic Controller, ruscha ПЛК – программируемые логические контроллеры)

ZHQ va KHSO TYQ – Ziddiyatlarni hal qilish va kanalning holatini so'rov orqali to'plamli yo'l qo'yish – CSMA/CD – Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection – ruscha МДОСК и РК – множественный доступ с опросом состояния канала и разрешением конфликтов

KIMS – katta integral mikrosxemalar

KChQ – kiritish-chiqarish qurilmasi, ruscha УВВ – устройство ввода-вывода

LHT – lokal hisoblash tarmoqlari

MP – mikroprotssessor (mikroEHM)

MPT – mikroprotssessor tizimlari

MYuSH – ma'lumot yuborish shinasi, ruscha ЩД – шина пересылки данных

MSh – manzil shinasi, ruscha ЩА – шина адреса

MPQ – Markaziy protsessor qurilmasi (Central Processing Unit – CPU), ruscha ЦПУ – центральное процессорное устройство

LD – Ladder Diagrams – releli sxemalarning tili

OTK – optik tolali kabel

OAQQ – Obyektlar bilan aloqa qilish qurilmasi, ruscha УСО – устройство связи с объектами

RT – FieldBus, maydon shina, raqamli tarmoq

RMPQ – raqamli mikroprotsessorli qurilmalar, ruscha ЦМПУ – цифровые микропроцессорные устройства

SBU – startlovchi “bit”ni uzatish

SKI – suyuq kristalli indikator

SS – sinxronlovchi signal

SQQ – Rx (Receive) – signal qabul qilgich

Cicode – Cicode dasturlash tili, imkoniyatlariga ko'ra Paskal tillari bilan taqqoslanadi

SK – sanoat kompyuteri

SU – signal uzatkich – Tx (Transmitte), ruscha ПС – передатчик сигнала

TBU – SPB – to'xtatish “bit”larini uzatish

TEQQ (ruscha – ОЗУ) – tezkor esda saqlab qolish qurilmasi yoki boshqacha RAM – Random Access Memory – RVOT – real vaqtli operatsion tizimlar: pSOS, VRTX, LynxOS, VxWorks, QNX, OS9 va boshqalar.

TJ ABT – Texnologik jarayonlarni ABT

UMR – umummaqsadli registrlar

FBT – Funktsional bloklar tili – FBD – Functional Block Diagrams, ruscha ЯФБ – язык функциональных блоков

FSX – ROM – (Read Only Memory) – faqat sanaladigan хотира

XEK – Xalqaro elektrotexnik komissiya, (ruscha Международная электротехническая комиссия – МЭК, inglizcha – IEC)

O'KIMS – O'ta katta integral mikrosxema

QDXQ – qayta dasturlanadigan хотира qurilmasi (ruscha ППЗУ – перепрограммируемое запоминающее устройство) yoki EEPROM – Electrical Erasable Programmable Read Only Memory – elektrik qayta yoziladigan doimiy хотира

ST – Structured Text – Paskalga o'xshash dasturlash tili

KIRISH

Iqtisodiyotimizning asosiy ustuvor yo'nalishlaridan biri «...elektroenergetikani modernizatsiyalash bo'yicha, ko'p energiya talablilikni qisqartish va energiyani tejashning samarali tizimini tadbqiq qilishga oid tadbirlarni joriy qilishdir» [1].

Mavjud energetik va xom-ashyo resurslarini tejab va iqtisod qilib foydalanmay O'zbekistonning iqtisodiyotini rivojlantirishning imkoniyati yo'q. Bugungi kunda bu eng muhim faoliyat sohasi, ishlab chiqarish raqobatbardoshligini oshirishning resursi, iqtisodiyotimizning xalqaro bozorga integrallashuvining usulidir [2].

Hozirgi paytda O'zbekistonning iqtisodiyotiga zamonaviy xorijiy import texnika va texnologiyalari tadbqiq qilinmoqda, ularni yevropa standartlari talablariga muvofiq elektroenergiya (EE) bilan ta'minlash zarur. Aks holda bu texnika kutilayotgan sifat va unumdorlikni ta'minlamasligi mumkin [2, 3, 27, 47].

Sanoatni rivojlantirishning eng samarali yo'li – energetik va texnologik uskunalarni modernizatsiya qilish orqali energosamarali ishlab chiqarishga o'tishdir. So'nggi yillarda texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish (TJ AB) ning metodlarini va vositalarini takomillashtirish bo'yicha katta ishlar amalga oshirilgan. Elektrotexnik majmua va tizimlarni (ETMvaT) avtomatik boshqarishning iqtisodiy-matematik metodlariga, hisoblash texnikasining, axborot uzatish va aks ettirishning zamonaviy vositalariga tayanadigan avtomatik boshqarish tizimlari (ETM va T ABT) yaratilgan va rivojlantirilmoqda [23-27]. Yuqori unumdorlikka ega personal EHM (PEHM) larning tadbqiq qilinishi, ham elektroenergetik tizim (EET) da, ham iste'molchilarning elektr uskunolari ya'ni ETM vaT da, real vaqtda boshqarish tizimlari (SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition – BM YQT – Boshqarish va ma'lumotlarga yo'l qo'yish tizimi) ning keng tarqalishiga turtki berdi. EHM BM YQT ning, lokal tarmoqdagi PEHM amalga oshiradigan dialogni tashkil qilishdan tashqari, barcha funksiyalarini bajaradi. Raqamli hisoblash texnikasi avtomatlashtirishning, boshqarish tizimlarida tobora keng qo'llanayotgan, qayta ishlanadigan kattaliklarning raqamli ifodasidan foydalanadigan eng yangi vositalarini yaratish imkonini berdi. Analog/ diskret va raqamli ko'rinishda ifodalangan parametrlarni o'zaro bog'lash uchun obyektlar bilan aloqa qilish qurilmasi (OAQQ), (ruscha – УСО – устройство связи с объектами) dan foydalaniladi. Shunday qilib, OAQQ har qanday boshqarish tizimlarining, jumladan raqamli qurilmalardan foydalanadigan (sanoat kompyuterlari, hisoblash tarmoqlari va h.k.), ajralmas qismi bo'lib qoldi [51,61].

Sanoat kompyuterlari (SK) tizimda raqamli axborotni OAQQ dan qabul qiladigan va boshqarish signallarini ishlab chiqaradigan boshqaruvchi element

rolini bajaradi. SK va OAAQ orasida aloqa o'rnatish uchun istalgan raqamli interfeys (RI), shu jumladan RS-232, RS-422, RS-485 va boshqalardan foydalaniladi [23-27,28, 35,36].

So'ngi paytlargacha TJ ABT da kontrollerlarning rolini asosan, xorijda ishlab chiqarilayotgan, dasturlanadigan mantiqiy kontrollerlar – DMK (PLC – Programmable Logic Controller, ruscha ПЛК – программируемые логические контроллеры) bajaradi. Dunyo mamlakatlarida PLC Allen-Braidly, Siemens, ABB, Modicon va boshqa kontrollerlar keng ommalashgan.

Miniatyur PC – joylashtiriladigan (ruscha PC – совместимые) kompyuterlarni ishlab chiqarish gurkirab rivojlanishi bilan ulardan kontrollerlar sifatida foydalanish boshlandi.

PC-kontrollerlarning birinchi va bosh afzalligi ularning, TJ ABT da turli firmalarning uskunalarini qo'llashga imkon beradigan, ochiqligi bilan bog'liqdir. Endilikda foydalanuvchi aniq bir ishlab chiqaruvchi bilan bog'lanib qolgan emas. PC-kontrollerlarning ikkinchi muhim afzalligi ularning yuqori sath kompyuterlari bilan tobora «turdoshlik» aloqalaridir. Natijada xodimlarni tayyorlashga qo'shimcha xarajatlar talab qilinmaydi.

Uchinchi afzalligi – yanada yuqori ishonchlilik [27,41,61]. Odatda kontrollerlarning fizik va dasturiy ishonchliliklari farqlanadi. Fizik ishonchlilik deganda apparaturaning sanoat tseklaridagi atrof-muhit sharoitida o'z funksiyalarini barqaror bajarishi va uning zararli ta'siriga qarshi tura olish qobiliyati tushuniladi. Dasturiy ishonchlilik dasturiy ta'minot (DT) ning, berilgan vaqtda aks ta'sir (reaksiya)ni talab qiladigan, o'z funksiyalarini barqaror bajarish qobiliyati tushuniladi. Dasturiy ishonchlilik birinchi navbatda DT ning sozlanganlik darajasi bilan aniqlanadi. Ko'pchilik PC-kontrollerlarda keng tarqalgan va yaxshi sozlangan tijoriy operasion tizimlar (Windows, Unix, Linux, QNX va boshq.) dan foydalanilganligi tufayli dasturiy ishonchlilik DMK ga nisbatan yuqori bo'lishini kutish mumkin.

Mamlakatimizda oldin nashr qilingan adabiyotlarda avtomatlashtirishning, yuqorida aytib o'tilgan, yangi texnik vositalari bo'yicha ma'lumotlar deyarli yo'q. Ko'p yillar bu masalalarga oid texnik adabiyotlar yetarlicha sonda nashr qilinmaypti, eski adabiyotlar ETM va T ga qo'yilayotgan yangi talablar ma'nosida ma'lum darajada eskirgan va sotuvda mavjud emas.

Taklif qilinayotgan monografiya – bu mualliflarning eski ma'lumotlarni, hozirgi sharoitlarda qanday saqlangan bo'lsa shundayligicha qoldirib, shuningdek avtomatik boshqarish vositalariga zamonaviy talablarni ham, umumlashtirish borasidagi intilishlaridir.

Sanab o'tilgan yangi texnik tizimlarning bajarilish tamoyili ularni zamonaviy (raqamli) mikroprotsessorli yaratish asosida bayon qilingan. Bu maqsadda (raqamli) mikroprotsessorli qurilmalarga bag'ishlangan hozirgi vaqtda xorijda nashr qilingan yangi adabiyotlardan, shuningdek zamonaviy

mikroprotessorli apparatlarni ishlab chiqarayotgan firmalarning texnik axborotlaridan keng foydalanildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati mazkur ishning oxirida keltirilgan.

INTRODUCTION

One of the cores priority areas of our economy is «... realization of measures on electric power industry modernization, reduction of power consumption and introduction of effective system of power savings» [1].

Development of economy of Uzbekistan is impossible without cautious and economical use available power and a source of raw materials. For today this is major field of activity, a resource of increase of competitiveness of manufacture, a way of integration of economy in the international market [2].

Now the modern import technics takes root into republic Uzbekistan economy and technologies with which it is necessary to provide with the electric power according to requirements of the European standards. Otherwise this technics cannot provide expected quality and productivity [2, 3, and 47].

The most effective way of development of the industry is transition to power effective manufacture with modernization power and the process equipment. Last years the big work on perfection of methods and automatic control technological process is done. Control of information systems by electro technical complexes and systems, based on economic-mathematical methods, modern computer aids, transfer and display of the information [23-27] are created and develop. Application of calculation machines, which has high productivity, has impulse distribution of control systems of real time (SCADA-Supervisory Control And Data Acquisition) a control system and access to the data) both in power system (PS) and in electrical installations, i.e. in Control of information systems by electro technical complexes and systems of consumers.

Calculation machines carry out all functions of SCADA, except for the organization of dialog which is carried out on application of calculation machines at a local network. Digital Calculate technician has allowed creating the newest means of automation which find the increasing application in the control systems, using digital representation of processed sizes. To connect among themselves the parameters presented in analog/discrete and a digital form, communication devices with objects are used. Thus, communication devices with objects are an integral part of any control system, including using digital devices (industrial computers, computer networks etc.) [50, 60].

The industrial computer (IC) in system plays a role of the operating element accepting the digital information from communication devices with objects and operating signals. For communication between it and communication devices with objects any of digital interfaces which number concern RS-232, RS-422, RS-485 and other [23-27, 28, 34, 35, 37] are used.

Until recently a role of controllers in Control of information systems by electro technical complexes and systems basically executed PLC (Programmable Logic Controller) of foreign manufacture. Most popular in manufacture of countries of world are PLC Allen-Brairdly, Siemens, ABB, Modicon, etc.

In connection with rapid growth of manufacture of tiny PC-compatible computers the last even more often began to use as controllers.

The first and main advantage of PC-controllers is connected with their openness, allow applying in the control information system the equipment of different firms. Now the user is not adhered to the concrete manufacturer.

Their second important advantage consists in more "related" communications with top level computers. Additional expenses for personnel preparation as a result are not required.

The third advantage is higher reliability [27, 41, 61]. Usually distinguish physical and program reliability of controllers. As physical reliability understand ability of equipment steadily to function in the conditions of environment of industrial shop and to resist to its harmful influence. The program is understood as ability of the software (ON) steady to function in the situations demanding reaction during set time. Program reliability is defined first of all by degree smooth run. As in the majority of PC-controllers the commercial widespread and well debugged operating systems (Windows, Unix, Linux, QNX, etc.) it is necessary to expect are used that program reliability will be above, than at PLC.

In our country in earlier published literature materials on re numerical new means of automated control almost is absent. Already many years the technical literature on these questions is not issued in enough, and the old literature in what that degrees has become outdated regarding new requirements shown to equipment, and simply is absent in the market.

The offered monographs an attempt of authors to generalize and the old data in that part in which they have remained in current conditions, but also modern requirements to automatic control means.

Principles of performance of the listed new technical systems it is stated on the basis of performance of their devices on modern (digital) microprocessor base. For work the new literature let out now abroad devoted (digital) microprocessor devices, and also the technical information of firms of manufacturers of modern microprocessor equipment was widely used.

The list of the used literatures is shown in the end of the book.

I-BOB. RAQAMLI VA MIKROPROTSESSORLI QURILMALARNING ELEMENTLARI

1.1. Mantiqiy elementlar

Raqamli hisoblash mashinalarida, avtomatika va axborotni qayta ishlash qurilmalarida mantiqiy operatsiyalarni amalga oshiruvchi qurilmalardan foydalaniladi [9, 10, 20, 27, 31, 34, 39].

Mantiqiy operatsiya – kirish axborotini mantiq algebrasi (yoki bul algebrasi) qoidalari bo'yicha chiqish axborotiga o'zgartirishdir.

Funksional jihatdan oddiy mantiqiy qurilma, kirish signallari ustida bitta ma'lum operatsiyani bajaruvchi, *mantiqiy element* deyiladi.

Mantiq algebrasida u yoki bu mantiqiy operatsiya to'g'risidagi mulohazalar yoki mushohadalarning haqiqatligi 1 belgisi bilan, yolg'onligi – 0 bilan belgilanadi. Shunday qilib, mantiq algebrasida mantiqiy o'zgaruvchilar faqat ikki: bir va nol qiymatga ega bo'lishi mumkin. Ularni *ikkilik o'zgaruvchilar* deyiladi. Mantiq algebrasini elektron elementlarda amalga oshirish uchun, bu elementlar parametrlarining qiymatlarini mantiq algebrasining tili (0 yoki 1) ga o'tkazish zarur. Parametrlarning qiymatlarini *kuchlanish sathi* yoki *impulslar quvlari* bilan berish mumkin.

Agar signallar yuqori (musbat yoki manfiy qutbli) va past (nol ga yaqin) kuchlanish sathlari ko'rinishida berilsa, signalni berishning bu usuli *potensialli usul* deyiladi. Agar kuchlanishning yuqori sathi U^1 ga «bir» qiymat, past sathiga esa U^0 – «nol» qiymat belgilansa, mantiq *musbat (pozitiv)*, aks holda – *manfiy (negativ)* deyiladi. Bir va nol sathlarning farqini *mantiqiy tushish (ruscha – perepad)* $i_m = U^1 - U^0$ deyiladi. U ancha yuqori qiymatli bo'lishi lozim, aks holda bir sathni boshqa sathdan ajratish imkoni bo'lmay qoladi.

Agar signallar impuls shaklida berilsa, signalni berishning bu usuli *impulsli usul* deyiladi. Bu holda *mantiqiy birga* impulsning mavjudligi, *mantiqiy nolga* – impulsning mavjudmasligi mos keladi (musbat mantiq). Signallar, 1 (yoki 0) ga mos keluvchi, kirish va chiqishda har xil bo'lishi mumkin. Potensial mantiqiy elementlar, ularni integral mikrosxemalar texnologiyalari bo'yicha tayyorlash mumkinligi uchun keng tarqalgandir.

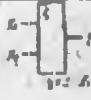
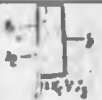
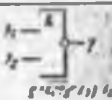
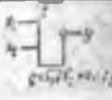
Elementar mantiqiy operatsiyalar va mantiqiy elementlarning turlari.

Mantiqiy elementlar tizimi, ular negizida har qanday inurakkablikdagi mantiqiy sxemani qurish mumkin bo'lgan, *funksional to'liq* deyiladi. Asosiy va eng soddada mantiqiy elementlar, inkor operatsiyasini (NE), konyunksiya (I), disyunksiya (II) operatsiyalarini bajaruvchi elementlardir. Ular funksional to'liq tizimni tashkil qiladi va *minimal bazis tizimi* dir. Bu operatsiyalar va mantiqiy elementlarning har biri boshqacha nomga ham ega (1.1-jadv.). Ushbu jadvalda mantiqiy elementlarning nomlari, mazkur operatsiyaning belgilanishi berilgan, operatsiyaning yozuvi qanday o'qilishi, funksional sxemalarda mantiqiy elementlarning qanday belgilanishi, shuningdek ikkita kirish va bitta chiqish

mavjud bo'lgan hol uchun haqiqiylik jadvali (таблица истинности) ko'rsatilgan. Haqiqiylik jadvali operatsiyaning bajarilish qoidasini o'ziga mujassam qilgan. Uning har bir qatorida kirishlar (x_1, x_2) da signallarning holati chiqish (u)dagi mantiqiy operatsiyaning natijasi yoziladi. Umumiy holda mantiqiy element p kirish va p chiqishlarga ega bo'lishi mumkin [9,10, 20, 27, 39].

Funksional to'liq tizimni I – NE, ILI – NE mantiqiy operatsiyalarni bajaradigan *tarkibiy (kombinatsiyalangan)* mantiqiy elementlar, ta'minlashi mumkin. 1.1-jadvalda ularning nomlari, belgilanishlari ham ko'rsatilgan [9,10, 27, 31, 39].

Mantiqiy operatsiyalar va mantiqiy elementlarning turlari. 1.1-jadval.

Mantiqiy operatsiyaning nomi	Mantiqiy operatsiyalar ning belgilanishi	Qanday o'qilishi	Haqiqiylik jadvali					Operatsiya-ni bajaruvchi mantiqiy element-ni nomi	Mantiqiy elementnig funksional sxemalarda belgilanishi
			x_1, x_2	0	0	1	1		
			x_2	0	1	0	1		
Mantiqiy HE; mantiqiy inkor; inversiya	$\bar{x}$ $\neg x$	x emas	x	0	1			Invertor	
			$\bar{x}$	1	0				
Konyunksiya; mantiqiy ko'paytirish; mantiqiy И	$x_1 \cdot x_2$; $x_1 \cdot x_2$; $x_1 \wedge x_2$ $x_1 \& x_2$	x_1 va x_2	$x_1 \cdot x_2$	0	0	0	1	Konyunktor	
Dizyunksiya; mantiqiy qo'shish; mantiqiy ИЛИ	$x_1 \vee x_2$; $x_1 + x_2$	x_1 yoki x_2	$x_1 \vee x_2$	0	1	1	1	Dizyunktor	
Mantiqiy И – HE; Sheffer shtrixi; kon'yunksiya-ni inkori	$x_1 x_2$	x_1 va x_2 joylash-tirilmay-digan	$x_1 x_2$	1	1	1	0	Sheffer elementi; И – HE elementi	
Mantiqiy ИЛИ – HE; Pirs strelkasi;	$x_1 \downarrow x_2$	x_1 ham, x_2 ham emas	$x_1 \downarrow x_2$	1	0	0	0	Pirs elementi; ИЛИ – HE elementi	

Vebba funk- siyasi, di- zyunksiyaning inkori									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Mantiqiy elementlar ham diskret asboblarda, ham integral texnologiya metodlari bilan bajariladi. Integral mikrosxemalarning ko'pchilik rusumlari uchun И – HE yoki ИЛИ – HE mantiqiy elementlar bazis tizim hisoblanadi. Ularni alohida mikrominiatur qurilmalar ko'rinishida germetik korpusda ishlab chiqiladi.

Triggerlar integral bajarilishda

Integral texnologiyalar va mantiq algebrasining metodlaridan foydalanish mantiqiy elementlar bazisida boshqarish zanjirlarining tuzilishi va ish rejimlari bo'yicha farq qiladigan ko'p sonli turli triggerlarni yaratish imkonini berdi [27, 34, 39]. Trigger boshqarish zanjirlari va eslab qoluvchi qurilmalaridan tuzilgan va bitta, ikkita (yoki undan ortiq) kirish va chiqishdan iborat. Kirishlarning har biri berilgan kirishning belgilanishida aks etadigan (R, S, K, D va h.k.) ma'lum funksional qo'llanish maqsadiga ega. Kirish (informasion) signallar keladigan boshqarish zanjirlari ularni eslab qolish va sanash uchun signallarga o'zgartiradi.

Esab qoluvchi qurilmalar har bittasida bir vaqtda istalgan uzoq vaqt davomida saqlanib turadigan ikkita signal – biri mantiqiy 1 ga, ikkinchisi – mantiqiy 0 ga mos keladigan, ikkita yelkalardan tuzilgan. Triggerning Q chiqishi, dastlabki holatda undan yuqori potensial olinadi, odatda *to'g'ri*, boshqasi – *invers* ($\bar{Q}$ bilan belgilanadi) chiqish deyiladi.

Bajaradigan funksiyalariga bog'liq holda triggerlarni *ajratib ishga tushiriladigan* (RS -trigger), *sanab ishga tushiri ladigan* (T -trigger), *ushlab turish elementlari bilan yoki boshqarish zanjirlarida mantiqiy ulab –uzgich sxemali* (D -trigger), *universal* (JX -triggerlar) turlariga ajratilib, ularning bazasida triggerlarning qolgan turlari hosil qilinishi mumkin.

Axborotni yozish usulib o'yicha barcha triggerlar *asinxron* – axborot bevosita kirish signali yetib kelganda yoziladigan, va *taklantiriluvchi* (*sinxron*) – kirish axborotini faqat ruxsat beruvchi taktlovchi impuls yetib kelganda yozadigan turlarga bo'linadi.

Triggerlarning nomlari kirishlarning turlaridan tuziladi. Sinxron triggerlar *statik* va *dinamik* kirishli bo'ladi. *Dinamik* deb, berilgan signallar satxlarining ta'siri triggerning mos uzib ulanishidan keyin to'xtatiladigan kirishga aytiladi. Triggerlarning ba'zi turlarining tuzilishiga misollarni ИЛИ – HE, yoki И – HE mantiqiy elementlar bazasida qarab chiqamiz [8-10,20,27,31,39].

RS-trigger. R va S harflari quyidagilarni bildiradi: R – uskunaning 0 holatdagi ajratilgan kirishi, S – uskunaning 1 holatdagi ajratilgan kirishi.

Rasmlarda mantiqiy nol va bir lar qo'shtirnoq ichida: «0», «1» raqamlar bilan belgilangan.

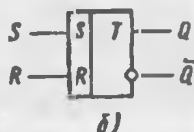
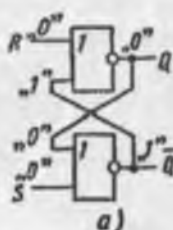
Asinxron *RS* – triggerning sxemasi ikkita mantiqiy *ИИИ* – HE elementlarda 1.1,а -rasmda, 1.1,б-rasmda esa uning sxemalardagi shartli belgisi ko'rsatilgan. Trigger ikkita *R* va *S* to'g'ri kirishlar, hamda ikkita: to'g'ri *Q* va invers *Q* chiqishlarga ega. Har bir *ИИИ* – HE element chiqishining boshqa element kirishi bilan chorraxaviy aloqasi sxemaga ikkita barqaror holatni ta'minlaydi. Faraz qilaylik, *R* va *S* kirishlarda triggerning holatiga ta'sir qilmaydigan mantiqiy 0 satxlar ta'sir qilsin. Aniqlik uchun, *Q* triggerning to'g'ri chiqishida mantiqiy 0 satx o'rnatilgan, deb qabul qilamiz. Bu signal *S* kirishning 0 satxi bilan birgalikda triggerning invers *Q* chiqishida mantiqiy 1 satxni hosil qiladi. Mantiqiy 1 satx, o'z navbatida, *R* kirishdagi 0 bilan birgalikda *Q* to'g'ri chiqishida mantiqiy 0 sathni shakllantiradi. Triggerning bu barqaror holatini *to'g'ri kirishdagi sath bo'yicha nolinch*i deb ataladi.

Triggerni kirishlarning biriga mantiqiy 1 signalni berish bilan uzib ulanadi, *R* kirishga 1 sathni, *S* kirishga esa 0 sathni berilganda invers chiqishda signal $\bar{Q}=0$ o'rnatiladi va, triggerni $Q=1$ ga mos keluvchi 1 holatga o'tkazadi. Shunga o'xshash *S* kirishga mantiqiy birsathni berganda triggerning uzib ulanishi sodir bo'ladi.

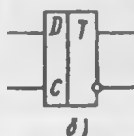
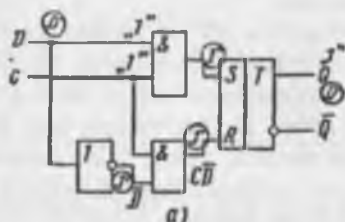
RS-trigger uchun kirish signallarining ta'qiqlovchi kombinatsiyasi mavjud. Trigger bir vaqtda *R* va *S* kirishlarga mantiqiysath 1ni berilganda xususiyatini yo'qotadi (uning holati noaniq bo'lib qoladi). Agar yopuvchi impulslar bir vaqtda ta'sir qilsa, trigger vaqtincha simmetrik holatga o'tib qoladi, bu holatdan chiqishi ikkala barqaror holatlarining har birida ham teng ehtimollidir. Shunday qilib ma'lum bo'ladiki, natija bir xil, yo'l qo'yib bo'lmaydi.

ИИИ – HE elementlar 1.1,а-rasmda *И* – HE elementlar bilan almashtirilishi mumkin. Triggerning xususiyati bunda saqlanib qoladi, ammo uni boshqarish mantiqiy 0 sathlar bilan amalaga oshirilishi lozim. Bunday triggerni *invers kirishli RS-trigger* deb qarash mumkin. Yanada murakkabroq *D*-, *T*- va *JK*- turdagi triggerlarni bitta yoki ikkita *RS-trigger*lar bazasida ularning boshqarish zanjirida *ushlab turish elementlari bilan* yoki boshqarish zanjirlarida *mantiqiy ulab –uzgichli sxema* lardan foydalanib bajarish mumkin. *Ushlab turish elementlarini* integral bajarish qiyinligi tufayli boshqarish zanjirlarida *mantiqiy ulab –uzgich sxemali* triggerlar eng ko'p tarqalgan [9,10, 27, 31, 38].

D mpuzzep. Sinxron *D*-triggerning sxemasi 1.2, а-rasmda, 1.2,б-rasmda uning sxemalarda shartli belgilanishi keltirilgan. *D*-trigger bitta informatsion *D* kirishga, triggerni ushbu kirishdagi mantiqiysathga mos holatga o'rnatuvchi, ega. *C* kirish ijrochi boshqaruvchi bo'lib u kirishga sinxronlovchi signal berish uchun xizmat qiladi.



1.1-rasm. Asinxron RS-trigger-ning ikkita mantiqiy ИЛН – HE elementlardagi sxemasi –a) va uning sxemalarda shartli belgilanishi –b).



c)

D	C	Q
0	0	0
1	1	1

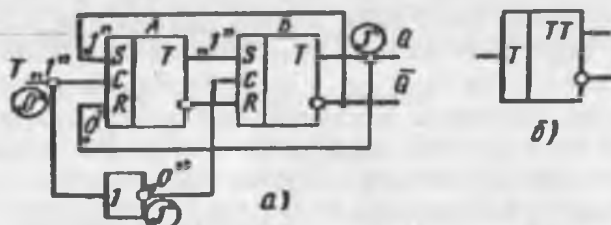
1.2-rasm. Sinxron D-trigger ning sxemasi –a), uning sxemalarda belgilanishi –b) va haqiqiylik jadvali –c).

Agar $C = 0$ bo'lsa, trigger oldin o'atilgan holatni saqlab qoladi. D-trigger asinxron RS-triggerdan va kirishlardagi mantiqiy uzib-ulash (bitta HE element va ikkita И elementlardan) qurilmalardan tuzilgan. 1.2, c –rasmda, triggerning o'z funksiyasini bajarishini aniqlovchi, haqiqiylik jadvali berilgan. Jadvaldan ko'rinadiki, $S=1$ da trigger D kirishdagi mantiqiysath bilan aniqlanadigan holatga o'atiladi (1.1- va 1.3-rasmlar sxemalaridagi mantiqiy elementlarning holatini tahlil qilishda kirish va chiqishlarning holati bir rejim uchun aylana bilan, boshqa rejim uchun aylanasiz belgilangan).

$C = 0$ da RS-triggerlarning kirishlari uchun I elementlarning chiqishlarida 0 sathlar hosil bo'ladi. $C = 1$ da kirish $D=1$ va RS-triggerning S kirishida sath 1 bo'ladi, agar kirish $D=0$ bo'lsa, sath RS-triggerning R kirishida bo'ladi. Mos holda, D-trigger axborotni D kirishdan $C = 1$ da qabul qiladi, va uni $C = 0$ bo'lgunga qadar ushlab turishi mumkin.

T-trigger. [9, 10, 27, 31, 38]. T harfi triggerda hisoblagichli kirish mavjudligini bildiradi. T-triggerning sxemalaridan birining tuzilishi va uning shartli belgilanishi 1.3, a, b –rasmlarda mos holda keltirilgan. Trigger ikkita (A va B), sinxronlovchi C kirishlar va bitta hisoblagichli kirish T ga ega bo'lgan sinxron RS-triggerlardan tuzilgan, A triggerning C kirishi sinxronlovchi bo'lib xizmat qiladi, shuningdek inverter (NE) ga ega va bu inverter orqali, taktlovchi impuls B triggerga beriladi. A trigger boshqaruvchi, B trigger – boshqariluvchi deyiladi.

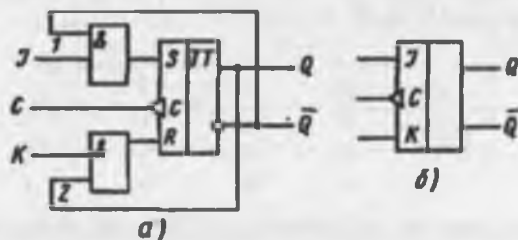
T-triggerda chorrahaviy: *B* triggerning *Q* chiqishidan *A* triggerning *R* kirishiga va *B* triggerning *Q* chiqishidan *A* triggerning *C* kirishiga teskari aloqa amalga oshirilgan. *T* kirishga 1sath yetib kelishi *A* triggerni oldingisiga teskari holatga o'tkazishni ta'minlaydi. Aga $T = 0$ va $Q = 0$, $\bar{Q} = 1$ bo'lsa, invertorning chiqishida signalning birlik sathi signallarni birinchi *A* triggerning chiqishidan ikkinchi *B* triggerga yozilishini ta'minlagani uchun, *A* triggerning chiqishlarida sathlar xuddi shunaqa bo'ladi. Bunda *A* triggerning *C* kirishida 1, *R* kirishida – 0 bo'ladi. *T* kirishga 1signalning berilishi *B* triggerni *A* triggerdan uzadi va unga *C* kirishga 1 va *R* kirishga 0 signallar yozilishini ta'minlaydi.



1.3-rasm. *T*-trigger sxemasining tuzilishi -a) va uning shartli belgisi -b).

Kirish sathining $T = 0$ ga o'zgarishi *A* trigger kirishlarining o'chirilishiga va uning chiqishlaridan signallarning *B* triggerga yozilishiga olib keladi, *B* trigger $Q = 1$, $\bar{Q} = 0$, ya'ni oldingisiga teskari holatga o'tadi.

***JK-trigger*.** Bu eng universal trigger. Bunaqa triggerning 1.4, a-, b - rasmlarda mos holda tuzilish sxemasi va shartli belgilanishi keltirilgan. *J* va *K* kirishlar holatni belgilaydi: *J*-trigger 1 holatga, *K*-0 holatga o'tadi. Bu kirishlar *RS* triggerdagi *R* va *S* kirishlarga o'xshash. *JK*-trigger *C* (ijrochi sinxronlovchi) kirishga ega, shuning uchun u sinxron trigger, ya'ni uning chiqish sathlari faqat *C* taktlovchi impulslar yetib kelganda o'rnatiladi [9, 10, 27, 31, 38].



1.4-rasm. *JK*-trigger variantlaridan birining tuzilish sxemasi -a) va uning shartli belgilanishi -b).

R va *S* kirishlar chiqishlar bilan chorahaviy aloqalarda kirishlaridan biriga boshqaruvchi *J* va *K* sathdar beriladigan ikkita *JK* sxemalar orqali bog'langan.

JK-triggerda J va K kirishlarga bir xil signallar (RS-triggerlardan farqli ravishda) berishga yo'l qo'yilgan. Agar J va K kirishlarga bir signallar ($J=1$ va $K=1$) berilgan bo'lsa, II sxemalar 1 va 2 kirishlarga berilgan sathlar uchun takrorlagichlarga aylanadi. Bu holda JK-trigger T-trigger kabi ishlaydi. J va K kirishlardagi qolgan boshqacha signallarda JK-trigger RS-trigger kabi ishlaydi, chunonchi J kirish S kirishga, K kirish R kirishga mos keladi [10,20,27,31,38].

Hisoblagichlar

Hisoblagich deb, o'zining kirishlariga yetib kelayotgan, impuls larni hisoblashni amalga oshiradigan raqamli qurilmaga aytiladi [27,31,34,38]. Sonlar hisoblagichda ikkilik sanoq tizimida, hisoblagichning razryadlarini hosil qiladigan, triggerlar kombinatsiyalarining holatlari ko'rinishida tasvirlanadi. Funktsional belgilari bo'yicha hisoblagichlar *qo'shuvchi* impuls lar ketma-ketligi ko'rinishida tasvirlangan sonlar oldin yozilgan son bilan qo'shiladi; *ayiruvchi* kirish impuls lari dastlabki sondan ayiriladi va *reversiv* kirish signallarining ishorasiga qarab yuqorida ko'rsatilgan operatsiyalardan birini bajaruvchi, turlarga bo'linadi

Razryadlar orasidagi zanjirlarning aloqalari sxemalariga qarab *bevosita aloqali*, *ko'chirish zanjirlari bo'lgan* va *kombinatsiyalangan* hisoblagichlar farq qilinadi.

Signallar berish tamoyili bo'yicha *ketma-ket*, *parallel* va *aralash* hisoblagichlar bo'ladi. Hisoblagichlar hisoblash triggerlarida (masalan, T-yoki JK-turdagi) bajariladi [8,10,20,27,31,34,38].

Qo'shuvchi ikkilamchi hisoblagichlar. Bunday hisoblagichlarda kirishga navbatdagi impulsning yetib kelishi hisoblagichlardagi saqlanayotgan sonlarning bitta birlikka oshishini beradi. Bu holda hisoblagichda oldingi qiymatni bir bilan qo'shishdan hosil bo'ladigan son o'rnatiladi. Qo'shish ikkilamchi sanoq tizimida bajariladi. Qo'shish jarayonini mantiqiy ifodalar yordamida yozish mumkin. Hisoblagich i - razryadining amal qilishini haqiqiylik jadvali bilan tasvirlash mumkin (1.2- jadval) [9,10,27, 31,38].

1.2- jadval

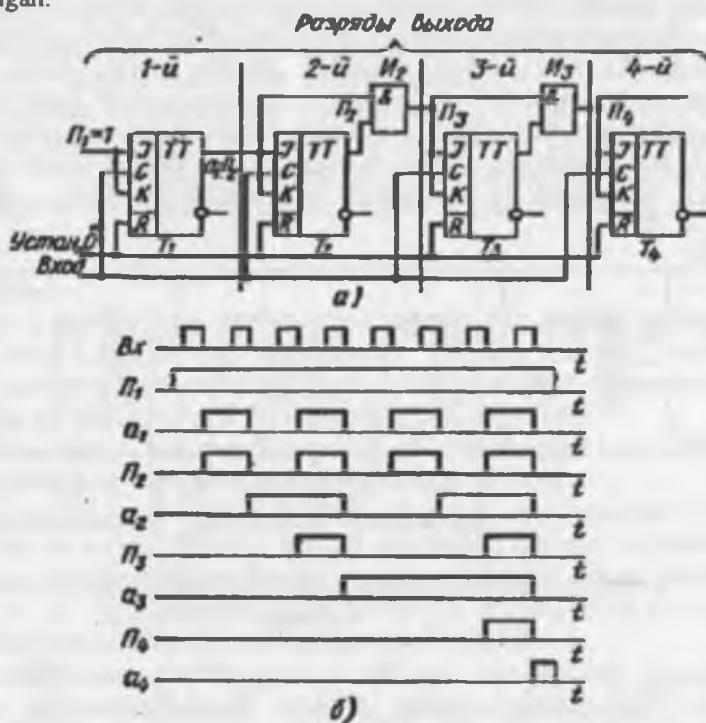
a_i	0	0	1	1
Π_i	0	1	0	1
b_i	0	1	0	1
Π_{i+1}	0	0	0	1

Bu yerda a_i – sonning qo'shishgacha bo'lgan razryadlarining raqamlari; b_i – sonning bir bilan qo'shishdan hosil bo'lgan razryadlarining raqamlari; Π_i – hisoblagichning $(i-1)$ - razryadida shakllanadigan va i - razryadga uzatiladigan ko'chirishning qiymati; Π_{i+1} – $(i+1)$ - razryadga uzatiladigan ko'chirish; $\Pi_{i+1}=a_i \cdot \Pi_i$.

Haqiqiylik jadvalidan, i - razryadda o'rnatilgan $b_i = a_i \cdot \Pi_i \vee \bar{a}_i \cdot \Pi_i$, qiymat a_i , qiymat saqlanayotgan i - razryadli triggerning hisoblagich kirishiga Π_i ni

ko'chirish yo'li bilan olinishi mumkin ; hisoblagich kirishiga mantiqiy bir yetib keldi, hisoblagichning birinchi razryadiga beriladigan ko'chirish $\Pi_1 = 1$; $\Pi_{i+1} = \Pi_i = a_i$ [9,10,27, 31,38].

Keltirilgan mantiqiy ifodalarni 1.5,a- rasmdagi to'rt razryadli hisoblagichning sxemasi bajaradi. Razryadlarning J va K triggerlarining informasion, razryadlarga yetib keladigan ko'chirishlar beriladigan, kirishlari hisoblagich kirishini hosil qilib birlashtirilgan. Hisoblanishi lozim bo'lgan impulslar triggerlarning sinxronlash kirishlariga beriladi. Agar hisoblagich triggerning kirishiga mantiqiy 1ga teng ko'chirish yetib kelsa, kirish impulsi triggerni yangi holatga o'tkazadi. Aks holda triggerda oldingi holat saqlanib qoladi. Ko'chirishlarni shakllantirish uchun mantiqiy H elementlardan foydalanilgan.



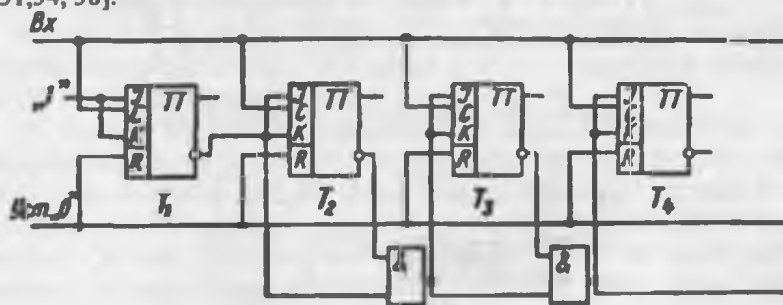
1.5- rasm. To'rt razryadli hisoblagichning sxemasi - a) va hisoblagich ishiniing vaqt bo'yicha diagrammasi - b).

Hisoblagichning barcha razryadlarining triggerlarini 0 holatga dastlabki o'rnatish uchun «nol» ni o'rnatish zanjiridan foydalaniladi.

1.5, 6-rasmda hisoblagich ishiniing vaqt bo'yicha diagrammasi tasvirlangan. Kirish impulsining o'sishida trigger uning informatsion

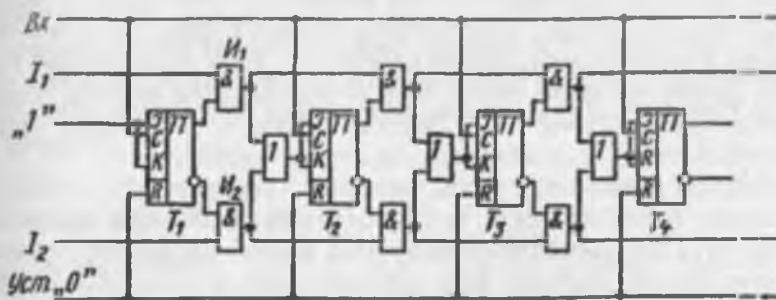
kirishlariga berilgan ko'chirishning qiymatini qabul qiladi, keyin kirish impulsining pasayishida triggering chiqishida yangi qiymat o'rnatiladi. Har bir kirish impulsi bilan hisoblagichdagi son bir ga oshadi. Sonlarning bunaqa o'sishi (2^n-1) - kirish impulsidan keyin ikkilamchi $(11...1)_2$ son o'rnatilmaguncha davom qilaveradi. Keyinchalik 2^n - impuls kelishi bilan hisoblagichda dastlabki 00...0 holat o'rnatiladi, bundan keyin hisoblash yangidan boshlanadi.

Ayiruvchi hisoblagich. Ayiruvchi hisoblagichda kirishga navbatdagi mantiqiy bir (navbatdagi impuls)ning yetib kelishi hisoblagichda saqlanayotgan sonning birga kamayishini chaqiradi. Bu hisoblagich qo'shuvchi hisoblagichdan shu bilan farq qiladiki, har bir navbatdagi triggerlarning hisoblagich kirishlari oldingi triggering to'g'ri chiqishiga emas, balki invers $\bar{O}$ chiqishiga ulangan. Bundan tashqari, dastlabki holatda barcha razryadlar (yoki ularning bir qismi) nollar bilan emas, balki kamayadigan sonning birliklar bilan to'ldiriladi. Kirishga, oldingi o'rnatilgan sondan ayirish kerak bo'lgan, impulslar yetib kelishi bilan, triggerlar birinchidan boshlab ketma-ket ishga tushadi va bu sonni kamaytiradi. 1.6-rasmda ko'chirishlarni ketma-ket uzatishli ayiruvchi hisoblagichning sxemasi tasvirlangan. Qo'shuvchi hisoblagich kabi, ayiruvchi hisoblagich 2^n impulsarga teng tsikllik ish davriga ega [9,10, 27,31,34, 38].



1.6-rasm. Ko'chirishlarni ketma-ket uzatishli ayiruvchi hisoblagichning sxemasi.

Reversiv hisoblagich. Reversiv hisoblagich (1.7-rasm) ham qo'shish rejimida, ham ayirish rejimida ishlaydi. Uning tuzilmasida, mantiqiy elementlardan tashkil topgan, boshqarish bloki mavjud [9, 27, 31, 38].



1.7-rasm. Reversiv hisoblagichning sxemasi.

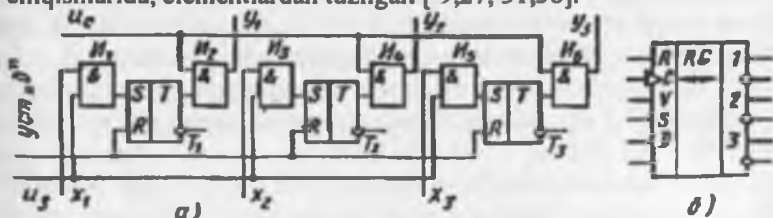
Hisoblagichning sxemasida ko'chirishlarning, qo'shuvchi va ayiruvchi hisoblagichlarning sxemalariga mos keluvchi, ikkita zanjirlari ko'zda tutilgan. Hisoblagich qo'shish rejimida boshqaruvchi signallar $I_1 = 1$ va $I_2 = 0$ bo'lganda ishlaydi, bu holda H_2 element yopiq bo'lganligi va, shunga muvofiq, ayirish rejimida ko'chirishlarni uzatish zanjiri o'chirilganligi uchun. Hisoblagich ayirish rejimida $I_1 = 0$ i $I_2 = 1$ bo'lganda, ya'ni H_1 element yopiq va shu tufayli qo'shish rejimida ko'chirishlarni uzatish zanjiri o'chirilganligi uchun, ishlaydi [9, 27, 31, 38].

Registrlar.

Registr – bu EHMning sonli kodlarni qabul qilish, saqlash va komanda bo'yicha berish uchun mo'ljallangan uzeldir. Registrlar, eng ko'p, axborotni tezkor qayta ishlash qurilmalarida qo'llanadi. Registr triggerli va mantiqiy elementlarning yig'ilmasini o'zida aks ettiradi [10, 20, 27, 31, 38].

Sonning registrga kiritishdagi tasvirlash shakliga (parallel yoki ketma-ket) qarab, registrlar *jamg'aruvchi* va *siljituvchi* turlarga bo'linadi.

Jamg'aruvchi (parallel) registrlar sonli axborotni faqat mogut qabul qilishi, eslab qolishi va berishi mumkin. Bunday registrlarning turkumiy sxemalaridan biri 1.8, a-rasmda ko'rsatilgan. Registr to'g'ri kirishli uchta trigger va oltita H element: H_1, H_3, H_5 triggerlarning kirishlarida va H_2, H_4, H_6 triggerlarning to'g'ri chiqishlarida, elementlardan tuzilgan [9, 27, 31, 38].



1.8-rasm. Jamg'aruvchi (parallel) registrning sxemasi - a) va uning shartli belgilanishi - b).

Triggerlarning *R*-kirishlari ularning dastlabki ycm «0» holatga o'rnatilish shinasiga ulangan (raqamli qurilmalarning shinalari keyingi paragrafda qarab chiqiladi). *H* elementlarning birinchi kirishlari (x_1 , x_2 va x_3) ga yozilishi lozim bo'lgan sonlarning kodlari yetib keladi. *H* elementlarning ikkinchi kirishlari impulsar generatorining u_3 shinasiga ulangan. Axborotni sanash kon'yunktorlarning y_1 , y_2 , y_3 chiqishlaridan amalga oshiriladi.

Siljituvchi (ketma-ket) registrni, agar parallel registring (1.8, *a*-rasm) yacheykalarini ketma-ket: katta razryadning chiqishini kichik razryadning kirishiga ya'ni oldingi yacheykaning o'ngdagi triggerining kollektorini keyingi triggerining hisoblagich kirishi bilan ulab hosil qilish mumkin (chunonchi, bu ulash impulsarlarni vaqt bo'yicha ushlab turish elementiga ega bo'lishi lozim).

Ushlab turish elementi yo induktivlik chulg'ami va kondensatorga ega zanjirdan yoki inertsialiy elektr o'tkazuvchanlikka ega materiallar (masalan, simob) asosidagi qurilmalar yordamida hosil qilinadi. Siljituvchi registring va uning yacheykalarining chiqishlari qo'llanishiga qarab hal qiluvchi bloklarga yoki texnologik obyektlarning elektr yuritmalarini boshqarish sxemalariga ulanadi. Agar berilgan chastota bilan x_1 kirishga, u_3 va u_4 shinalarga ishg'a tushiruvchi impulsar berilsa, registring yacheykalari birin-ketin teskarisiga ag'darilib, navbatma-navbat boshqarish zanjirlarini ulay boshlaydi. Registring shartli belgilanishi 1.8, *b*-rasmda keltirilgan. O'rta qismda *RG* harflari ostidagi bir- yoki ikkiyoqlama strelka registr bir yoki ikkala tomonga ham siljitishini bildiradi. To'g'ri burchakdan chapda kirish, o'ngda chiqish [9, 10, 20, 27, 31, 34, 38] zanjirlari ko'rsatilgan.

Shifratolar va deshifratolar

Elektr signallarining berilgan songa bir qiymatli mos keluvchi kombinatsiyasi sonning *kodi* deb ataladi. Kirish sonlarining raqamli kodlarini mantiqiy operatsiyalarni bajarish uchun signallarga o'zgartiruvchi qurilmaga *shifratol* (*kodlovchi*) deyiladi. Signallarning kodga qaytib o'zgartirilishini *deshifratol* (*kodsizlovchi*) amalga oshiradi.

Shifratol deshifratol bilan majmuada bir kodni boshqasiga (masalan, o'nlik sanash tizimini ikkilik sanash tizimiga va aksincha) o'zgartirish masalasini yechishga imkon beradi. Shifratolar va deshifratolar triggerlarning kombinatsiyalari va oddiy mantiqiy *H*, *ИЛИ*, *НЕ* elementlar va ularning kombinatsiyalari ko'rinishlarida bajariladi [9,10,20,27,31,34,38].

Shifratolur. 1.9, *a*-rasmda o'nlik sonning kodini ikkilik sonning kodiga o'zgartirish uchun shifratorning tamoyiliy sxemasi ko'rsatilgan, 1.9, *b*-rasmda uning shartli belgilanishi berilgan (kirishlar o'nlik raqamlar bilan, chiqishlar ikkilik kodlar ekvivalentlari bilan berilgan, simvol *CD* inglizcha *coder so'ziga mos keladi*) [27, 38].

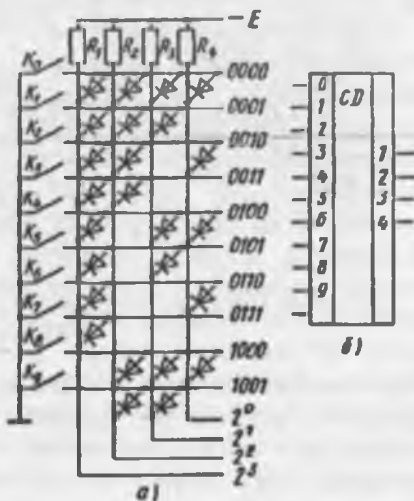
1.9-rasm. Shifratorning sxemasi:

a – tamoyiliy sxema,

b – uning shartli belgilanishi.

Shifratorning kirishlari – K_0 – K_9 – kalitlar o'nlik sonning birlik razryadlarining raqamlarini kiritish uchun xizmat qiladi.

Chiqishlar – bu vertikal, R_1 – R_4 rezistorlar orqali energiya manbai va korpus bilan birlashtirilgan, o'tkazgichlar. Har bir gorizontaal o'tkazgich (qatorlar) ning diodlari rezistorlar bilan birgalikda *H* elementini hosil qiladi.

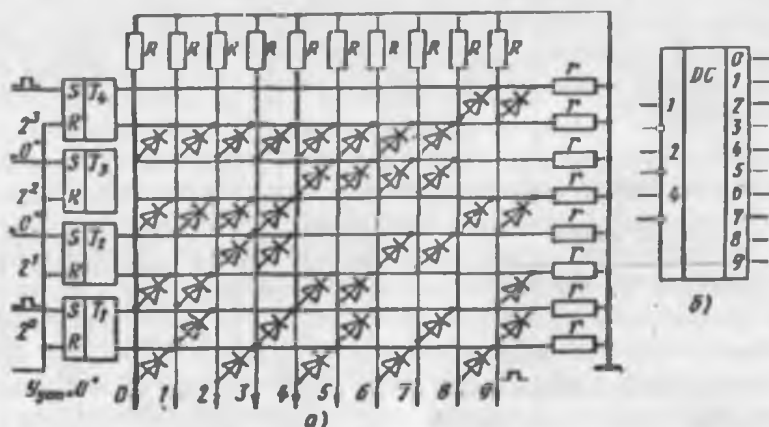


$$N = \sum_{n=0}^{n-1} 2^n \quad (1.1),$$

bu yerda: N – ikkilik son; n – sonning razryadi.

Ikkilik sonning kodi qo'shiluvchilarning yig'indisiga mos keluvchi elektr signallaridan shakllanadi. Ma'lum kalitni bosganda *H* element ikkilik sonning kodi bo'lgan elektr signalini shakllantiradi [9, 27, 31, 38].

Deshifratolur. EHMda axborot chiqarish qurilmalaridan ikkilik ekvivalentlarini o'nlik sonlarga o'zgartirishda qo'llaniladi. 1.10, *a*-rasmda ikkilik sonlarni *H* diodli elementlari bo'lgan matrisa ko'rinishidagi o'nlikka (*kodsizlovchi*) *deshifrat*orning tamoyiliy sxemasi ko'rsatilgan. Uning kirish (gorizontaal) shinalari triggerlarning to'g'ri va invers chiqishlariga ulangan, chiqish 0-9 (vertikal) shinalari raqamni terish mashinasiga yoki indikatorlarga ulanishi mumkin. R va r rezistorlarning qarshiliklari diodlarning qarshiliklaridan ancha katta. 1.10, *b*-rasmda *deshifrat*orning shartli belgilanishi berilgan (bu yerda to'g'ri va invers kirishlar (chapdan) razryadlarning ikkilik sonlari bilan, chiqishlari esa (o'ngdan) – o'nlik raqamlar bilan belgilangan; *DC* – inglizcha *decoder so'zidan oligan*) [9, 27, 31, 38].



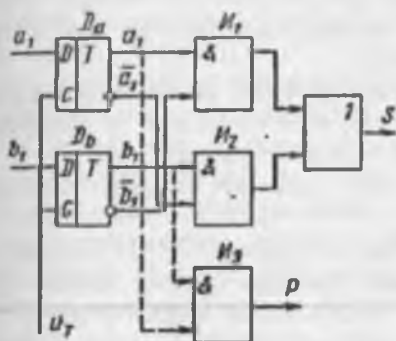
1.10-rasm. Deshifraturning sxemasi: a – tamoyiliy sxema, b – uning shartli belgilanishi.

Summatorlar. Summator deb ikkilik sonlarni arifmetik qo'shishni amalga oshiradigan qurilmalarga aytiladi. Summator EHMning arifmetik operatsiyalarini bajaradigan asosiy elementlaridan biri hisoblanadi. Ko'prazryadli ikkilik sonlarni qo'shish har bir razryadda bir razryadli ikkilik summator sxemasi 1.11-rasmda keltirilgan, yordamida amalga oshiriladigan bir turdagi harakatlar bilan bajariladi. Ikkilik bir razryadli summatorida har bir razryadda modul 2 bo'yicha qo'shish yo'li bilan a_i va b_i sonlarning yig'indisi aniqlanadi. Qo'shish operatsiyasi ikkita D-triggerlarning informatsion D: D_a va D_b kirishlariga a_i va b_i sonlarning mos razryadlarini berish yo'li bilan bajariladi. Triggerga sonlar har ikkala triggerlarning taktlovchi C kirishlariga takt impulsi u_T ni berish bilan yoziladi. Qo'shish operatsiyasi qanday amalga oshirilishini tahlil qilamiz [8-10,20,27,31,38].

Faraz qilaylik, $a_i = 0$ va $b_i = 0$. Bu sonlar takt impulsi u_T ni berilgandan keyin D triggerlarning chiqishlariga qayta yoziladi. Bunda, kirishlariga $a_i = 0$ va $b_i = 1$ signallar yetib kelayotgan, H_1 elementning chiqishida signal $a_i \bar{b}_i = 0$ bo'ladi. H_2 elementning kirishiga $\bar{a}_i = 1$ va $b_i = 0$ signallar yetib keladi, bu uning chiqishida $\bar{a}_i b_i = 0$ signalni ta'minlaydi. Signallar $a_i \bar{b}_i = 0$ va $\bar{a}_i b_i = 0$, H_{1H} elementning kirishiga yetib kelib, a_i va b_i sonlarning yig'indisi:

$S = \bar{a}_i b_i + a_i \bar{b}_i = 0$ (1.2.) ga mos keluvchi signalni hosil qiladi.

1.11-rasm. Ketma-ket ta'sir etuvchi summatorning sxemasi.



Agar, misol uchun, $a_1 = 1$, $b_1 = 0$, bo'lsa H_1 elementning chiqishida signal $a_1 \bar{b}_1 = 1$, H_2 elementning chiqishida esa $\bar{a}_1 b_1 = 0$ signal hosil qilinadi. Natijada ИЛИ elementning chiqishida yig'indining signali $S = 1$. Xuddi shuningdek, ikkilik bir razryadli summatorning har bir razryadida kirish sonlarining boshqacha birikmalarida

yig'indining signali shakllanadi. Ko'prazryadli ikkilik sonlarni qo'shish uchun ko'prazryadli sonlarni kiritishilishiga qarab ikki: ketma-ket va parallel ta'sir etuvchi guruhlariga bo'linadigan summatorlardan foydalaniladi. Ketma-ket ta'sir etuvchi summator (1.11-rasm) kirishlariga kichigidan boshlab ketma-ket (ketma-ket kodda) har bir razryadning sonlari beriladigan bir razryadli summatoridan tuzilgan. Summa ham ketma-ket summatorning chiqishida shakllanadigan ketma-ket kodda tasvirlanadi. Qo'shish u_T impuls taktlari yetib kelganda amalga oshiriladi. Birinchi takt impulsi yetib kelganda birinchi razryadning sonlari qo'shiladi, ikkinchi takt impulslari yetib kelganda – ikkinchi razryadning sonlari va h.k. Ketma-ket ta'sir etuvchi summator uchun kam sonli elementlar xarakterlidir, ammo u past tezlikka ega. Parallel ta'sir etuvchi summator ko'p razryadli bajariladi, uning har bir razryadi bir razryadli summatoridan tashkil topgan. Har qaysi bir razryadli summator ikki sonni qo'shishdan hosil bo'lgan summa 1 dan oshsa, summaning signalini va katta razryadga ko'chirish signalini shakllantirishi kerak.

Katta razryadga ko'chirish signalini shakllantirishga imkon beradigan sxemalar yarimsummatorlar deyiladi. Yarimsummator birrazryadli summatorning sxemasiga (1.11-rasm) chiqishida ko'chirish signali $P = a_1 b_1$ shakllanadigan H_3 elementni qo'shish yo'li bilan hosil qilinadi. Agar $a_1 = 1$ va $b_1 = 1$ bo'lsa, u holda H_3 elementning chiqishida ko'chirish signali $P = a_1 b_1 = 1$ hosil bo'ladi [8-10,20,27,31,38].

1.2. Mikroprotessorlar.

Katta integral mikrosxemalar (KIMS) texnologiyalari va sxemotexnika sohasidagi yutuqlar universal KIMS – mikroprotessorlarning yaratilishini taqozo qildi. Bunaqa mikroprotessorlarning yuqori sathli texnik tavsiflari, yuqori ishonchliligi, past narxlari, kam gabaritlari, elektroenergiyani kam iste'mol qilishi ularning faqatgina hisoblash texnikasida emas, balki har xil turdagi sanoat, maishiy va boshqa qurilmalarda keng qo'llanilishini ta'minladi.

Mikroprotsessor (MP) – axborotni qayta ishlash va boshqarish uchun mo'ljallangan xotira qurilmasi axborotni kiritish-chiqarish va boshqa periferiya (chekka) qurilmalari bilan birgalikda ishlashga qaratilgan yarim o'tkazgich asbob [8-10, 27, 31, 34, 37, 38, 41, 58, 62].

Mikroprotsessor dasturlanadigan mantiqiy KIMS ko'rinishida bajariladi, buning uchun MPning o'z funksiyasini bajarish usulini ta'minlaydigan dasturlardan foydalaniladi. Dasturlar MP xotirasida saqlanadi.

MPning o'z funksiyasini bajarish usuli bir dasturni boshqasiga almashtirish bilan o'zgartiriladi.

Mikroprotsessorlar bitta, shuningdek bir nechta KIMSda bajariladi va korpusga joylashtiriladi, korpusdan tashqi chiqishlar qilinadi; shunday qilib, MP tugallangan jihozdir. O'z tarkibi va bajaradigan funksiyalariga ko'ra u EHMning protsessoriga o'xshaydi, shuning uchun MP bitta yoki bir nechta KIMS ko'rinishida integral texnologiyalar vositalari bilan amalga oshirilgan protsessor deb ta'riflash mumkin [8-10, 27, 38, 41].

Mikroprotsessor *arifmetik-mantiqiy qurilma* (AMQ), *boshqarish qurilmasi* (BQ), *ichki registrlar bloki* (ichki xotira), *apparatura* va *ichki qurilmalarning o'zaro va tashqi apparatura bilan aloqasini ta'minlovchi shinalar (interfeys)dan* tuzilgan. Mikroprotsessorning tuzilish sxemasi 1.12-rasmda ko'rsatilgan. *Arifmetik-mantiqiy qurilma* ikkilik kodda tasvirlangan sonlar va manzillar ustida oddiy arifmetik va mantiqiy operatsiyalarni: qo'shish, ayirish, taqqoslash, siljishlar, mantiqiy ko'paytirish (I), mantiqiy qo'shish (ILI) va shunga o'xshashlarni amalga oshiradi. AMQ tuzilishiga ko'ra yetarlicha murakkab va qoidaga ko'ra 2 modulli summator, deshifrador, siljituvchi registr, operandlar (ustida operatsiya bajarilayotgan dastlabki elementlarning berilganlari)ni vaqtinchalik saqlash uchun registr va odatdagi AMQ da mavjud boshqa registrlar va elementlarni o'zida mujassam qiladi. Turli xil mikroprotsessorlarning AMQ bir-biridan tuzilish detallari va registrlarning soni bilangina farq qiladi [8-10, 20, 27, 31, 34, 38, 58, 62].

Boshqarish qurilmasi AMQ va mikroprotsessorning boshqa elementlarining ishini boshqaradi. Unda xotiradan yetib kelayotgan komandalar MPning barcha elementlariga bevosita ta'sir ko'rsatuvchi va ma'lum komanda bajarilishini ta'minlovchi ikkilik signallarga o'zgartiriladi. *Boshqarish qurilmasi* taktli signallar generatori *taymer* (u yordamida komandalarni bajarish jarayoni vaqt bo'yicha taqsimlanadi) bilan bog'langan.

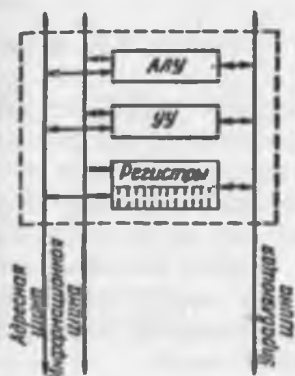
Ichki registrlar bloki MP ning ichki o'ta tezkor xotirasini tashkil qiladi va maxsus registrlar hamda umumiy maqsaddagi registrlar (UMR)ni o'z ichiga oladi. Registrlar o'zaro va boshqa ichki registrlar bilan shinalar orqali bog'langan. Maxsus registrlar – bu jamlovchi registr, manzil registri, holatlar registri va boshqalardir.

Umumiy maqsaddagi registrlar dasturni bajarish davomida yuzaga keladigan oraliq natijalarni, manzillar va komandalarni saqlash uchun

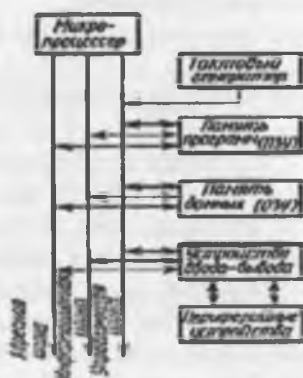
mo'ljallangan. Bundan tashqari, ulardan maxsus registrlarning funksiyalari: manzillarni, komandalarni hisoblagichni va boshqalarni shakllantirish uchun foydalaniladi.

Shinalar (*interfeys*) ichki *qurilmalarning* o'zaro va tashqi apparatura bilan aloqasini ta'minlash uchun xizmat qiladi. Ular orqali uzatiladigan signallarga mos holda *informatsion, manziliy va boshqaruvchi shinalar* bo'ladi. Shina aloqa liniyalarining guruhini tasvirlaydi, ushbu guruhlarining soni bir vaqtning o'zida shina orqali uzatiladigan ikkilik axborotning razryadlilikiga mos keladi.

Mikroprotsessorning barcha qurilmalarining ishlashi keyingi bobda batafsil qarab chiqiladi. MP va uning tuzilishining ta'rifidan ma'lum bo'lishicha, u mustaqil qurilma sifatida ishlatila olmaydi. MPning ishlashini ta'minlash uchun tashqi xotira (eslab qoluvchi qurilma), kiritish-chiqarish qurilmasi, taymer, iste'mol manbai va boshqalar talab qilinadi. Shuning uchun odatda mikroprotessorli tizimlar (MPT) – MP, xotira qurilmasi, axborot kiritish-chiqarish qurilmasining majmuasi ishlab chiqiladi. Bu qurilmalarning har biri KIMS larning bitta yoki bir nechta kristallarida bajariladi. MPT tarkibiga, shuningdek iste'mol manbai, taymer va boshqalar kiradi. Bunday tizimlar ko'p sonli periferik qurilmalar bilan axborot almashadi, periferik qurilmalarga bosmaga chiqarish qurilmasi, elektron-nurli trubkalarda burilganlarni grafik aks ettirish uchun displeylar, kalitli boshqarish panellari, qadamli motorlar va boshqalar mansub. MPT mikro-EHMni yaratish uchun asos bo'lib xizmat qiladi. *Mikro-EHM* – bu korpusga joylashtirilgan, boshqarish paneli va matematik ta'minot komplektiga ega bo'lgan, konstruktiv jihatdan tugal MPT. Mikro-EHM ning soddalashtirilgan sxemasi 1.13-rasmda ko'rsatilgan. Odatda, Mikro-EHM KIMSning bir nechta kristallarida bajariladi.



1.12-rasm. Mikroprotsessoring tuzilish sxemasi.



1.13-rasm. Mikro-EHM ning soddalashtirilgan sxemasi.

Ammo integral mikrosxemalar texnologiyasining rivojlanishi va kristallda 10000 ta va undan ortiq elementlarning integratsiyalashuv darajasining oshishi

bitta kristallda butun bir mikro-EHMni bajarish imkonini beradi [8-10,27,37,38,41,42,60].

Bunday mikro-EHMLar uncha katta bo'lmagan xotiraga va murakkab bo'lmagan kiritish-chiqarish kanallari sxemasiga ega, shuning uchun ulardan murakkab bo'lmagan funksiyalarni bajarish uchun foydalaniladi.

Mikroprotessorli tizimlar fan va texnikaning turli sohalarida keng qo'llaniladi. Ularni ishlab chiqarish jarayonlarini nazorat qilish, boshqarishda ma'lumot yig'ish tizimlarida, dasturiy boshqarish dastgohlarida, ilmiy-texnik masalalarni yechishda axborotni qayta ishlash tizimlarida, universal va ixtisoslashtirilgan mikro-EHMLarda, aloqa texnikasida, o'lchash texnikasida, maishiy va malaka radioappaturalarda va boshqalarda qo'llaniladi [8-10,20,27,31,37,38,41,61]. MPT apparat qismining tuzilishi ularda axborotni qayta ishlash, aks ettirish, uzatish mazkur ishning keyingi bobida batafsil qarab chiqiladi. Dastavval zamonaviy kontrollerlar va sanoat kompyuterlarining ajralmas qismlari bo'lgan boshqa elementlarni ko'rib chiqamiz.

1.3. Raqamli va mikroprotessorli qurilmalarning shinalari

Shinalar tizim chegarasida har xil sathlarda ma'lumot uzatish uchun ishlatiladi. Umumiy holda 7ta shunday sathni aytish mumkin [19, 23, 26, 27, 35-37, 41, 42, 61]:

1. Bosma plataning komponentalari orasidagi aloqa; shinning uzunligi 10 sm atrofida.

2. Bosma platalar orasidagi 10 sm larcha masofadagi aloqa.

3. Asbob korpusi ichida 1 m chegarasida aloqa.

4. Ikki yoki bir nechta asboblarda orasidagi 10 m gacha masofada aloqa.

5. Kontroller va periferik qurilmalar orasidagi, odatda 100 m dan ortiq masofaga cho'ziladigan inasofa.

6. Lokal tarmoqlar, butun bir tizimni to'raligicha 5000 m lar orasida bog'laydigan.

7. Global yoki katta uzunlikdagi yer yo'ldoshlari (sputnik) tarmoqlari.

Shinalarga standartlar turli xil ishlab chiqaruvchilar tomonidan yetkazib beriluvchi komponentlar va jihozlarning o'zaro ta'sirlashuvini ta'minlaydigan qilib ishlab chiqiladi. Turli xil yetkazib beruvchilar orasidagi kooperatsiya natijasida bu standartlar keng ko'lamda rivojlantirildi va shinalarning ba'zi raqobatlashuvchi tuzilmalarini standartlar sifatida tan olgan metrologik tashkilotlar tomonidan qabul qilingan. Hozirgi vaqtda bozorga bir necha firmalar ikki turdagi har xil shinalarni maqbullashtirishni amalga oshirishga imkon beradigan integral sxemalar (IS) ni yetkazib beradi.

Standart shina uchun elektrik, mexanik va bayonnoma (protokol) talablar aniq tariflangan bo'lishi lozim. Elektrik parametrlar iste'mol manbaiga talablarni: kuchlanish sathlarini; iste'mol olib kelish usulini – bitta yoki bir necha liniyalar bo'yicha; ma'lumot uzatishning maksimal tezligi; manzil va

shina liniyalarining kengligini; shinaning kirish va chiqish qarshiliklarini o'z ichiga olishi lozim. Mexanik parametrlarga: bosina plataning (agar u bo'lsa) shakli va o'lchami; ma'lumotlar shinasining maksimal uzunligi; bir biri bilan bog'lash mumkin bo'lgan asboblarning soni; uzatuvchi hamda qabul qiluvchi qurilmalar va kontroller orasidagi tarmoqlanishlarning soni; razyomning turi, o'lchami va uning chiqishlarining xususiyatlar mansubdir. *Bayonnoma* shinasini aloqa qilish jarayonini tavsiyalovchi qoidalar majmuasini aniqlaydi va kirish-chiqishni sinxronlash tamoyillarining yozuvini; shinaning *sinxron*, *asinxron* yoki *kvazisinxron* ish rejimini; shinaning *ketma-ket* yoki *parallel* turini; xatolarni topish va tuzatish usulini o'z ichiga oladi. 1.3-jadvalda keng tarqalgan shinalar qatorining asosiy parametrlari taqqoslangan [19,27,35-37,41,42,60].

Ba'zi keng tarqalgan ma'lumotlar shinalarining asosiy parametrlarini taqqoslash:

1.3-jadval.

Shina-ni-ng ra-smi	Aloqa sathi	Turi	Mamul rasrya-di	Azherot rasryadi	Maksimal tezlik	Maso-fa, m	Razyom-ni-ng turi	Plataning o'lchamlari, mm X mm	Asosiy ishlab chiqaruvchil-lar
FC (IS-larni birlash-tirish uchun shina)	Kompo-nentlar-laro	Asinxron ketma-ket	7	—	100 kbit/s	5	—	—	Philips
IFM (pa-rizmi ma'lumotlar shinasini)	Kompo-nentlar-laro	Asinxron ketma-ket	12	—	100 kbit/s	10	21 kanalli (qulfi)	—	Philips
S-100 (IEEE 696)	Plata chegara-sida Plata chegara-sida	Sinxron-nomultip-leks parallel	16-24	8 yoki 16	1 Mbit/s	10	100 kanalli (chekka-li)	—	—
SDT (IEEE 961)	Plata chegara-sida Plata chegara-sida	Sinxron-nomultip-leks parallel	16	8	1 Mbit/s	10	56 kanalli (chekka-li)	114,3x165,1 yoki Evrokarta	Mostek Pro-Log
Q-shina	Plata chegara-sida Plata chegara-sida	Asinxron multipleks parallel	16-18	8 yoki 16	1 Mbit/s	10	Chak-kali	214x263,4 214x147,3	DEC

Multi- bus II	Plata chegara- sida Korpus chegara- sida	Asinxron multipleks parallel	24-32	8, 16 yoki 32	100 Mbit/s	10	96- kanalli (DIN 41612)	Evrokarta	Intel
VME	Plata chegara- sida Korpus chegara- sida	Asinxron multipleks parallel	24-32	8, 16 yoki 32	100 Mbit/s	10	96 - kanalli (DIN 41612)	Evrokarta	Mostek Moto- rola Philips
Busbus	Plata chegara- sida Plata chegara- sida	Asinxron multipleks parallel	18	8, 16, 24 yoki 32	100 Mbit/s	10	96 - kanalli (DIN 41612)	Evrokarta	MOD Ferran- ti
Future bus (IEEE 896)	Plata chegara- sida Korpus chegara- sida	Asinxron multipleks parallel	32	8, 16 yoki 32	300 Mbit/s	10	96 - kanalli (DIN 41612)	Evrokarta	—
IEEE 488	Qurilm chegara- sida	Asinxron multipleks parallel	32	8	10 kba/s	20	24 - ka- nalli (kuchlani- shni av- to ma- rostla- gichli)	—	—
RS232	Kontrol- lerdan termi- nalgacha	Asinxron ketma- ket	—	—	10 kbit/s	100	25 - ka- nalli (kontakt- li)	—	—
RS422/ RS423	Kontrol- lerdan termi- nalgacha	Asinxron ketma-ket	—	—	1 Mbit/s	1000	37 - ka- nalli (kontakt- li)	—	—
MIL STD 1553B	Kontrol- lerdan termi- nalgacha	Asinxron ketma- ket	—	—	1 Mbit/s	100	—	—	—

Shinalarning ikkita asosiy *ketma-ket* va *parallel* turlari mavjud bo'lib quyida ular batafsil yozilgan. Shinalar shuningdek sinxron yoki asinxron rejimlarda ishlashi mumkin. *Sinxron rejim* ancha yuqori o'tkazuvchanlik qobiliyatini ta'minlaydi, masalan, sanash operatsiyasi vaqtida *kontroller peri-*

ferik qurilmaga manzilni ma'lum qiladi va keyin ma'lum vaqt davomida ma'lumotlarga yo'l qo'yilishga ega bo'ladi. Asinxron rejimda kontroller manzilni ma'lum qiladi va periferik qurilma o'zi uchun xarakterli vaqt intervali orqali ma'lumotlarni ma'lum qilgunicha kutib turadi. Shu tufayli asinxron rejim tizim shinaga ulangan qurilmalardan eng sekin harakatlanuvchisiga ham moslanuvchan bo'lgani tufayli u ancha yumshoq bo'lsada sekin borishi mumkin.

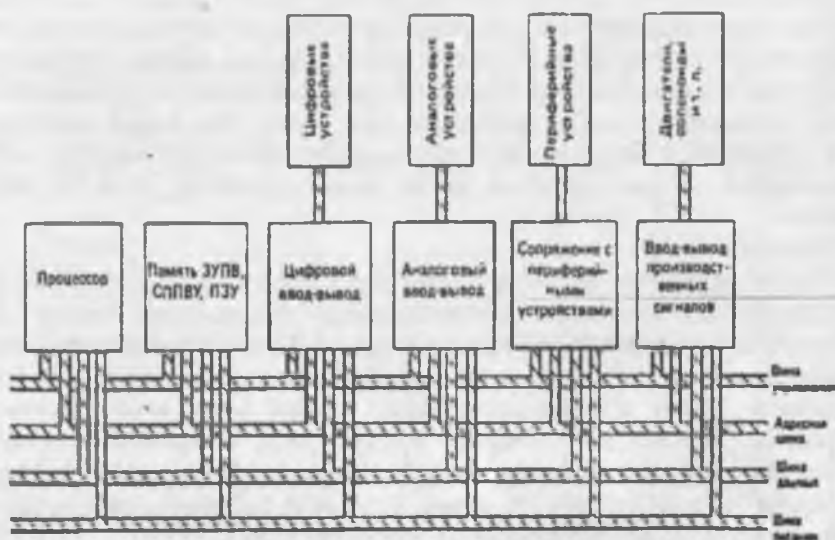
Parallel shinalar.

Parallel shinalarda axborotning har bir razryadi alohida liniya orqali uzatiladi, shunday ekan, har bir informasion razryad uchun, manzil razryadi va boshqaruvchi signal uchun o'zining kanali mavjud. Ko'pchilik shinalarda bitta kanaldan ham manzillarni, ham ma'lumotlarni uzatish uchun foydalaniladi, bu 1.3-jadvalda «Turi» ustunida «multipleks» termini bilan qayd qilingan. Ma'lumotlar liniyasi ma'lumotlarni tizimga yoki tashqaridan uzatadi; ma'lumotlar liniyasi xotiraning amalda bo'lgan qismini yoki kirish-chiqishning joylashish o'rmini ko'rsatadi; boshqarish liniyalari o'qish-yozish, kirish-chiqish va uzilish kabi boshqarish signallarini uzatadi.

1.3-jadvalda shinalarning bir necha rusumlari aks ettirilgan bo'lsada, ulardan faqat ikkitasi: **STD** bosma plata chegarasida aloqa uchun keng qo'llanadigan va **IEEE4 88** qurilma chegarasida aloqa uchun keng qo'llanadigan nisbatan batafsil yozilgan [19, 27, 35, 37, 41, 42, 60].

Shina S-100. Bu shina 1970-yillarda ishlab chiqarilgan [19, 36, 41, 42], spesifikatsiyasi 1979-yilda nashr etilgan. Shina 100ta liniyaga ega; konkret tizimda ularning hammasi ham kerak emas. Bu liniyalardan 16tasi manzil uchun: 8 – kirish va 8 – chiqish; 8 – uzuvchi, 39 – boshqaruvchi, 2 – sinxronizatsiyalash liniyalari, 3 – iste'mol manba liniyalari va 16 liniya aniqlanmagan [36]. Shinaga 22 tagacha bosma plata ulash mumkin, u 8-razryadli yoki 16-razryadli protokoldan foydalanadi va 16 Mbayt gacha xotira bilan ishlashi mumkin. 100dan ortiq har xil ishlab chiqaruvchilar S-100 shinalar uchun komponentlar yetkazib beradi.

Shina STD. Bu shinani Pro-Log va Mostek firmalari 1978-yilda birgalikda ishlab chiqara boshlashgan. Shina kichik 8-razryadli tizimlar uchun tuzilgan va 16 razryadliga transformatsiyalanmaydi. Tizim standart bosma platalardan yig'ilgan. 70dan ortiq firmalar shinalarning ko'p xildagi turlarini yetkazib beradi, bir nechta platalar 1.14-rasmda keltirilgan [27, 37, 41, 42, 61].



1.14-rasm. Turkumiy bosma platalardan foydalanib STD shining bajarilishi.

STD shina kanallarining qo'llanilishi 1.4-jadvalda keltirilgan. Jadvalda ko'rsatilganidek, barcha kanallarni besh ostki guruhlariga bo'lish mumkin. Beshta alohida iste'mol manbalarini yerga ulash zanjirlari orqali ikkita alohida ulash bilan qo'llash imkonini mavjud. Ba'zi platalar, masalan, relelarning boshqarish zanjirlari uchun yordamchi iste'mol manbasi zarur. Ma'lumotlar shinasini (rasmda шина данных) 8 razryadlardan tuzilgan ikkiyoqlama yo'nalgan va uchta mumkin bo'lgan holatga ega. Ma'lumotlarni uzatish yo'nalishi yozuv yozish liniyalari va protsessordan uzilishni tasdiqlash bilan aniqlanadi. 16 manzil liniyalari xotiradan yoki kirish-chiqishdan ma'lumotlar yordamida kodsizlash uchun foydalaniladi.

Boshqaruv shinasini tizimning yumshoqligini belgilaydi. 1.4- jadvalda keng qo'llaniladigan liniyalar tasniflarining yozuvlari keltirilgan.

STD shinasini chiqishlarining tasnifi. 1.4- jadval

	Osmo komponentli tomon		Bosma komponentli tomon	
	Chiqish	Qo'llanish maqsadi	Chiqish	Qo'llanish maqsadi
Mantiqiy qurilmani iste'mol bilan ta'minlash shinasini	1	Mantiqiy qurilmani iste'mol bilan ta'minlash	2	Mantiqiy qurilmani iste'mol bilan ta'minlash
	3	Mantiqiy qurilmani yerga ulanishi	4	Mantiqiy qurilmani yerga ulanishi

	5	Mantiqiy qurilmani I razryadga siljitish	6	Mantiqiy qurilmani I razryadga siljitish
Ma'lumotlar shinasi	7	Ma'lumotlar shinasi	8	Ma'lumotlar shinasi
	9	Ma'lumotlar shinasi	10	Ma'lumotlar shinasi
	11	Ma'lumotlar shinasi	12	Ma'lumotlar shinasi
	13	Ma'lumotlar shinasi	14	Ma'lumotlar shinasi
Manzil shinasi	15	Manzil shinasi	16	Manzil shinasi
	17	Manzil shinasi	18	Manzil shinasi
	19	Manzil shinasi	20	Manzil shinasi
	21	Manzil shinasi	22	Manzil shinasi
	23	Manzil shinasi	24	Manzil shinasi
	25	Manzil shinasi	26	Manzil shinasi
	27	Manzil shinasi	28	Manzil shinasi
	29	Manzil shinasi	30	Manzil shinasi
Boshqaruv shinasi	31	Xotiraga yozish yoki kirish-chiqish	32	Xotiradan yoki kirish- chiqishdan sanash
	33	Kirish-chiqish manzilni tanlash	34	Xotirada manzilni tanlash
	35	Kirish-chiqishni kengaytirish	36	Xotirani kengaytirish
	37	Sinxronlashtirishni regeneratsiya qilish	38	Markaziy protsessorni sinxronlash
	39	Markaziy protsessorning holati	40	Markaziy protsessorning holati
	41	Shinaning tasdig'i	42	Shinaning so'rovi
	43	Uzilishning tasdig'i	44	Uzilishning so'rovi
	45	Kutishning so'rovi	46	Maskalanmaydigan uzilish
	47	Sbros	48	Sbros tugmasi
	49	Protssordan sinxronlash	50	Qo'shimcha sinxronizatsiya
	51	Prioritet kanalini o'chirish	52	Prioritet kanalini ulash
Qo'shimcha	53	Qo'shimcha manbani	54	Qo'shimcha manbani

manbaaning shinasi		yerga ulash		yerga ulash
	55	Qo'shimcha manba- ning masbat qutbi (o'zgarma + 12 V)	56	Qo'shimcha manba- ning manfiy qutbi (o'zgarma - 12 V)

Xotiraga yozish yoki kirish-chiqish liniyasi protsessor tomonidan ma'lumotlarni o'z shinasidan xotiraning alohida qismlariga yoki chiqish qisqichlariga sinxron uzatish uchun ishlatiladi. Xotiradan yoki kirish-chiqishdan sanash liniyasi protsessorga shinada sanash uchun tayyor ma'lumotlar borligi to'g'risida axborot uzatish uchun xizmat qiladi. Uzilish so'rovi periferik qurilmadan protsessorga ma'lumot kiritishga mos keladi, uzilishning tasdig'i esa uzilish qurilmasiga protsessor javob berishga tayyorligini ma'lum qiladi. Sbrosl liniyasi, kommutasion qurilmadan yoki istalgan boshqa foydalanuvchining komandasi bo'yicha ishga tushadigan sbros tizimining sxemasidan chiqishni bildiradi. Bu liniyadan inisializatsiyani talab qiladigan barcha bosma platalarni dastlabki holatga keltirish uchun foydalaniladi.

Shina VME. Bu shina beshta alohida seksiyalar: ma'lumotlarni qayta jo'natish, uzilishning prioriteti, umumiy shinaga yo'l qo'yilishini boshqarish, servis dasturi va intellektdan tuzilgan [19,27,37]. Ma'lumotlarni qayta jo'natish shinasi 16 razryadli, ammo uni 32 razryadgacha kengaytirish imkoni mavjud. Manzil shinasi 24 razryadli, 32 razryadgacha kengaytirish imkoni bilan. Manzillar va ma'lumotlarning kanallari multipleksli emas, uchta boshqaruv liniyalari ma'lumotlarni qayta jo'natish shinasining kengligini belgilaydi.

Shina Eurobus. Bu shina Buyuk Britaniya Mudofaa Vazirligi va «Fer-ranti» firmasining hamkorligida tuzilgan va takomillashtirilgan edi [4,16,27,37]. Ularning maqsadlari alohida komponentlarning assortimentlariga va ishlab chiqaruvchiga bog'liq bo'lmagan shinani yaratish edi. Tizim ma'lumotlarning sof shinasi kabi ishlashi mumkin va kontrollerlarni shakllantirish uchun protsessorni talab qilmasligi mumkin. Ish rejimi asinxron bo'lib, qurilmalar orasida aloqani to'liq tasdiqlash mavjud, bu esa turli xil otkliklar vaqtlari bo'lgan qurilmalar majmuasini yagona tizimga birlashtirish imkonini beradi. Manzillar va ma'lumotlarning signallari bitta shinada multiplekslangan. Ikki yoki bir necha Eurobus shinalarning aloqalari uchun shunday qurilma mavjud bo'lib unda bitta shinadagi qurilma boshqa shinadagi qurilmaga manzillanishi mumkin.

Shina Futurebus (IEEE896) [4,27,37,41,42,61]. Bu shina IEEE 696 va IEEE 796 shinalarni almashtirishga mo'ljallangan. Shina yetkazib beruvchiga bog'liq emas ko'pprotsessorli tizimlarda qo'llanishi mumkin. Bu rsumdagi shinalar 8 razryadli arxitekturani butun son marotaba kengaytirish uchun paral-lel ulanishi mumkin.

KAMAK (IEEE 583). **KAMAK (SAMAS – Computer Automated Measurement and Control – avtomatlashtirilgan kompyuterli o'lchash va boshqarish vositalari)** tizimi modullarga, ustunlar va shinalarga talablarni belgilaydi. Shina katta hajmli kam sonli xatolikdagi ma'lumotlarni uzatish maqsadida yadro sanoati usun yaratilgan edi [4,27,37]. Bunday jihoz qimmat narxda, shuning uchun shina keng tarqalmadi. KAMAK ustunida 24 tagacha modullar mavjud bo'lishi mumkin. Shina 24 manzil yo'llariga, 24 kiritish va 24 ma'lumotlar chiqarish yo'llariga, 24 holat yo'liga, 4 manzil ostki yo'llari va 10 boshqaruv yo'llari, sinxronlash komandalarni uzatishga ega. Shina 25 Mbit/s gacha tezlikda ishlashi mumkin.

Shina IEEE 488 (IES 625). Shina 1978 yilda «Xyulett Pakard» firmasi tomonidan HP1B rusumi bilan yaratilgan bo'lib, u tez orada asboblarni birlashtirish uchun standart shina sifatida tez ommalashib ketdi [4,27,37,42,60]. Shina 15 tagacha qurilmalarni bir-biri bilan ulash imkonini beradi, odatda ular kontroller va 14 boshqa qurilmalardir. Qurilmalar qabul qiluvchi yoki uzatuvchi bo'lishi mumkin. Har bir qurilma 3 kiloomli uzilish qarshiligi va 2 kiloomli ulanish qarshiligi orqali shina bilan ulangan. Shinaning to'g'ri yuklanishi muhim ahamiyatga ega bo'lib, qurilmalar har 2 m dan ulanishi mumkin, umumiy uzunlik 20 m dan oshmasligi lozim. Qurilmalar bir-biridan 4 m dan ortiq masofada ulanmasligi lozim. Agar 15 tadan ortiq qurilmalar ulash kerak bo'lsa, shinalarni kengaytirgichlardan foydalanish lozim.

IEEE488 tizimining qurilmasi odatda shina bilan birlashtirish uchun ajratmalar (razyomi) va manzilni ko'rsatish uchun kalitlarga ega. Ba'zi bir qurilmalar shuningdek, ularning turli qismlariga yo'l qo'yishlarni ta'minlovchi ikkilamchi manzillarga ega. IEEE 488 shinasini bazarilishida umumiy holda 16 aktiv liniyalardan foydalaniladi. Ular 1.5-jadvalda ko'rsatilgan uch guruhga bo'linadi. Boshqaruv shinasini hodisalarning qayd qilingan ketma-ketligini ta'minlab, ma'lumotlarni ma'lumotlar shinasiga uzatishni boshqaradigan uchta yo'ldan iborat. Bu shina aloqa o'rnatilishini qo'l yordamida takrorlashni (kvitirovaniye) tekshiradi va oldingisi qabul qilinmaguncha yangi ma'lumotlar bayti uzatilmaydi. Ma'lumotlarni tasdiqlash yo'li uzatish qurilmasi tomonidan ma'lumotlar liniyaga uzatilgandan keyingina ulanadi. Bu ma'lumotlarni sanash amalga oshirilayotganda, qabul qiluvchi qurilma «ma'lumotlarni qabul qilish mavjudmasligi» yo'lini yoki «ma'lumotlarni qabul qilishga tayyorgarlik mavjudmasligi» liniyasini, agar bu qurilma ayni vaqtda ma'lumot qabul qila olmasa ulaydi.

Boshqaruv shinasini beshta yo'ldan tuzilgan. Agar kontroller «diqqat» liniyasini ulasa, bu shinaga ulangan barcha qurilmalarga ular shinadan foydalanishdan voz kechib ma'lumotlar shinasidan ma'lumotlarni komanda sifatida qabul qilishlari haqida ko'rsatma berilishini bildiradi. «Interfeysni tozalash» yo'li shinaga ulangan qurilmalarni dastlabki holatga o'rnatish uchun xizmat qiladi. «Xizmat ko'rsatish so'rovi» yo'li asbobdan kontrollerga bu

asbob e'tibor talab qilayotganini ma'lum qilib signal berish uchun ishlatiladi. «Masofaviy tayyorgarlik signali» kontroller tomonidan qurilmani dasturni qabul qilish rejimiga o'tatish uchun foydalaniladi. «Oxiri yoki identifikatsiya» uzatish qurilmasidan ko'pbaytli ma'lumotning tugashini ko'rsatadi yoki «diqqat» yo'li bilan birgalikda so'roqning ketma-ketligini o'tatadi. Boshqa tomondan, ma'lumotning tugashini ko'rsatish uchun qatomi o'tkazish signali berilishi mumkin.

IEEE 488 tizimi sintaksis yoki shinaga kirib kelayotgan ma'lumot kodini aniqlamaydi, shuning uchun qurilmalar turli xil ma'lumotlar formatidan foydalanishi mumkin va tizimning dasturiy ta'minotini yaratishda buni e'tiborga olish kerak.

IEEE488 shinasi chiqishlarining spesifikatsiyasi 1.5-jadval.

	Chiqish	Qo'llanish maqsadi
Ma'lumotlar shinasi	1	Ma'lumotlar shinasi
	2	Ma'lumotlar shinasi
	3	Ma'lumotlar shinasi
	4	Ma'lumotlar shinasi
	13	Ma'lumotlar shinasi
	14	Ma'lumotlar shinasi
	15	Ma'lumotlar shinasi
	16	Ma'lumotlar shinasi
Boshqaruv shinasi	5	Oxiri yoki identifikatsiya
	9	Interfeysni tozalash
	10	Xizmat ko'rsatishni so'rash
	11	Diqqat
	12	Ekran
	17	Masofaviy tayyorgarlik signali
Ma'lumotlarni uzatish shinasi	6	Ma'lumotlarni tasdiqlash
	7	Ma'lumotlarni qabul qilishga tayyorgarlik mavjudmasligi
	8	Ma'lumotlarni qabul qilish mavjudmasligi
Yerga ulanish	18	Yerga ulanish

	19	Yerga ulanish
	20	Yerga ulanish
	21	Yerga ulanish
	22	Yerga ulanish
	23	Yerga ulanish
	24	Mantiqiy qurilmaning yerga ulanishi

Ketma-ket shinalar.

Ketma-ket shinalar afzallik bo'yicha *kontrollerlarni ularning terminallari* bilan ulash uchun ishlatiladi. Bu rejim deyarli istisno tariqasida lokal tarmoqlarda ishlatiladi, ular keyingi paragrafda qarang chiqiladi.

Shina RS232. Bu shina 1962-yilda kompyuterlarni ularning tashqi (periferik) qurilmalari bilan ulash uchun ishlab chiqilgan edi [27,37,41,42,60]. Ulanish nuqtadan nuqtagacha amalga oshirilgani uchun har bir aloqa alohida kanalni yoki kirish-chiqish portini talab qiladi. Agar portlarning soni ko'p bo'lmasa, ketma-ket aloqa tizimi tejamkor, ammo agar portlar soni oshsa, barcha asboblarni bitta IEEE 488 shinaga ulash arzonroq bo'lib qoladi. RS 232 shinasida, har bir tizimda barcha chiqish (shtir)lardan foydalanilmasada 25-chiqishli razyom qo'llangan. 1.6-jadvalda odatda ishlatiladigan chiqishlarning tartib raqami keltirilgan. Ma'lumotlarni terminalga va undan uzatish ikkita: ma'lumotlarni uzatish va ma'lumotlarni qabul qilish liniyalari bo'yicha amalga oshiriladi. Yuboriladigan ma'lumotni so'rash liniyasi, kontrollerlarni ma'lumotlarni qabul qilishga tayyorgarlik zaruriyati to'g'risida ogohlantiruvchi terminal tomonidan harakatga keltiriladi va bu tayyorgarlik kontrollerlardan terminalga yuborish oldidan ma'lumotlarni qabul qilishga tayyorlik signali jo'natiladigan tozalash liniyasi yordamida tasdiqlanadi. «Ma'lumotlarni qabul qilishga tayyorlik» liniyasi kontrollerga terminalning ishchi holatini ma'lum qilish uchun terminalga kontroller ishchi holatda turganligini «Ma'lumotlarni qabul qilishga tayyorlik» liniyasi terminal tomonidan harakatga keltirilishi xabarini yetkazadi.

RS 232 shinasini chiqishlarining odatdagi ishlatilishi. 1.6-jadval

Chiqish	Yozilishi
1	Shassisidagi himoyaviy yerga ulash
2	Ma'lumotlarni uzatish liniyasi
3	Ma'lumotlarni qabul qilish liniyasi
4	Jo'natiladigan ma'lumotni so'rash
5	Jo'natilish oldidan sbros
6	Ma'lumotlarni qabul qilishga tayyorlik

7	Signal beruvchi verga ulash
20	Terminalning ma'lumotlarni o'zgartirishga tayyorligi

RS 232 shinasini +3 V va -3 V kuchlanish manbasidan ishlaydi, bu ushbu tizimning uzoq vaqtli hayotga barqaror emasligini shartlaydi. Shina shuningdek, katta masofalarga uzatishda liniyalarning butunlay moslashuvini talab qiladi.

RS422/RS423/RS485 shinalari [27,37,41,42,60]. RS 232, RS 422 va RS 423 shinalari ulanishlari orasidagi farqlar 1.15-rasmda ko'rsatilgan. Shina RS 232 ma'lumotlarni balanslanmagan signal kabi uzatadi va qurilmalar orasida yer orqali umumiy aloqadan foydalanadi. RS 422 shinada balanslanmagan signalni uzatish uchun yerga ulanishsiz ikkita liniya ishlatiladi. Shina RS 423 ancha takomillashgan, u orqali balanslangan signal uzatiladi va umumiy yer orqali ulash qo'llanilgan. RS 422 va RS 423 shinalari shovqinlardan yaxshi himoyalangan va ma'lumotlarni uzoq masofalarga RS 232 shinaga nisbatan tezroq uzatishni ta'minlay oladi, lekin ularda u RS 232 ga nisbatan qimmatroq drayverning integral sxemasi qo'llangan.

RS 422 shina ma'lumotlarni sekin uzatishda tovlangan kabellar jufti yoki odatdagi koaksial kabel bilan ishlay oladi, shu tufayli bu shina sanoat korxonalarida boshqarish va o'lchashlar uchun ideal moslashtirilgan. Shinada mantiqiy "0" va "1" holatlar uchun 0 va 5 V kuchlanish sathlaridan foydalaniladi.

Tarixan barcha sanoat tarmoqlari bitta personal EHM ga bitta periferik qurilmani ikki o'tkazgichli shnurda ulanish uchun mo'ljallangan RS 232 port evolyutsiyasining mahsulidir. Uning qo'llanishi 15 m gacha uzatish uzunligi bilan chegaralanardi, bu esa tokli sirtmoqlar va past voltli differensial RS 422 protokolni qo'llab bartaraf qilishga erishildi. RS 422 to'la dupleks rejim (ma'lumotlarni navbatma-navbat ikkala yo'nalishda uzatish)ni ta'minladi. Ammo qabul qiluvchilar (10 ta manzillar)ning aloqasi bitta uzatuvchi orqali ta'minlanardi.

Keyingi qadam rusumli, ko'p nuqtali (32 ta manzil) ulanishni ko'zda tutgan, **RS 485 bayonnoma** yaratilishi bo'ldi. COM-port va vitali juftlik bilan ishlab ulangan qurilmalarning istalganini tanlash mumkin. Repiterlarni qo'llab manzillanayotgan qurilmalar sonini oshirish mumkin.

Liniya bo'ylab uzatish tezligi maksimal masofalarda (1300 m - 90 Kbod gacha, 200 m - 500 Kbod gacha) sezilarli kamayadi. Hozirgi vaqtda RS 485 so'f holda vaqt bo'yicha parametrlar ahamiyatsiz bo'lgan (inert jarayonlar va past tezlikdagi qurilmalar) ma'lumot yig'ish tarmoqlarini yaratish va qurilmalar bilan muomala qilishda qo'llaniladi.

Standart COM-portning tezlik bo'yicha imkoniyatlari chegaralanganligi (115 Kbod) past sathdagi yangi tarmoq g'oyasining paydo bo'lishiga olib keldi. Amalda barcha maydon shinalarining fizik qatlami (physicallayer) asosida

amalda ma'lumot uzatish muhitining elektrik mohiyati singari RS 485 bayonnoma yotadi, farq ma'lumotlarning harakati qoidalari to'plamidan iborat.

Diskret ishlab chiqarishlar uchun asinxron ma'lumot almashish bayonnomalari ko'proq to'g'ri keladi. Ammo bu yerda qurilmaning murojaat qilish (отклик) vaqti va real vaqt rejimi masalasi ko'tariladi. Yana qurilmalardan keladigan so'rovlarning prioritetligini ham e'tiborga olish lozim.

Uzluksiz (циклический) ishlab chiqarishlar uchun sinxron usuldagi uzatishlar eng ko'p qo'l keladi. Kontrollerda ma'lumotni yangilash eng uzoq joylashgan tugun uchun qayd qilingan vaqt oralig'ida amalga oshiriladi. Bu rejim katta tezliklarda, ammo cheklangan masofalarda ishlashga imkon beradi. Sinxronlash maxsus MASTER-tugun orqali yana bitta differensial o'tkazgichlar juftidan foydalanib ta'minlanadi.

MASTER-tugun har qanday topologiyaning mantiqiy markazidir. Boshqariladigan tugun (SLAVE) uzatish muhitini faqat boshlovchi tugun (MASTER) so'rovi bo'yicha aktivlashtirishi mumkin. Ushbu tamoyil kontrollerli (FieldLevel) va datchikli (Sensor / actuator Level) sathlarda eng ko'p tarqalgandir [27,61].

MASTER/SLAVE yo'l qo'yish tamoyilidan tashqari ba'zi bir tarmoqlarada CSMA/CD metodi amalga oshirilgan. Bu yerda ma'lumotlarning har bir bloki berilgan ma'lumotning prioriteti bo'lgan qo'shimcha identifikatorga ega. Har bir tugun qabul qilgich o'zi uchun mo'ljallangan ma'lumotni tanlaydi.

U yoki bu aloqa bayonnomasini tanlash masalasiga qaytsak, bu yerda bir ma'nodagi javobni berish imkoni yo'q. Tanlov quyidagi xususiyatlarning belgilarga asoslangan bo'lishi lozim:

- jarayonning uzluksizligi va diskretligi;
- real vaqt (RV) da ishlash talabi;
- nazorat qilinayotgan nuqtalarning tarqoqligi yoki jamlanganligi;
- kichik (2-3 o'nlab) yoki katta (bir necha yuzlab) informasion zichlik;
- elektrik va (yoki) elektromagnit shovqinlanganlik darajasi;
- variantning narxi.

Eng ko'p tarqalgan Fieldbus-shinalar: **CAN, LON, PROFIBUS, Interbus, WorldFIP, HART, ASI, ControlNet** va boshqalar. Ulardan ba'zilarining tavsiflari 1.7-jadvalga tushirilgan. Sanoat tarmoqlarining qiyosiy tavsiflari 1.8-jadvalda keltirilgan.

Kommunikatsion texnologiyalarni tanlashda sonli parametrlar (uzatilayotgan foydali ma'lumotlarning hajmi, shinning maksimal uzunligi, shindagi yo'l qo'yilgan tugunlar soni, halaqitdan himoyalanganlik va boshqalar) qiymat mezoni (bitta tugunga hisoblagandagi xarajatlar), ommaviylik masalasini hal qilish samaradorligi, konfiguratsiya qilishning soddaligi va hokazolarga asoslanish mumkin.

Standart fizik interfeyslarning tavsiflari 1.7- jadval.

Tavsif	RS 232C	IRPS	RS 422	RS 485
Uzatish turi	sinxr./ asinxr.	asinxr.	sinxr./ asinxr.	sinxr./ asinxr.
Uzatish muhiti	Vitali juft	To'rt o'tkazichli aloqa	2 informas. liniyalar, 1 liniya yerga ulash	Vitali juft/ikkita vitali juft
Halaqitga sezgirlik	Ikki o'tkazgichli uzatishga mansub		kanalda sinfazali halaqitlarning sathi 3 Voltgacha	
Kodlash usuli	12 V	40 mA va 20 mA	12 V	
Yo'lga to'g'ri keladigan qabul qilgichlar / uzatkichlarning maksimal soni	1/1		1/10	32/32
Yo'lining maksimal uzunligi (takrorlagichlarsiz), m	15	500	1300	
Maks. uzatish tezligi, Kbod	38,4	6,6	90	90...500

Bu holda bitta parametрни yaxshilash boshqasining yomonlashuviga olib kelishi mumkin.

FieldBus larning mumkin bo'lgan qo'llanish sohalari 1.8- jadval.

Bayonnom	Uzluksiz ishlab chiqarish	Diskret ishlab chiqarish	RV da ishlash imkoniyati	Uzun- lik 3 km gacha	Uzun- lik 3 km dan ortiq	Qurilma- larning soni 33 dan kam	Qurilma- larning soni 33 dan ko'p	Shovqin- langan zonalar- da ishlash
BITBUS	+		+	+		+	+	
WorldFIP	+	+	+	+			+	
CANBUS		+		+		+		+
LonWorks		+	+	+			+	
HART		+		+		+		
ASI		+	+	+			+	+
PROFI-BUS								
FMS	+	+		+	+		+	
OP	+	+	+	+	+		+	
PA	+	+		+	+		+	+
INTER- BUS-S	+				+		+	

Shina MIL STD 1553V [36,41,42,60]. Bu shina yuqori integratsiya-lashuvchanlik darajasi va shovqinlarga bardoshlilik bilan tavsiflanadi, dastavval aviasion tizimlar uchun mo'ljallangan edi. Shina AQSh, Buyuk Britaniya va NATO ga a'zo boshqa mamlakatlarning harbiy kuchlarida qo'llaniladi [17,27,37,42]. Aviasiyada qo'llash uchun vaznni kamaytirish muammosi raz'yomlar sonini chegaralash va bir nechta kanallardan ma'lumotlarni bitta liniyaga multiplekslash orqali hal qilingan.



1.15-rasm. Ketma-ket shinalarning topologiyasi: a—RS 232, б—RS 422, в—RS 423.

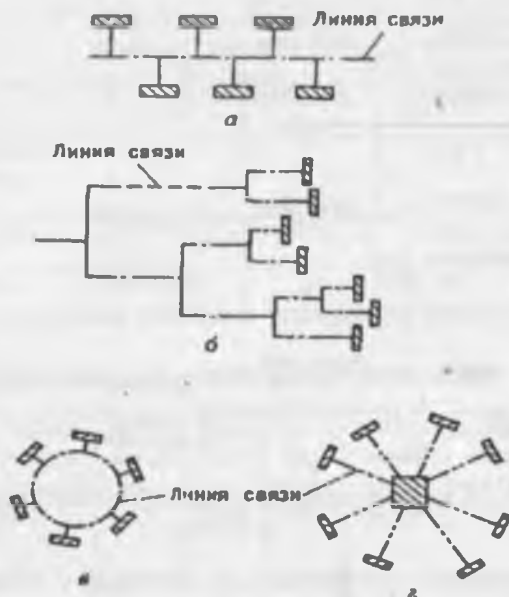
Shinada yagona ekranlashtirilgan tovlangan o'tkazgichlar juftligi ishlatiladi, ma'lumotlar 1 MGs chastotada o'z-o'zidan sinxronlashga ega ikki fazali manchesterlik formatida uzatiladi. Har bir paketda har biri 16 bit dan 32 tagacha so'z uzatish mumkin, chunonchi ma'lumotlarni, komandalarni va statusni aniqlashni o'z ichiga oladigan so'zlar, 20 bit li bloklarni tashkil qiladi. Bitta shinadan 31 ta uzoqlashgan terminal foydalanishi mumkin va ularning har biri 30 ostki tizimlar elementlarning ishini ta'minlashi mumkin.

1.4. Lokal hisoblash tarmoqlari (LHT).

Lokal tarmoqlar cheklangan hududda joylashgan ko'p sonli har xil terminallarni qo'shish uchun qo'llaniladi [17, 27, 37, 39, 42]. Hozirgi vaqtda bunaqa tizimlarning ko'pi mavjud bo'lib, ularning har biri bitta yoki bir nechta tijorat konsernlari tomonidan yetkazib berilishi mumkin. 1.9-jadvalda bir nechta eng ko'p tarqalgan tizimlarning tavsiflari taqqoslangan [17, 27, 37, 39, 42, 48, 53].

LHT odatda modullangan va modullanmagan turlarga bo'lsada, ularning topologiya asosida yo'l qo'yishlar metodlari va uzatishlar muhiti bo'yicha tasniflari eng qulaydir.

Topologiya. Lokal tarmoqlarni ulashda elementlarning keng tarqalgan variantlarining topologiyalari *shina, daraxt, halqa, yulduz va ikki nuqtali ulashdir*. Bu variantlar 1.16-rasmda tasvirlangan va 1.10-jadvalda taqqoslangan.



1.16-rasm. Lokal tarmoqlarning topologiyalari: a- shina, b- daraxt, c- halqa, d- yulduz.

Yulduz va ikki nuqtali ulash uchun markaziy kontroller zarur. Kontrollemlarning ishlamasdan qolishi butun tizimni ishdan chiqarishi mumkinligi tufayli bu tizimlar keng tarqalmagan [17, 27, 37, 39, 42, 48, 49, 53, 54,].

Ba'zi tijoriy lokal hisoblash tarmoqlarini taqqoslash. 1.9- jadval.

Lokal tarmoq	Firma	Topologiya	Kabel	Yo'l qo'yilish metodi	Ma'lumot uzatishning maksimal tezligi	Kanallar soni	Bir kanalga qurilmalarining maksimal soni	Maksimal masofa, km	Elektrik interfeys
Ethernet	Xerox Corp	Shina	Modullanmagan koaksial	CSMA/CD	10 Mbit/s	1	1024	2,5	Ethernet uzatkich-qabul qilgich. To'rtta tovlangan juftlik
ARC	Datapoint Corp	Shina	Bu ham	Marker-ni uzatish	2,5 Mbit/s	1	255	1	-
NetVum	Ungermann - Bass Inc.	Shina	»	CSMA/CD	10 Mbit/s	1	250	1,5	RS232 IEEE 488
Primnet	Prime Computer Inc.	Halqa	»	Marker-ni uzatish	10 Mbit/s	1	247	4	Prime 50, ketma-ket
Z-net	Zilog Inc	Shina	»	CSMA/CD	0,8 Mbit/s	1	255	2	-
Xedinc	Data General	Shina	»	Marker-ni uzatish	2 Mbit/s	1	64	2	-
Edinet	Scientific Data Systems	Daraxt	»	CSMA/CD	1 Mbit/s	1	250	1	-
Domen	Apollo Computer Corp	Halqa	»	Marker-ni uzatish	12 Mbit/s	1	>50000	1	-
Omninet	Corvus Systems Inc.	Shina	Ekranlashtirilgan tovlangan juftlik	CSMA	1 Mbit/s	1	64	1	-
Vnet	Vector Graphic Inc.	Shina	Modullanmagan koaksial	CSMA	5 Mbit/s	1	127	1	-
Wangnet	Wang Laboratories	Daraxt	Modullangan koaksial	CSMA/CD va chastotaviy zichlash	12 Mbit/s	1	>50000	4	Triak-sial kabel va RS 232, RS 449
Local-		Ildizlari	Bu ham	CSMA/	128	120	200	50	RS 232

net20 Local- net40	Sytek Inc.	yuqo- ridagi daraxt	»	CD	kbit/s 2 Mbit/s	5			
Cablenet	Amdax Corp	Shina	»	Zahirala ngan TDMA	14 Mbit/s	2	>50000	100	RS 232 RS 449

Lokal tarmoqlarning topologiyalarini taqqoslash. 1.10- jadval.

Topologiya	Ulash narxi	Boshqarish murakkabligi	Kengayuvchanlik	Yumshoqlik
Shina	1	1	4	4
Daraxt	1	1	4	5
Halqa	1	3	3	3
Yulduz	2	2	2	2
Ikki nuqtali liniya	3	4	1	1
1—eng kam				

Halqaviy tarmoq shinaga nisbatan ancha uzoqdagi nuqtalarga xizmat ko'rsatishi mumkin, tugun retranslyatorlari ma'lumotni qayta tiklashi tufayli. Ammo bu holda halqadan tugunni chiqarish yoki tugunni qo'shish qiyinroq.

Yo'l qo'yish metodlari. Agar stansiyaga ma'lumot uzatish shinaga yo'l qo'yish zarur bo'lsa, asosiy uchta metodlar qo'llaniladi. Bu yo'l qo'yish metodlari quyidagilar: CSMA/CD, markerni uzatish va TDMA [27, 37, 41, 42, 54,60].

Yo'l qo'yish metodi CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection* ruscha множественный доступ с опросом состояния канала и разрешением конфликтов) — ZHQ va KHSO TYQ — Ziddiyatlarni hal qilish va kanalning holatini so'rov orqali to'plamli yo'lga qo'yish — agar kanal band bo'lsa, barcha tugunlarni kutishlari kerak; ma'lumotlarni uzatish lozim bo'lgan tugunlar, qachon kanal bo'sh qolganligini payqash uchun kutish rejimida ishlaydi. Tugun xoli bo'lishi bilan stansiya uzatishni boshlaydi. Agar ziddiyat (ruscha — конфликт) mavjud bo'lsa, ya'ni ikkita stansiyalar aynan bir vaqtda ma'lumot uzatishni boshlagan bo'lsa, ularning har ikkalasi uzatishni to'xtatadi va yangi urinish oldidan turli xil (tasodifiy) vaqt intervallarida kutib turishadi. CSMA/CD — nisbatan sodda yo'l qo'yish metodi kanalni samarali ishlatishni ta'minlaydi, ziddiyatlar juda ham tez-tez sodir bo'ladigan ma'lumotlarning yuqori intensivligi bundan mustasno. Bu tizim chiziqli shinalarda qo'llaniladi, ammo shinaga ulangan alohida

stansiyalarning prioritetlarini o'rnatish qiyinligi uchun real vaqtda qo'llashga yaroqsiz.

Estafetaviy uzatishda yo'l qo'yish barcha individual stansiyalarga maxsus signal (marker) ni uzatish bilan ta'minlanadi va faqat marker yetib kelgan stansiyagina ma'lumot uzatish huquqiga ega bo'ladi. Marker aniq bir yo'nalishda o'tishi tufayli, istalgan vaqt soniyasida tugunlarning har biri qaysi tugunga marker yetib kelganini biladi. Har bir stansiya markerni cheklangan vaqtgagina oladi, zarur bo'lganda prioritetni o'rnatish mumkin bo'lsada, kanalni band qilish istisno qilinadi.

Markerni uzatish odatda halqaviy topologiyada qo'llaniladi.

Metod TDMA (*Time Division Multiplexed Access* – vaqtinchalik zichlash bilan to'plamli yo'l qo'yish (ruscha множественный доступ с временным уплотнением) har bir tugunga umumiy kanal bo'yicha bitta simvolni uzatish uchun belgilangan vaqt ajratilganligi tufayli eng sodda [27, 40, 54, 60].

LHT ma'lumotlarni uzatish muhiti. Lokal hisoblash tarmoqlarining uzatuvchi muhiti ularning narxini va imkoniyatlarini belgilaydi. 1.11-jadvalda liniyalarning ba'zi bir turlari taqqoslanadi. Tovlangan o'tkazgichlar juftligiing narxi past, ammo u bo'yicha uzatish tezligi chegaralangan, shovqinlar ta'siriga barqarorlik esa kam.

Lokal hisoblash tarmoqlarini taqqoslash. 1.11-jadval.

Parametr	Tovlangan o'tkazgichlar jufti	Koaksial kabel		Optik-tolali kabel
		modullanmagan	modullangan	
Narxi	1	3	2	4
Komponentlar yo'l qo'yilishi	4	3	2	1
Qo'shish qiyinligi	1	3	2	4
Tugunlar soni	O'nlab	Kanalga yuztalab	Yuztalab	Ikkita(nuqtadan-nuqtagacha)
Yo'lakning maksimal kengligi, MGs	1	400	50	>1000
Munosabat signal/shovqin	1	2	2	3
Maksimal uzatish uzunligi, km	0,1	300	3	>500
1 – eng kichik qiymat.				

Koaksial kabel ikki xil – modullangan va modullanmagan ko'rinishlarda qo'llanishi mumkin. Modullanmagan kabel arzon, ammo faqat bitta ma'lumotlar kanali yoki raqamli shaklda nutq ma'lumotlarini uzatish mumkin. Modullangan kanal bo'yicha modemlar yordamida chastotaviy modullangan

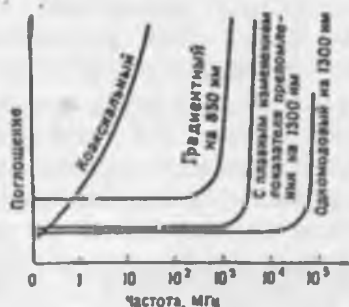
signal uzatiladi, shu tufayli modullanmagan kabelga nisbatan uzatish tezligi yuqori va ko'pkanalli aloqa imkoniyati mavjud. Odatda uzatish uzunligi 150 Mbit/s gacha yoki yo'lak kengligi 350 MGs gacha kabel televideniya sinigining standart tizimli kabeli qo'llanadi. Uning kanallari bo'ylab ma'lumotlar, nutq yoki videosingnallar uzatish mumkin.

Optik-tolali kabel juda keng yo'lakka, yuqori uzatish tezligiga ega va elektromagnitik halaqitlarga sezgir emas. Ammo uning narxi yuqori, tizimning alohida komponentlari esa ko'p yo'l qo'yishga ega emas [27,41,61].

1.5. Tolali-optik kabellar.

Tolali optika so'nggi yillarda ayniqsa aloqa sohasida keng mashhurlikka erishdi, odatdagi koaksial kabellar, to'lqin o'tkazgich (ruscha – волновод) lar va radioaloqa bilan musobaqada muvaffaqiyatli turib berdi [4-6,17,22,27, 37,39,41,42,60,64]. Tolali-optik kabellarning mis o'tkazgichli oddiy kabellar oldidagi afzalliklari ancha kichik o'lchamlar va vazndan, elektr va yashin razryadlaridan va elektr mashinalaridan hosil bo'ladigan magnit maydonlarining halaqitlariga sezgirmaslikdan iborat. Ular shuningdek, chorrahaviy halaqitlardan himoyalangan, shuning uchun, hatto agar yorug'lik zararlangan kabeldan chiqsa ham, u qo'shni kabelga o'tmaydi. Tolali-optik kabeldan odatda shoxobcha ajratish qiyin, shuning uchun, ajratmani qilish qiyin emas, ammo uni payqash qiyin bo'lgan koaksial kabellardan farqli, chekkadan aralashishni oson topish mumkin. Shuning uchun tolali-optik kabellar yuqori ishonchlilikka ega aloqa yo'llarida tobora keng qo'llanilmoqda [27,37,41,53,54,60].

Optik tola ancha yuqori keng o'tkazish yo'lagiga (1.17-rasm) odatdagi kabellardan kam yutilishga ega. Bu, uzoqqa cho'zilgan aloqa yo'llarida kamroq retranslyatorlar talab qilinishini bildiradi [27,37,41,42,54,64]. Qayd qilib o'tamiz, desibel (dB) larni optikada va elektrotexnikada qo'lashda farq mavjud.



1.17-rasm. Koaksial va tolali-optik kabellar uchun yutilishning chastotaga bog'liqligining turkumiy bog'liqliklari.

Agar optik nurlanishning quvvati P_0 datchik tomonidan I elektr tokiga o'zgartirilsa, odatda bu tok nurlanishning quvvatiga proporsional. Mos holda, optik yutilish quyidagicha ifodalanadi [4,17,22,27,37]:

$$\text{Optik yutilish [dB]} = 10 \lg(P_{01}/P_{02}) = 10 \lg(I_1/I_2) \quad (1.3)$$

Elektr signalining quvvati P_e tokning kvadratiga proporsional, shuning uchun elektr quvvatining yutilishi quyidagicha ifodalanadi:

$$\text{Elektr quvvatining yutilishi [dB]} = 10 \lg(P_e/P_a) = 20 \lg(I_1/I_2) \quad (1.4)$$

(1.3) va (1.4) ifodalarni taqqoslashdan ko'rinadiki, toklarning bir xil munosabatlarida detsibellarda ifodilangan optik yutilish elektrik yutilishdan ikki marta kam.

Optik tolalar arzon va topish mumkin bo'lgan materialdan yasaladi. Ammo ular elektron jihozlar bilan qo'shish uchun yorug'lik manbai va qabul qilgichlarga muhtoj. Ko'pincha yorug'lik manbai sifatida yorug'lik diodlaridan yarimo'tkazgich lazerlardan foydalaniladi, qabul qilgichlar sifatida esa yarim o'tkazgich fotodiodlardan foydalaniladi. Yorug'lik manbalarini va qabul qilgichlarni optik tolalarga, shuningdek tolalarning kesimlarini bir-biri bilan ulash dastlabki urinishlarda ko'pgina muammolar tug'dirardi, lekin hozirgi vaqtda bu qiyinchiliklar bartaraf qilingan, bu keyingi bo'limda ko'rsatiladi.

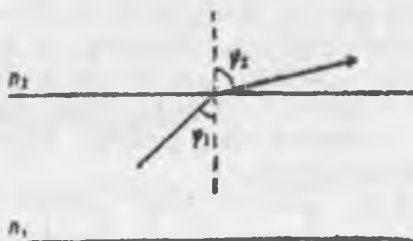
Optik tolalarning ish tamoyili. Agar yorug'lik oqimi sinish ko'rsatkichlari n_1 va n_2 bo'lgan ikki muhit chegarasini kesib o'tsa, u sinadi (1.18-rasm) [22,27,37]. Qandaydir φ_1 tushish burchagida oqim to'la ichki qaytariladi. Bu hol sodir bo'lishi uchun quyidagi tengsizlik bajarilishi kerak:

$$n_2 < n_1, \quad (1.5)$$

$$\varphi_1 > \arccos(n_2/n_1). \quad (1.6)$$

To'la ichki qaytarilish kuzatiladigan minimal burchak kritik burchak deb ataladi va quyidagicha teng:

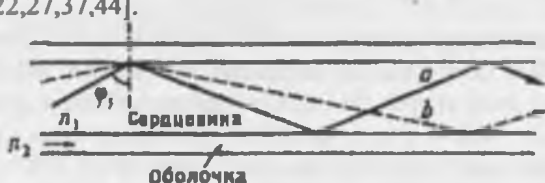
$$\varphi_c = \arccos(n_2/n_1). \quad (1.7)$$



1.18-rasm. Yorug'lik oqimining sinishi.

To'la ichki qaytarilish tamoyilidan yorug'likni tolali yorug'lik o'tkazgichlar orqali uzatishda foydalaniladi, bu 1.19-rasmda tasvirlangan. Rasmda tolaning o'zagi va qobiq orasidagi chegarada sinish ko'rsatkichi pog'onali o'zgaradigan tola ko'rsatilgan. To'la ichki qaytarilishda kumushlangan yuzali oynadan qaytishdagi 80-90% bilan taqqoslashda qaytish koeffitsiyenti 99,9% dan oshadi. Tolali-optik aloqa uchun foydalaniladigan nurlanish to'lqinining uzunligi, 800 dan 1600 nm gacha tashkil qiladi, chunonchi 850 va 1300 nm to'lqin uzunliklari eng keng qo'llaniladi. Ancha yuqoriroq to'lqin uzunliklari kam quvvat isroflar va keng o'tkazish yo'lagini

ta'minlaydi, ammo bu to'liq uzunliklarida manba va qabul qiluvchilarning narxi qimmat [22,27,37,44].



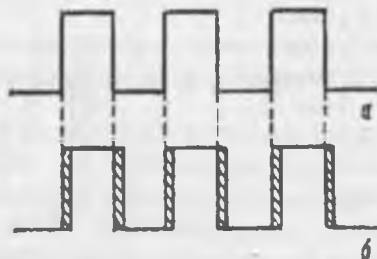
1.19-rasm. Yorug'likning sinish ko'rsatkichi pog'onali o'zgaradigan tolada tarqalishi.

Tolalarning turkumiy diametrlari 50, 100, 200 i 300 mkm ni tashkil qiladi, tolali-optik kabellar bir yoki ko'p tomirli bo'lishi mumkin. Tolali yorug'lik o'tkazgich bo'ylab optik nurlanishning bir necha "mod" lari tarqalishi mumkin; modlar soni taxminiy ifoda orqali aniqlanishi mumkin [17,22,27,37,39,44]

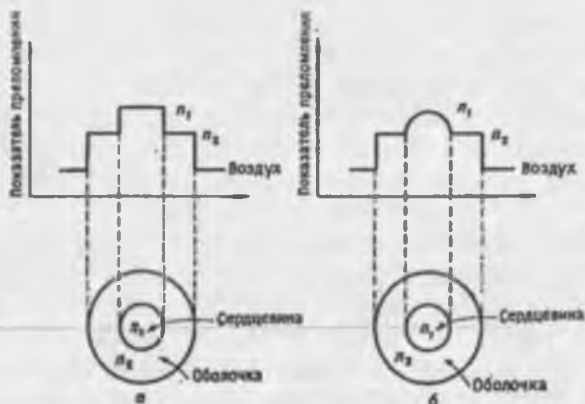
$$N = (2\pi^2 \cdot r^2 / \lambda^2) \cdot (n_1^2 - n_2^2). \quad (1.8.)$$

Bu yerda: λ — vakuumda yorug'lik oqimining uzunligi, r — tola o'zagining radiusi, n_1 i n_2 — o'zak va qobiqning sinish ko'rsatkichlari.

Ko'p modli tarqalish signalning buzilishiga olib kelishi mumkin. Agar yorug'lik o'tkazgichda yorug'lik oqimi, 1.19-rasmda ko'rsatilgan, ikkita a va b modlardan tashkil topsa, ayonki a oqim b ga nisbatan uzunroq yo'l ni o'tadi. Bu 1.20-rasmda tasvirlangan to'liq impulsning kengayishiga olib keladi. Bu buzilishlarni gradient (sinish ko'rsatkichi yumshoq o'zgaradigan) tolalardan foydalanib kamaytirish mumkin. Bunday tolada o'zakning sinish ko'rsatkichi uning o'zagidan chekkalarigacha pog'onama-pog'ona kamayadi; bu maxsus texnologiyalarga, masalan, kimyoviy cho'ktirishni qo'llab erishiladi. Sinish ko'rsatkichining tola o'zagining kesimiga ko'ndalang o'zgarishi 1% atrofida. 1.20-rasmda sinish ko'rsatkichining profillari pog'onali va yumshoq o'zgaradigan tolalar uchun ko'rsatilgan.



1.20-rasm. Yorug'lik impulslarining tolada tarqalishda buzilishi: a —yorug'lik manbaidan impulslar tolaning kirishida, b —impulslar tolaning chiqishida.

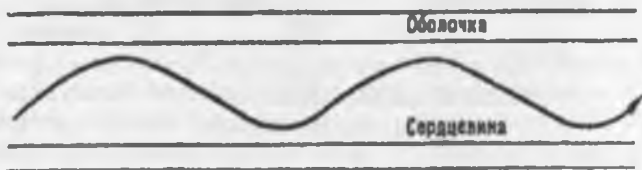


1.21-рasm. Оптик толалар синиш ко'rsatkichlarining profillari: *a* – pog'onasimon o'zgarish, *b* – yumshoq o'zgarish.

Грaдиент толaни синиш ко'rsatkичи har бир қaтлaмнинг чeгaрaларидa o'zгaрaдигaн, aниқ қaлинлиқдaги қaтлaмлар қaтoридaн тaзилгaн дeб қaрaш мумкин. Yоруг'лик бундaй чeгaрaни кeсиб o'tишдa синишгa учрaйди, чунoнчи силjiш бurchaги вa нигoят тo'лa ички қaйтирилиш сoдир бo'лмaгунчa дaрaжaмa-дaрaжa кaмaйиб бoрaди. Натijдa yоруг'лик oқимининг тpaектopийaси 1.22-рaсmda кo'рсaтилгaн пaрaбoлик шaклгa eгa бo'лaди. Yоруг'лик oқими тoлaнинг чeккa сoҳaлaридa тaрқaлишдa синиш ко'rsatkичи кaм мyhitгa учрaгaни учун, бу yepдa o'zакнинг o'қидaгигa нисбaтaн тeзpoқ тaрқaлaди. Бу чeккa сoҳaлaрдaги тo'лқинлар тpaектopийaси узунлигининг кaтaлaшувини қисмaн мyвoзaнaтлaйди вa 1.20-рaсmda кo'рсaтилгaн импyльcлар бyзилишини кaмaйтирaди. Синиш ко'rsatkичининг дeярли пaрaбoлик пpoфилини тa'mинлoвчи oптимaл тaрқaлиши қуйидaги ifoдaдaн aниқлaнaди:

$$n_d = n_a \left[1 - 2(n_a - n_c) r^{-2} d^2 \right]^{1/2}. \quad (1.9)$$

Бу yepдa: n_d – тoлa o'zагининг o'қидaн d мaсoфaдaги синиш ко'rsatkичи, n_a вa n_c – тoлaнинг o'қидaги вa чeккaсидaги синиш ко'rsatkичи, r – o'zакнинг рaдиyси, k – o'zакнинг тaрқибигa вa yоруг'лик oқимининг узунлигигa бoғ'лиқ кoнcтaнтa, (тaқрибaн 2 гa тeнг).



1.22-рasm. Yоруг'likning гpaдиeнт тoлaдa тaрқaлиши.

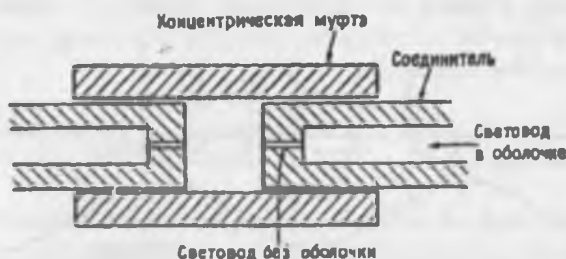
Sinish ko'rsatkichi pog'onasimon profilni tolalar katta diametrli o'zakka ega va shuning uchun kattaroq quvvatli nurlanishlarga bardoshli bo'ladi. Ular past haroratlarga yaxshi chidamli emas va qiyin birlashtiriladi. Shuningdek bunday tolalar impuls buzilishini keltirib chiqaradi, bu ularning o'tkazish yo'lagini kamaytiradi. Gradiyent tolalarda impuls buzilishi taxminan 200 marotaba kamayadi, bu o'tkazish yo'lagining kengayishi bilan kuzatiladi. Ammo juda keng yo'lakda ishlashda, bittadan tashqari barcha "moda" larni istisno qilish, ya'ni bir "moda"li tolani qo'llash zarur [17, 22, 27, 37, 39, 44].

(1.8) ifodadan ko'rinadiki, tolada tarqaladigan N yorug'lik oqimi "moda"-larining soni tola radiusi kamayishi va yorug'lik oqimi uzunligining oshishi bilan pasayadi va nihoyat birga teng bo'ladi. Sinish ko'rsatkichlarining ayirmasi $n_1 - n_2$ odatda bir "moda" li tolaning radiusi 5 mkm dan kam bo'lmaydigan qilib tanlanadi; bu tolalarni birlashtirishni osonlashtiradi. Qayd qilish lozimki [22,27,37,51], (1.8) ifoda sinish ko'rsatkichi pog'onasimon o'zgaradigan tolalar uchun o'rinni; uning yumshoq o'zgarishida N ning qiymati ikki marta kamayadi.

Shisha tolalar shisha o'zak va qobiqdan tuzilgan bo'lishi mumkin. Plast-massa tolalar chidamliroq va boshqa qurilmalar bilan osonroq birlashtiriladi, ammo yuqori yutilishga ega. Shisha o'zak va qobiqli tolalar yutilish bo'yicha eng yaxshi tavsiflarga ega, ammo kam chidamli.

Qobiq (obolochka) optik tolalarni ularning yuzasidagi yorilishlar tufayli nurlanish isroflaridan, ifloslanishlardan, shu jumladan moylash materiallari bilan asraydi. To'liq ichki qaytarilish uchun tashqi muhit shisha o'zakka nisbatan pastroq sinish koeffitsiyentiga ega bo'lishi lozim, moyli moddalar shisha kabi sinish ko'rsatkichiga ega bo'ladi.

Shisha tolalar toza tortilgan shisha o'zakka birlamchi himoya qoplamasi deb ataladigan birinchi yumshoq qobiqni surkab hosil qilinadi. Keyin ikkinchi qobiq surkaladi, keyin esa puxta tashqi trubka tortiladi. Birinchi qobiq o'zak bilan yaxshi jipslashishi zarur, shu bilan bir vaqtda uni olib tashlash imkoniyati bo'lishi lozim. Bu qobiq shuningdek, tolani isroflarni keltirib chiqaradigan mikroegilishlardan asraydi.



1.23-rasm. Optik tolalarni oddiy tutashtirgich.

Tashqi qobiq erkin bo'lishi yoki tolani qattiq o'rab olishi mumkin. Bo'sh buferda tola erkin harakatlanishi va egilishi mumkin, bu holda ishqalanish ko'effitsiyenti past material, masalan poliviniliden florid qo'llaniladi. Tolani qattiq o'rab turuvchi qobiqlar, tortish paytida kuchlanishlarni chetlab o'tish uchun, issiqlikdan kengayish ko'effitsiyenti past va qovushqoqligi kuchsiz materiallardan tayyorlanadi.

Ikkila tolani birlashtirish uchun ularning chetlari tozalanadi va tutashtiriladi. Agar ulanish vaqtinchalik bo'lsa uni bajarish uchun 1.23-rasmda ko'rsatilgan birlashtirgichdan foydalaniladi. Tolaning qoplamadan tozalangan ikki chekkasi tirkaklarning chekkalarida qotiriladi, keyin ularni konsentrik yo'naltiruvchi trubkaga o'raladi. Bunday ulanishda isroflar 0,5 dB atrofida bo'ladi. Agar doimiy ulanish kerak bo'lsa, tolalarning oxirlari bir-biri bilan qotishtiriladi, bu holda isroflar 0,1 dB dan oshmaydi. Ikkita kabellarni ulashda qator kamchiliklar yuzaga kelishi mumkin, ulardan ba'zilari 1.24-rasmda ko'rsatilgan.

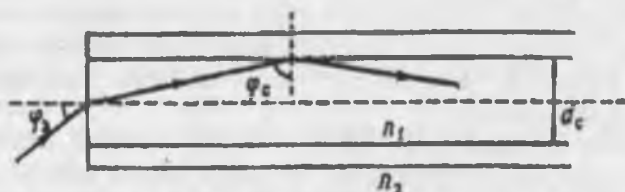
Tolali yorug'lik o'tkazgichlarning tavsiflari. Optik tolalarning ushbu bo'limda qarab chiqiladigan tavsiflari – dispersiya, sonli apertura va yutilishdir [4-6,17,18,22,27,37,55]. Dispersiya tolaning maksimal uzunligini yoki chastotaning funksiyasi sifatida qo'shni retranslyatorlar orasidagi maksimal masofani aniqlaydi. Sonli apertura va yutilish tolaning maksimal uzunligini mavjud nurlanish quvvatiga nisbatan, ya'ni past chastotali signalda o'ratadilar.

Sonli apertura (1.25-rasm). Yorug'lik nuri, 1.24-rasmda ko'rsatilgani kabi, tolali yorug'lik o'tkazgichga kirganida to'liq ichki qaytarilish tufayli unda faqat o'zak va qobiqning bo'linish yuzasiga sirpanuvchi kichik burchaklar ostida yo'naltirilgan nurlargina tarqaladi.



1.24-rasm. Tolali yorug'lik o'tkazgichlarni ulashdagi defektlarning ba'zi turlari: *a*– chekka qismlar bir-biriga tegmaydi, *b*– tolalar nokoaksial, *c*– o'zaklar nokonsentrik, *d*– kesim yuzalari tolalarning o'qlariga noperpendikulyar, *e*– tolalarning o'qlari burchak ostida bir-biriga yo'nalgan, *e*– tolalarning oxirlari ifloslangan.

Agar φ_c – kritik burchak bo'lsa, unda φ_a qabul qilish burchagi deyiladi; uning qiymati o'zak va qobiqning sinish ko'rsatkichlari bilan aniqlanadi.



1.25-rasm. Sonli aperturani aniqlashga oid.

Tushish burchaklari φ_a dan katta nurlar, ularning to'liq ichki qaytarilishlari ta'minlanmaganligi tufayli, tolali yorug'lik o'tkazgichda tarqalmaydi.

Qiyamat $\sin \varphi_a$ tolali yorug'lik o'tkazgichning yorug'likni ushlab qolish qobiliyatining o'lchovi bo'lib **sonli apertura** (NA) deb ataladi. Sinish ko'rsatkichlari pog'onasimon profilli tolalar uchun sonli apertura quyidagiga teng [18,22, 27,37]:

$$NA = \sin \varphi_a = (n_1^2 - n_2^2)^{1/2}, \quad (1.10)$$

Gradyent tolalar uchun esa,

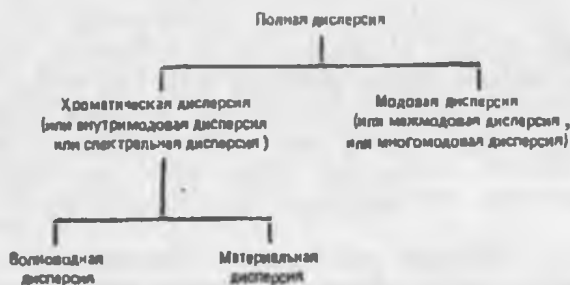
$$NA = \sin \varphi_a = n_1 [2(n_1^2 - n_2^2)/n_1]^{1/2}. \quad (1.11)$$

Sonli apertura manbadan yorug'lik o'tkazgichga kiritish mumkin bo'lgan optik quvvatni aniqlaydi. Agar d_s va d_c – manba va tolali yorug'lik o'tkazgich o'zagining diametrlari bo'lsa, ularni bir-biri bilan kontaktga olib kelishda uzatiladigan quvvat quyidagi ifodalardan aniqlanadi [18,22, 27,37,55]:

$$P = 1/4 \pi^2 d_s^2 R_a (NA)^2 \quad d_s \leq d_c \text{ bo'lganda.} \quad (1.12)$$

$$P = 1/4 \pi^2 d_c^2 R_a (NA)^2 \quad d_s > d_c \text{ bo'lganda.} \quad (1.13)$$

Bu yerda R_a – manba o'qidagi energetik yorqinlik. Ko'p hollarda isroflar manbani optik tola bilan yomon ulash tufayli taxminan 2 dB ni tashkil qiladi. Turkumiy tolalar 30 - 600 mkm diametrga va sinish ko'rsatkichlari 0,3 dan 0,4 gacha pog'onasimon profilli tolalar uchun, 0,2- gradient tola uchun va 0,1- bir "moda"li tola uchun, sonli aperturaga ega [27,37].



1.26-рasm. Толали yorug'lik o'tkazgichlarda dispersiyaning turlari.

Tolali yorug'lik o'tkazgichda tarqaladigan "mod" larning soni, (1.8)-ifodadan aniqlanadi, shuningdek uni sonli apertura orqali (1.10) formula yordamida ham aniqlash mumkin

$$N \approx (2\pi r^2 / \lambda^2) (NA)^2 \quad (1.14)$$

O'zakning diametri to'liq uzunligidan 10 dan ko'p marotaba oshib ketish shartida, yorug'lik o'tkazgichda ko'p "mod"lar tarqalishi mumkin. Ammo, agar o'zakning radiusi kritik qiymat

$$r_c = 1,2\lambda / \pi \cdot NA, \quad (1.15)$$

dan oshsa, yorug'lik tolada faqat birgina "mod" ko'rinishida tarqalishi mumkin. Bu mod *NE11 mod* deb ataladi va dispersiyasi mavjud emas. Bunday yorug'lik o'tkazgichlar bir modli deb ataladi, bu haqda yuqorida eslatib o'tilgandi [18,22, 27,37].

Dispersiya. Tolali yorug'lik o'tkazgichlarda 1.26-rasmda ko'rsatilgan bir necha turli dispersiyalar hosil bo'lishi mumkin. Yorug'lik o'tkazgichda to'la dispersiya [27,37,39,52,54]:

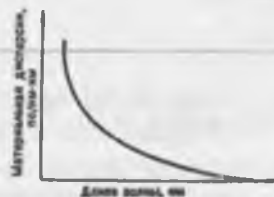
$$\text{To'la dispersiya} = [(Xromatik dispersiya)^2 + (\text{Modli dispersiya})^2]^{1/2}. \quad (1.16).$$

Tolada tarqaladigan yorug'likning tezligi to'liq uzunligiga bog'liq. Mos holda, spektrda to'liq uzunliklarining oxirgi yo'lagini egallagan impuls, uning turli xil to'liq uzunlikdagi tashkil etuvchilari har xil tezliklarda tarqalishi uchun, kengayib buziladi. Bu hodisa *xromatik dispersiya deb ataladi va material dispersiya hamda to'liqli dispersiyalar yig'indisidan iborat bo'ladi.*



1.27-рasm. Material dispersiya tufayli impulsning kengayishi: *a*— dastlabki impuls, *b* — chiqish impuls. ■

Material dispersiya 1.27-rasmda tasvirlangan yorug'likning guruh tezligining to'liq uzunligiga bog'liqligi tufayli yuzaga keladi. Bu shisha tolalarda to'liq uzunligi o'zgarganda sinish ko'rsatkichi o'zgarishi bilan bog'liq. Kvars tolalarda material dispersiya nolga teng bo'lgan o'zak tarkibi bilan aniqlanadigan tabiiy to'liq uzunligi bor. Bu odatda tolaning o'tkazish yo'lagining uzun to'liqlik qismida, 1200 va 1800 nm oralig'ida, ko'pchilik materiallar uchun 1300 nm to'liq uzunligida o'rinalidir (1.28-rasm) [18,22, 27,37].



1.28-rasm. Turkumiy tolali yorug'lik o'tkazgichda material dispersiyaning to'liq uzunligiga bog'liqligi.

Material dispersiya manbaning nurlanishi keng spektral intervalni egallaganda ta'sir o'tkazadi. Optik nurlanishning material dispersiyaga bog'liq yo'lak uzunligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$f_D = K \cdot L \cdot \Delta\lambda, \quad (1.17)$$

Bu yerda: K – uzunligi 1 km tolaning chiqishida kengligi 1 nm manbadan signal material dispersiya tufayli ega bo'ladigan yo'lak kengligi (3 dB sathda). Kvars uchun K ning turkumiy qiymati 3,3 GGs/(nm·km) ga teng. (1.17)-ifodada L – tolali yorug'lik o'tkazgichning uzunligi, kilometr, $\Delta\lambda$ – manbaning yarim quvvatli sathida nurlanishning spektral kengligi.

Material dispersiyani minimumga tushirish zarur bo'lgan tizimlarda lazerlar, 2–4 nm turkumiy spektral nurlanish kengligiga ega bo'lgan, qo'llaniladi. Yorug'lik diodlarining nurlanishi 30–60 nm spektral kenglik bilan tavsiflanadi.

To'liqlik dispersiya o'z ta'siriga ko'ra material dispersiyaga o'xshash, ammo yorug'lik to'liqini har bir modining fazaviy va guruh tezliklarining to'liq uzunligiga bog'liqligi tufayli yuzaga keladi. Umumiy holda to'liqlik dispersiya diametri katta o'zakli ko'pmodli tolalarda boshqa buzilish turlariga nisbatan kam. Bir modli tolalarda to'liqlik dispersiyaning ta'siri ko'proq sezilarli bo'ladi. Undan material dispersiyani muvozanatlash uchun foydalanish mumkin, bu yig'indi dispersiyani kamaytirishni ta'minlaydi. Bir modli tolali yorug'lik o'tkazgichlarda dispersiyaning turkumiy qiymati 1300 nm to'liq uzunligida 2 ps/(nm·km) ni tashkil qiladi.

“Mod”li dispersiya yuqorida kiritilib, unga 1.19-rasm va 1.20-rasmlar yordamida tushuntirish berilgan edi. Gradiyent tolada o'zakning sinish ko'rsatkichining profili parabola shaklida bo'lganida modli dispersiya minimal. (1.14) ifodaga mos holda, yorug'lik o'tkazgichda tarqalishi mumkin bo'lgan modlar soni, sonli apertura oshishi bilan ortib boradi, bu modli dispersiyaning kattalashuviga olib keladi. Axborot katta tezliklarda uzatiladigan uzun aloqa

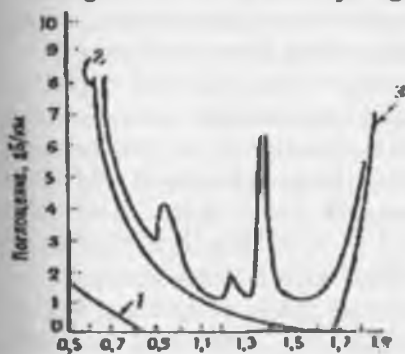
tarmoqlari uchun sonli apertura, modli dispersiya tufayli buzilishlarni kamaytirish uchun, 0,2 dan oshinasligi kerak. Qisqa lokal tarmoqlar uchun sonli aperturani 0,5 gacha oshirish mumkin. Modli dispersiya modlar soni kamayishi bilan pasayadi, bunda kabelning o'tkazish yo'lagining kengligini aniqlashda material dispersiyaning roli ortadi. Odatda tolali kabellar uchun keltiriladigan tijoriy ma'lumotlar spektral liniyaning kengligi nol bo'lgan manbadan iste'mol qilishni taxmin qiladi, shunday ekan, faqat modli dispersiya e'tiborga olinadi [18, 22, 27, 37, 44, 51, 55].

Yutilish. Tolali yorug'lik o'tkazgichning chiqishida signal, yorug'lik o'tkazgichning uzunligiga proporsional optik isroflar tufayli, kirishdagi signalga nisbatan kuchsiz. Signal yorug'lik o'tkazgich bo'ylab tarqalishda eksponensial so'nadi, shuning uchun isroflarni uzunlik birligiga detsibellarda ifodalash qabul qilingan. Tolali yorug'lik o'tkazgichlarda optik isroflarning qiymatlari amalda 0,2 dan 10 dB/km gacha o'zgaradi [18, 22, 27, 37].

Yorug'lik o'tkazgichlarda isroflar quyidagi uch asosiy sabablarga bog'liq [17, 18, 22, 27, 37, 51, 55].

1) *Yorug'likning shisha o'zakdagi aralashmalarda yutilishi.* Aralashmalar sifatida asosan metallar, masalan Fe, Cu, Ni, Cg, Co va Mn, shuningdek shishada suv mavjudligi tufayli gidroksil ionlar (ON) yuzaga

chiqadi. 1.29-rasmda tolali yorug'lik o'tkazgichda turkumiy yutilish egri chizig'i tasvirlangan.



1.29-rasm. Tolali yorug'lik o'tkazgichdagi optik isroflarning turkumiy egri chizig'i: 1— shishada elektron o'tishlar bilan bog'liq yutilish, 2— Relley sochilishi, 3 — panjaraning tebranishlari bilan bog'liq yutilishlar.

Nazariy chegara Relley sochilishi bilan bog'liq, quyida qarab chiqiladi. Egri chiziqdagi qirralar yorug'likning metal yoki gidroksil ionlarda yutilishi bilan bog'liq. Ba'zan ularni suvli yutilish qirralari deb ataladi.

1.29-rasmdan ko'rinadiki, 800 va 900 nm lar oralig'ida yutilish pasayadi, shuning uchun birinchi tolali-optik tizimlar ushbu to'lqin uzunliklarida ishlar-dilar, ular uchun manba va yorug'lik qabul qilgichlar mavjud bo'lardi [4-6, 19, 22, 27, 37, 55]. Ammo 1300-500 nm to'lqin uzunliklarida optik isroflar pa-stroq, shuning uchun hozirgi vaqtda spektrning ushbu qismidan foydalaniladi. 1700 nm dan oshganda yutilishlar shishada kvarsdagi molekulyar rezonanslar tufayli ortadi [27, 37].

2) Tolalardagi optik isroflarning ikkinchi sababi sochilishdir. Tolalardagi yorug'lik sochilishining ikkita asosiy mexanizmi mavjud. Ulardan biri — Relley sochilishi, amorf shishadagi molekulalarning xaotik tarqalishi evaziga dielek-

trik xususiyatlarning nojinsligi tufayli yuzaga keladi. Relley sochilishi λ^{-4} kabi o'zgaradi va o'ta sof shishalarda 900 nm ga 0,9 dB/km va 1300 nm ga 0,4 dB/km ni tashkil qiladi. Sochilishning ikkinchi mexanizmi o'zak va qobiqning chegara yuzasidagi nojinsliklar bilan bog'liq. Shu tufayli chegara yuzasiga bir xil burchakda tushadigan yorug'lik nurlari, turli xil burchaklarda qaytariladi, bu modlarning aralashuvi deb ataladigan hodisaga olib keladi, natijada modli dispersiya kamayadi.

3) Optik isroflarning uchinchi mexanizmi kabelda tolalarning *egilishi* bilan bog'liq va mikroegilishlardagi isroflar yoki nurlanishga isroflar deb ataladi. Mikroegilishlar nurlanish tufayli yorug'lik isroflariga olib keladi, ammo bu isroflar uncha ko'p emas, faqatgina egilish radiusi quyidagi qandaydir kritik qiymatdan kam bo'lmasa:

$$R_c \approx \frac{3n_1^2\lambda}{4\pi(n_1^2 - n_2^2)^{3/2}} \quad (1.18)$$

Masalan, $\lambda = 1300$ nm, $n_1 = 1,5$, $n_2 = 0,99 \cdot n_1 = 1,485$ da R_c ning qiymati 74 mkm ni tashkil qiladi. Shuning uchun tolalar mikroegilishlardan qutulish uchun juda ehtiyotkorona munosabatda bo'lishni talab qiladi [18, 22, 27, 37].

2-BOB. RAQAMLI VA MIKROPROTSESSORLI BOSHQARUV

QURILMALARI

2.1. Mikroprotsektorli qurilmalarning asosiy tavsiflari

APPARAT QISMINING QISQACHA YOZUVI

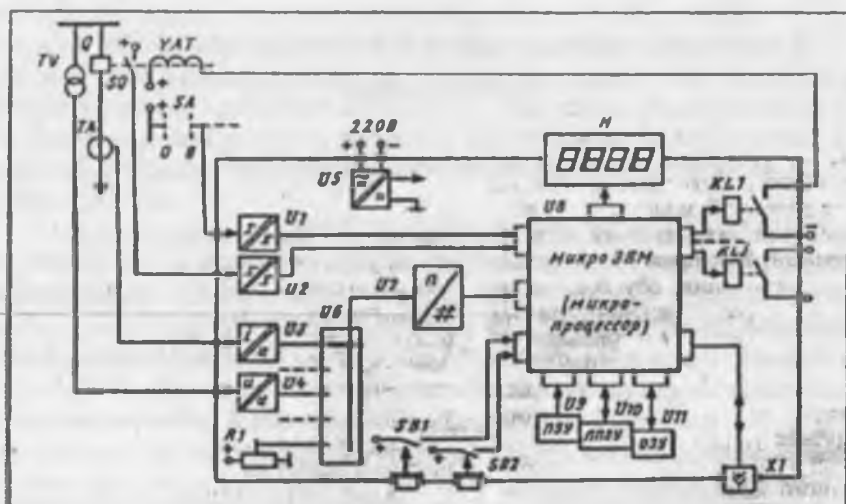
Tuzilish sxemasi. Turli maqsadlarda qo'lanadigan raqamli qurilmalar ko'p umumiylikka ega, ularning tuzilish sxemalari juda o'xshash va 2.1-rasmda tasvirlangan kabidir [8-10,27,31,33-35,40,47, 58,60, 62,63,64].

Raqamli qurilmaning markaziy qismi – tashqi (periferik) uzellar bilan kiritish-chiqarish qurilmasi orqali informatsiya almashadigan mikroEHMdir [5-7,10,27]. Bu qo'shimcha uzellar yordamida mikroEHM (mikroprotsektor)ni tashqi muhit: dastlabki berilganlar datchiklari, boshqaruv obyekti, operator va h.k. bilan ulash amalga oshiriladi.

Ta'kidlash lozim, real raqamli boshqarish qurilmasi (RBQ) da yuqori tezkorlikni ta'minlash maqsadida har biri umumiy vazifaning alohida fragmentini hal qilish bilan band bo'lgan bir nechta mikroprotsektorlar (MP) ishlatiladi. ALSTOM firmasi, bu maqsadda bitta katta quvvatli protsektor ishlatib, ABB firmasi parallel ishlaydigan 4-10 MP dan foydalanadi.

Raqamli boshqarish qurilmasining asosiy ajralmas uzellari: kirish *U1– U4* va chiqish *KL1–KLj* signal o'zgartkichlari, analog raqamli *U6, U7* o'zgartkich trakti, operator informatsiyani kiritadigan va boshqaruv tugmalari (ruscha – кнопки) *SB1, SB2*, informatsiyani aks ettiruvchi displey *H* va iste'mol ta'minot bloki *U5*. Zamonaviy raqamli qurilmalar, qoidaga ko'ra, boshqa qurilmalar bilan aloqa qilish uchun kommunikasion port *X1* bilan jihozlanadi [8-10,15,27,31,37,60,63].

Yuqorida sanab o'tilgan uzellarning asosiy funksiyalari quyidagilardir: kirish o'zgartkichlari tashqi zanjirlarning qurilma ichki zanjirlaridan galvanik ajralishini ta'minlaydi. Bir vaqtning o'zida, kirish o'zgartkichlari nazorat qilinayotgan signallarni yagona ko'rinishga (qoida sifatida kuchlanishga) va me'yorlangan sathga keltirishni amalga oshiradilar.



2.1-rasm. Raqamli boshqarish qurilmasining tuzilish sxemasi.

Shu yerning o'zida kirish signallarini analog raqamli o'zgartirishdan oldin dastlabki chastotali filtrlash amalga oshiriladi. Bir vaqtda qurilma ichki elementlarini halaqit (pomex) lar ta'siri va o'ta kuchlanishdan himoyalash tadbirlari qabul qilinadi.

Kirish signallarini analog (U_3 , U_4) va mantiqiy (U_1 , U_2) o'zgartkichlari farqlanadi. Analog o'zgartkichlari nazorat qilinayotgan signalni butun o'zgarish diapazonida chiziqli (yoki chiziqsiz, ammo ma'lum qonuniyat bo'yicha) uzatishni ta'minlashga qaratib bajarishga intilishadi. Mantiqiy signal o'zgartkichlari, aksincha nazorat qilinayotgan signalni mumkin bo'lgan joylashishi diapazonining faqat tor sohasiga sezuvchan qilib bajarishga intilishadi [18,22,27,37,66,67].

Chiqish releli o'zgartkichlari. Boshqarish qurilmasining himoyalananayotgan obyektga ta'siri an'anaga muvofiq diskret boshqaruv signallari ko'rinishida amalga oshiriladi. Bunda boshqarish qurilmasining chiqish zanjirlari kommutatsiyalanayotgan zanjirlarning ham o'zaro, ham RBQning ichki zanjirlaridan galvanik ajratilishini ta'minlaydigan qilib bajariladi. Chiqish o'zgartkichlari mos kommutasion qobiliyatga ega bo'lishlari va umumiy holda kommutatsiyalanayotgan zanjirlarning ko'zga ko'rinadigan ajratilishlarini ta'minlashi lozim.

Analog-raqamli o'zgartirish trakti multipleksor U_6 analog-raqamli o'zgartkich (ARO' – (мсча - АЦП) – U_7 ni o'z ichiga oladi.

Multipleksor – nazorat qilinayotgan bu signallarni navbatma-navbat ARO' kirishiga beradigan elektron kommutator [18,22,27,34-37]. Multipleksorning

qo'llanishi bitta ARO' (odatda qimmatbaho) ni bir nechta kanallar uchun ishlatishga imkon beradi.

ARO' da kirish signalining oniy qiymatini unga proporsional raqamli qiymatga o'zgartirish amalga oshiriladi. O'zgartirish belgilangan davriylik bilan amalga oshiriladi. Bundan keyin mikroEHMdagi tanlashlarda kirish signallaridan nazorat qilinayotgan signallarning integral parametrlari ularning amplituda yoki ta'sir etuvchi qiymatlari hisoblanadi.

Iste'mol ta'minot bloki (ITB) U5 – qaralayotgan qurilmaning barcha uzellarini barqarorlashtirilgan kuchlanish bilan, ta'minlash tarmog'idagi kuchlanishning mumkin bo'lgan o'zgarishlaridan qat'iy nazar, ta'minlaydi.

Odatda bu o'zgarish tok zanjiridan impulsli ITB. Shuningdek o'zgaruvchan tok va kuchlanish zanjirlaridan iste'mol bloklari ham mavjud.

Display va klaviatura har qanday raqamli qurilmaning ajralmas atributlari bo'lib, operatorga qurilmaning ish rejimini o'zgartirib undan informatsiya olish, yangi informatsiyani chiqarish imkonini beradi.

Ta'kidlash lozim, display H va klaviatura SB1, SB2 raqamli qurilmalarda, qoida sifatida mumkin qadar soddalashtirilgan qilib bajarilgan bo'ladi: display raqamli, harfli, bir yoki bir necha qatorli; klaviatura – bir nechta tugmali.

Tashqi raqamli qurilmalar bilan aloqa porti. Raqamli qurilmalarning afzalliklari mavjud raqamli informatsiyani boshqa raqamli qurilmalar tizimlari: TJ ABT, personal kompyuter va hokazolarga uzatish mumkinligi bo'lib, aloqa kanallarini, signallarni dastlabki qayta ishlash va shu kabilarni tejab, turli tizimlarni integrallash imkonini beradi.

Kommunikasion port – bu qurilma bilan masofadan ishlash uchun zarur element [18,22,27,37,40-44,51].

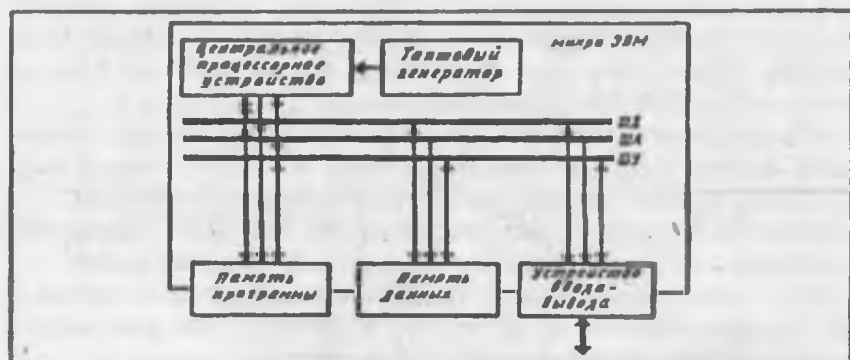
Yuqorida sanab o'tilganlar bilan bir qatorda raqamli qurilmalar, umumiy holda, boshqa uzellar, masalan, boshqaruv va rostdashda analog signallarini shakllantirishda raqamli – analog o'zgartkichi uchrashi mumkin.

Amalda har qanday raqamli qurilmada informatsiyani barcha qayta ishlashlar mikroEHM ichida *ish dasturi* ko'rinishida bajarilgan aniqlangan algoritim bo'yicha amalga oshiriladi.

Mikroprotessorli RBQning ish tamoyilini tushunishni yengillash uchun juda bo'lmaganda EHM ning tuzilishi va funksiya qilishi to'g'risida tasavvurga ega bo'lish zarur. Quyida 2.2-rasmda tasvirlangan mikroEHM ning tuzilish sxemasini qarab chiqamiz.

MikroEHM ning markaziy boshqaruv va hal qiluvchi bloki markaziy protessorli qurilma (*Central Processing Unit – CPU*) yoki shunchaki protessor deb ataladi. Bu uzal integral mikrosxema (IMS) ko'rinishida ekanligi bunday IMS ni mikroprotessor (MP) deb atashga asos bo'ldi. MikroEHM ning tuzilish sxemasidan ko'rinadiki, MP mustaqil uzal sifatida qo'llanmaydi. Uning ishi uchun bajarilishi zarur bo'lgan dastur (komandalar ketma-ketligi) saqlanadigan tashqi eslab qoluvchi qurilma talab qilinadi. Qat'iy

dasturlar bo'yicha ishlaydigan qurilmalarda, RBQ shulardan hisoblanadi, dastur doimiy eslab qoluvchi qurilma (DEQQ - ruscha ПЗУ) da saqlanadi [18,22, 27,37,40-44,51].



2.2-rasm. MikroEHM ning tuzilish sxemasi.

O'zgaruvchan va oraliq hisoblashlar natijalarini (berilganlarni) saqlash uchun tezkor (оператив) eslab qoluvchi qurilma (TEQQ - ruscha- ОЗУ) qo'llaniladi.

Tashqi jihozlar bilan informatsiya almashuvi kiritish- chiqarish qurilmalari (ruscha YBB - устройства ввода-вывода) KChQ - YBB yordamida amalga oshiriladi [27,37,40-44,51,58,62].

EHMda har qanday informatsiya sonlar (sonli kodlar) ko'rinishida tasvirlanadi. MikroEHM uzellari orasida informatsiya almashuvi shinalar, ya'ni elektr yo'llari tizimi yordamida amalga oshiriladi. Shinalar funksiyalari bo'yicha farqlanadi: MYuSh - ma'lumot yuborish shinas (ruscha - шина пересылки данных - ШД), MSh - manzillar shinas (ruscha - шина адреса - ША), BBUSH - boshqarish buyruqlarini uzatish shinas (ruscha - шина передачи команд управления - ШУ). Masalan, KChQ - kiritish-chiqarish qurilmalari (ruscha - устройства ввода-вывода - YBB) dan berilganlarni o'qishda protsessor eng keyin MShga KChQ manzilini, BSh KChQga berilganlarni BYuSh ga berib qo'yishni buyuruvchi signalni yetkazadi. Buning natijasida berilganlarni yuborish shinasida almashish soniyasida KChQda bo'lgan son paydo bo'ladi.

Informatsiyani uzatishda sonlarni aks ettirish uchun faqat ikkita "0" va "1" belgilarini ishlatishni talab qiluvchi ikkilamchi sanoq tizimi (ruscha - двоичная система исчисления) dan foydalaniladi, bu EHM uzellarini elektr sxemalari yordamida realizatsiya qilishni ancha soddalashtiradi.

MikroEHM ning ish tezligi shinalar bo'ylab uzeldan-uzelga uzatiladigan sonlarning razryadligiga juda bog'liq bo'ladi. Bu berilganlar shinalarining

razryadliligi bilan aniqlanadi. Zamonaviy mikro EHMLar 16- va 32-razryadli mashinalar so'zlari bilan ishlaydi. Komandalarning bajarilish vaqti belgilovchi generatorning takt chastotasi bilan aniqlanadi va qo'llaniladigan IMS larning tezkorligiga bog'liq, bu o'z navbatida ularning tayyorlanish texnologiyasi bilan aniqlanadi. Bugungi kun elektron sanoat MP larning o'nlab turlarini taklif qilyapti va ular uzluksiz takomillashtirilmoqda. Shu sababga ko'ra raqamli RBQ qurilmalari apparat bazasining davriy yangilanishi sodir bo'ladi. RBQ qurilmalari nazorat qiladigan signallar, umumiy holda, har xil fizik tabiatga ega – tok, kuchlanish, temperatura va h.k. Ko'pincha RBQ o'zgaruvchan tok va kuchlanish manbalaridan an'anaviy nominal: 1A, 5A, 100V sathli signallar bilan ishlaydi. Signallarning bunday sathlari zaruriy halaqitdan himoyalanganlik (ruscha – помехозащищённость)ni ta'minlaydi, ammo elektron sxemalarda qayta ishlashga mutlaqo yaroqsiz.

Mikroprotessor qurilmalarini an'anaviy tok va kuchlanish datchiklariga ulashda ularning signallarini yagona ko'rinishga va elektron uzellar bilan qayta ishlashga yaroqli o'zgarish diapazoniga keltirish talab qilinadi.

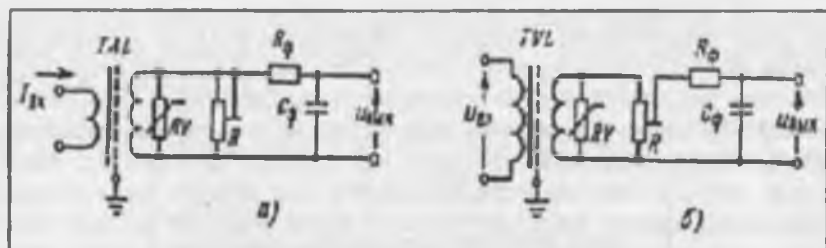
Kirish o'zgartkichlari.

Raqamli qurilmalarning kirish moslashtiruvchi o'zgartkichlari eng ko'p hollarda odatdagi ferromagnit o'zakli elektromagnit transformatorlar bazasida tayyorlanadi. Bunday transformatorlar chiziqsiz uzatish tavsiflariga, parametrlarning ba'zi bir keskin o'zgarishlariga, temperatura o'zgarishida va vaqt bo'yicha qandaydir nobarqarorlikka ega bo'lishiga qaramay, ular 2-5 % xatolikda ishlashga yo'l qo'yadigan RBQ ni qurish uchun yaroqli [27,34,35, 37,40-44,51,58,62].

Transformatorli o'zgartkichlarda (2.3-rasm) asosiy e'tibor chulg'amlararo sig'imni, u orqali impulsli isroflar qurilma ichiga kirishi mumkin bo'lgan, kamaytirishga qaratilgan. Bu maqsadda ikkilamchi chulg'amni seksiyalarga ajratiladi yoki birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar orasiga elektrostatik ekran joylashtiriladi. Elektron qismlar juda kam quvvat iste'mol qilishi tufayli, tok signallarini kuchlanishga o'zgartirish oddiy usul – R shuntlardan foydalanish bilan amalga oshiriladi.

Elektron qismlarni mumkin bo'lgan o'ta kuchlanishlardan himoyalash uchun varistorlar R_V (yoki stabilitrnlar) va past chastota filtrlari, masalan, R/C -zanjirlar asosida, keng qo'llaniladi.

Past chastota filtrlarining samaradorligi impulsli isrofning energiyasi spektming yuqori chastotali qismida mujassamlanganligi bilan izohlanadi. Traktning o'tkazish yo'lagini yuqori chastotali sohalarida chegaralash analog-raqamli o'zgartkichning to'g'ri ishlashi uchun, kelajakda signallarni raqamli filtrlash qo'llanish yoki qo'llanmasligidan qat'iy nazar zarur.



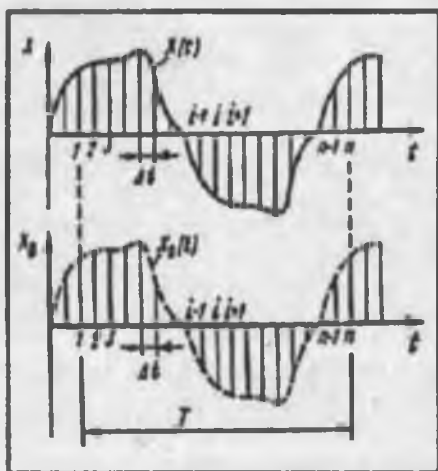
2.3-rasm. Oraliq transformatorlar asosida bajarilgan kirish o'zgartkichlari.

Analogik-raqamli o'zgartkichlar

Diskret (raqamli) signal, analog signaldan farqli ravishda, qiymatlarning oxirgi to'plamini qabul qilishi va vaqtning konkret soniyalari uchun aniqlangan bo'lishi mumkin [27, 37, 40-44, 51, 56, 62].

Analogik signaldan diskret signalga o'tish *signalni diskretlashtirish* yoki *kvantlash* deyiladi, bu jarayonni amalga oshiruvchi qurilma esa, analogik-raqamli o'zgartkich (ARO) deb ataladi. Uzlüksiz signaldan diskret signalga o'tish informatsiyaning ma'lum qismini isrof qilish bilan sodir bo'ladi. Diskret signalni gradatsiyalashning oxirgi soni sath bo'yicha kvantlash xatoligini

belgilaydi, vaqt bo'yicha kvantlash zaruriyatining asosiy sabablaridan biri esa, analog-raqamli o'zgartkich jarayonining o'zi va keyinchalik mikroEHM da hisoblash sikli ma'lum vaqtni talab qiladi, bu vaqt davomida kirish signalidan yangi tanlov (выборка) ni qilish mumkin (2.4-rasm). ARO ni tavsiflayotib, uning razryadlilik va signalning Δt vaqt bo'yicha diskretlashtirish intervali yoki tanlovlar chastotasi $f_v = 1/\Delta t$, yoxud agar T davrli davriy signallar haqida gap borsa, $N = f_v \cdot T$ davrdagi tanlovlar soni to'g'risida so'z yuritiladi [27, 37].



2.4-rasm. Signalni analog-raqamli o'zgartirish.

Davriy signallar uchun o'zgartirilayotgan signalning yuqori chastotasi va tanlovlarning zaruriy soni o'rtasida o'zaro bog'liqlik mavjud. Dastlabki signalni uning diskret tasviridan aniq qayta tiklash uchun tanlov chastotasi

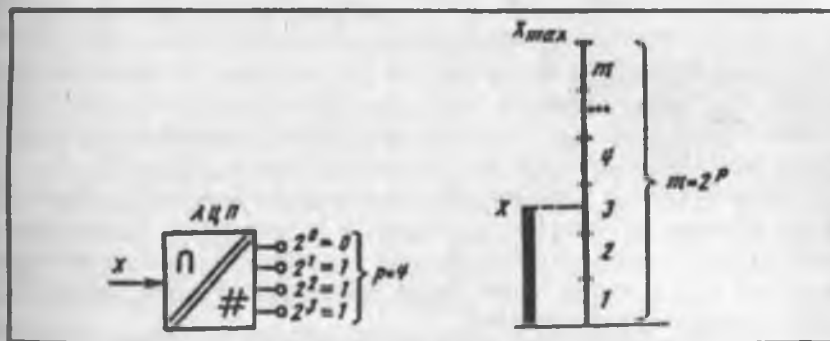
kirish signalining eng yuqori chastotali garmonik tashkil etuvchisidan juda bo'lmaganda ikki marta katta bo'lishi zarur, ya'ni:

$$f_s \geq 2f_{max} \text{ va } f_s \geq 2f_{max} T. \quad (2.1)$$

Bundan tashqari, analog-raqamli o'zgartirishda kvantlash chastotasidan katta chastotali barcha garmonikalar kirish signalidan chetlashtirilishi lozim. Aks holda, signalni qayta tiklashda past chastotali ayirma tashkil etuvchi paydo bo'lishi mumkin, shuning uchun ARO' ning kirishida hamma vaqt o'tkazish yo'lagi f , dan katta bo'lmagan past chastotali analogik filtr o'rnatiladi.

Raqamli boshqarish qurilmalarida tanlovlar chastotasi 600 dan 2000 Gs gacha bo'lgan ARO' qo'llaniladi. Tanlovlarning yuqoriroq chastotasidan qurilma avariya jarayonlarini ossillograflashni ta'minlaydigan holda foydalaniladi. Tanlov chastotasi 2000 Gs raqamli qurilma o'tkazish yo'lagi 0-1000 Gs ossillografga ekvivalentdir. Taqqoslash uchun qayd etamizki, kompakt-disklarga tovush yozish 44 kGs atrofidagi diskretlash chastotasida amalga oshiriladi, bu 20 kGs chastotadan boshlab fonogrammalarni sifatli yozishni ta'minlaydi [27,37,40,41,47, 63,67].

Analogik-raqamli o'zgartirishning ikkinchi muhim tavsifi ARO' ikkilik sonidan shakllantiradigan razryadlilik p hisoblanadi. Razryadlilik p ning qiymati qanday bo'lishini oydinlashtirish uchun, ARO' ning ishini, kirishiga analogik signal X yetib kelayotgan, uning raqamli chiqishlarida shartli ravishda 0 va 1 deb belgilanadigan, mumkin bo'lgan ikki sathli, ikkilik signallar ko'rinishida ekvivalent son paydo bo'ladigan qandaydir "qora yashik" (2.5-rasm) sifatida qarab chiqamiz. Sonlarni faqat ikkisathli kuchlanishlar yoki toklar bilan tasvirlash ikkilik sanoq tizimini afzallikka ega qiladi.



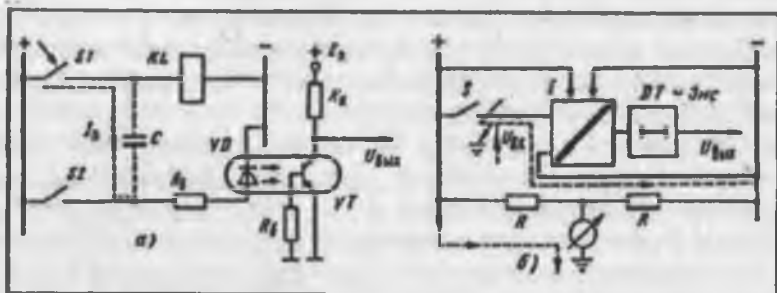
2.5-rasm. ARO' ning razryadlilikini tushuntirishga oid.

ARO' ning razryadlili va analog kattalikni o'lchash aniqligi orasida bir ma'noli aloqa mavjud. Masalan, ikkirazryadli ARO' da uning ikki chiqishlarida faqat to'rtta mustaqil sonli kombinatsiyalar: 00, 01, 10 va 11 shakllanishi

mumkin. Bu sonlarni $0 - X_{\max}$ da chegaralangan to'rtta nimdiapazonlarning birida kirishdagi analog signalni topish kabi, interpretatsiya qilish mumkin. p -razryadli ARO' bo'lgan holda kirish signalini $t = 2^p$ nimdiapazonlarning istalgan birida topishga qiyoslash mumkin. Bu holda kvantlash pog'onachasi signalningsathini aniqlashda $X_{\max}/2^p$ ni tashkil qiladi.

Energetikada barcha kattaliklardan eng keng diapazonda tok o'zgaradi. Tok elektr uskunaning me'yoriy ish rejimida $0 - I_{\text{nom}}$ oraliqda joylashadi, avariya holatlarida $-(10+30) \cdot I_{\text{nom}}$ gacha yetadi. 2-5 % dan kam xatolikda o'zgartirish uchun t ni kvantlashning talab qilinadigan pog'onachalari soni $2000 + 4000$ bo'lishi lozim, ya'ni $p = 11+12$ bo'lgan ARO' talab qilinadi.

Diskret signallarni kiritish. Amalda barcha zamonaviy elektron apparaturada diskret signallarni kiritish optronlar asosidagi o'zgartkichlar orqali amalga oshiriladi. Ta'kidlash lozimki, real o'zgartkichlarning sxemalari 2.6-rasmda keltirilgan sxemalardan ancha murakkabdir.



2.6-rasm. Diskret signalni kiritishning variantlari.

Optronlarda xususiy qayta ulanish vaqti mikrosekundlarning ulushini tashkil qiladi. Optojuftlik (yorug'lik diodi - foto qabul qilgich) uchun kichik o'tish sig'imi munosib bo'lib, bu ushbu yo'l bo'ylab halaqitlar singib kirishiga qarshilik ko'rsatadi. Boshqarish zanjiri va boshqarish zanjirining elementlari orasidagi yo'l qo'yilgan kuchlanish bir necha kilovoltga yetadi, yorug'lik diodi VD ning ishchi toki esa 3-5 mA ni tashkil qiladi [18,22,27, 37,63-67].

Optronning kichik kirish toki bir tomondan imkoniyat bo'lib, o'zgartkich iste'mol qiladigan quvvatni kamaytirishga olib kelgani uchun, R_v rezistorning issiqlik ajratishi muammosini yechadi va S_2 - boshqarish kontaktiga yuklamani kamaytiradi (2.6, a -rasm). Ammo boshqa tomondan, optronning kichik ishchi toki qator muammolarga olib keladi.

Birinchi navbatda, kichik ishchi toki o'zgartkichning past halaqitdan himoyalanganligiga asos bo'ladi. Masalan, boshqarish kaliti S_2 ni optron bilan bog'laydigan uzun o'tkazgich mavjud bo'lganda, S_1 tashqi zanjirda kalit ulangan paytda parazit sig'im S qayta zaryadlanishida yolg'on ishga tushish sodir bo'lishi mumkin. Bunday holatda RBQning yolg'on ishga tushishini

istisno qilish uchun, o'zgartkichning chiqishida, chiqish signalini shakllantirishda o'rnatilgan yoki boshqariladigan ushlab turish vaqtiga ega bo'lgan, *DT* ushlab turish elementi o'rnatiladi (2.6, b-rasm). O'tkinchi jarayonlardan qayta tuzilishlar uchun, odatda 0,5-3 ms ushlab turish vaqti yetarli.

Kam quvvat iste'mol qiluvchi qurilmalar, kirish toki operativ tok tarmog'ining izolyatsiyasini nazorat qilish toki bilan tenglashuvi evaziga, operativ tok tarmog'ida yerga ulanishga sezgir bo'lib qolishi mumkin. Buni bartaraf qilish uchun Ye o'lchash o'zgartkichining kirish zanjirlarini operativ tok tarmog'i qutbining potentsiallariga bog'lanish bilan bajariladi va Ye o'zgartkichning qayta ulanishsathini tarmoq nominal kuchlanishining 60-80 % sathigacha ko'tariladi.

Chiqish relelari. Raqamli qurilmalarda, yuqori potentsiallar va katta toklar sohasidagi ayon yutuqlarga qaramasdan, ko'pchilik hollarda oldingiday oraliq elektromagnit relelardan foydalaniladi. Kontakt jufti hozircha kommutatsiyalanayotgan zanjirlarda ko'zga ko'rinadigan ajratilish (видимый разрыв)larini ta'minlovchi yagona qurilma sifatida raqobatdan chetda qolmoqda. Bu esa masalaning eng arzon yechimidir. Qoidaga ko'ra, raqamli RBQ qurilmalarida kamgabaritli relelarning bir necha turlari: katta kommutasion qobiliyatli o'chirgichlarning boshqarish zanjirlarida bevosita ishlatish uchun, kam kommutatsion qobiliyatli signalizatsiya zanjirlarida ishlatish uchun, qo'llaniladi. Katta quvvatli relelar qariyb 5-30 A tokli zanjirlarni ulashga qodir, ammo ularning o'chirish qobiliyati odatda o'zgarmas 220 V kuchlanish zanjirlarida 0,2 A dan oshmaydi. Shu tariqa boshqaruv sxemasi o'chirgichlarning elektromagniti zanjirida uning yordamchi kontakti bilan tokni uzishni ko'zda tutishi lozim. Signal relelarining o'chirish qobiliyati odatda o'zgarmas 220 V kuchlanish zanjirlarida 0,15 A dan oshmaydi.

Informatsiyaning aks ettirilishi.

Boshqarish qurilmalarida informatsiyani aks ettirish uchun alohida yorug'lik diodli indikatorlar, tablo va hatto grafik ekranlardan foydalaniladi. Oddiylilik uchun boshqarish qurilmalaridagi informatsiyani ko'zga ko'rinarli (vizual) aks ettirish elementlarining majmuasini *display* deb ataymiz.

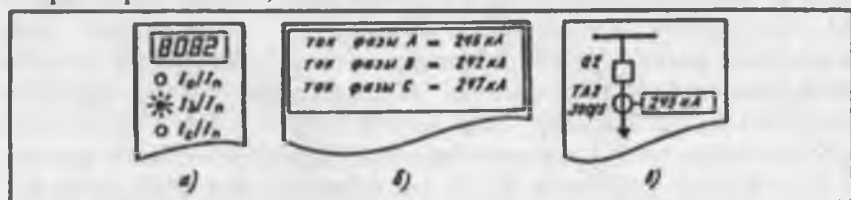
Ayonki, insonning boshqarish qurilmalari bilan "muloqoti" juda kamdan kam bo'lganligi uchun, *display* qimmatbaho bo'lmasligi lozim. Boshqarish qurilmalarining *display* informatsiyani tezroq va bir ma'noli aks ettirishi kerak. Oddiy yorug'lik diodli indikatorlar ko'rinishidagi *display*lar bu talablarni eng yaxshi qondiradi. Boshqa tomondan, raqamli boshqarish qurilmasi — bu operatorga juda katta informatsiya hajmini: elektr uskunalaridagi tok va kuchlanishlarning joriy qiymatlarini, ularning avariyaaviy qiymatlarini (ular raqamli relelarda bir necha bor teriladigan to'plam (nabor) bo'lishi mumkin), kirishlarning holati va va boshqaruv chiqishlar va shu kabilarni yetkazib berishga qodir bo'lishi lozim. Bunday informatsiyaning

hajmini tezkor ravishda olish uchun, mos holda, eng ko'p informativ displeylar talab qilinadi. 2.7-rasmda raqamli boshqarish qurilmalari displeylarining bajarilish variantlari keltirilgan.

Ba'zi bir raqamli qurilmalarda (2.7, a-rasm) alohida yorug'lik diodli indikator (yoki raqamli yorug'lik diod tabloning chap tomon chekkasidagi razryad aks ettirilayotgan parametрни ko'rsatsa, bu parametрning son qiymati raqamli yorug'lik diod tabloning o'ng tomon chekkasidagi uchta razryadlarida aks etadi.

Yorug'lik diodli displey ayniqsa kam tashqi yoritilganliklarda yaxshi ko'zga tashlanadi.

Eng zamonaviy qurilmalarda raqam-harfli ko'p qatorli tablo qo'llaniladi (2.7, b-rasm), bu informatsiyani sanashning qulayligini ta'minlaydi. Bunaqa tablolar *suyuqkristalli indikatorlar* (SKI) asosida bajariladi. SK indikatorlarning asosiy kamchiligi tasvirning nisbatan past kontrastligi va past haroratlarda ishga yaroqsizligidir. Lekin past narxlilik va SKI ni boshqarish yengilligi ularning keng qo'llanishiga, shu jumladan, ETM va T ni raqamli boshqarish qurilmalarida, imkon beradi.



2.7-rasm. RBQ displeylarining variantlari.

Axborot, 2.7, b-rasmdan ko'rinadiki, grafik displeyda eng yaqqol tasvirlanadi.

Raqamli relelar 2-5 % xatolikka ega. Raqamli relelarning displeylari ushbu xatolikni etiborga e'tiborga loyiq uchta raqamni aks ettirish imkoniyatini hisobga olib tayyorlanadi. Raqamli relelarda kattaliklarni asosan ikki usul – nomlangan (Volllarda, Amperlarda, graduslarda va h.k.) va nisbiy birliklarda ifodalashdan foydalaniladi.

Tezkor personalga toklar, kuchlanishlar va elektr uskunalarining boshqa parametrlarini aks ettiruvchi nomlangan birliklar bilan ishlash qulay. Lekin bu relega qo'shimcha informatsiya o'lchash transformatorlarining transformatsiyalash koeffitsiyentlarini kiritishni talab qiladi, displeyga qo'shimcha aks ettirilayotgan kattaliklarning o'lchamlarini kiritish zarur.

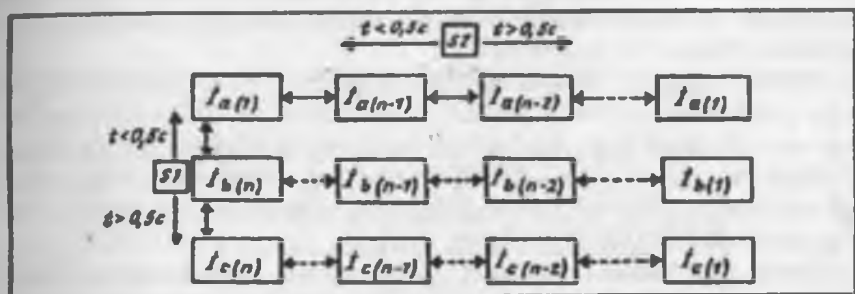
Alternativ yechim bo'lib barcha kattaliklarni nisbiy birliklarda yoki foizlarda ifodalash hisoblanadi. Eng ko'p bazis birliklar o'miga nazorat qilinayotgan kattaliklarning nominal qiymatlari qabul qilinadi.

Apparaturani boshqarish.

Boshqarish tugmachalari yoki klaviatura insonning raqamli qurilma bilan aloqasining ajratib bo'lmaydigan elementlari hisoblanadi. Klaviatura yordamida qurilmaning ish rejimini o'zgartirish, displeyga qiziqiruvchi parametrlarni va kattaliklarni chiqarish, yangi o'ratmalarni kiritish mumkin va h.k.

Tugmalar soni, turli hil boshqarish qurilmalari klaviaturalarida ishlatiladigan, ikkitadan o'ntagacha o'zgarishi mumkin. Klaviaturada tugmalar qancha ko'p bo'lsa, qurilmaga informatsiyani shunchalik tez va qulay kiritish mumkin. Ammo, tugmalar raqamli qurilmaning eng ishonchsiz elementlari hisoblanadi.

Shuning uchun klaviaturadan foydalanishga to'g'ri keladigan joylarda tugmalarning minimal sonini ishlatishga intilishadi. Klaviaturaning istalgan axborotni kiritishga imkon beradigan minimal soni ikkiga teng, optimal soni – 5: yuqoriga – pastga; chapga – o'ngga; kirish.



2.8-rasm. Raqamli qurilma xotirasida axborotni izlash.

Boshqaruv tugmalari yordasida erishish mumkin bo'lgan holatlar ikki o'lchovli massiv bilan tasvirlanadi. Massiv koordinatalari bo'yicha harakatlanish mos tugmalar bilan, massiv elementini tanlash bir vaqtning o'zida "ENTER" tugmasini bosish bilan amalga oshiriladi. Ushbu tamoyilni, misol tariqasida, ishga tushish soniyasida himoyaning xotirasida belgilanib qolgan faza toklari to'g'risidagi axborotni izlash qaralayotgan 2.8-rasm izohlaydi. Taxmin qilinishicha mazkur qurilma xotirasida oxirgi n voqealar bo'yicha hotira saqlanadi, chunki, oxirgi voqeaning tartib raqami n ga teng.

2.2. Axborotni saqlash qurilmalari

Boshqarish qurilmalarining eng muhim qismlaridan biri axborotni saqlash qurilmasidir.

Hozirgi paytda axborotni saqlash qurilmalarining har xil turlari ishlatiladi. Funktsional ma'noda barcha statik eslab qoluvchi qurilmalar – doimiy eslab

qoluvchi qurilma (DEQQ – ПЗУ), tezkor (operativ) eslab qoluvchi qurilma (TEQQ – ОЗУ) va qayta dasturlanadigan xotira qurilmalari (QDXQ – ППЗУ) dir [8-10, 27,31,34,37,41, 60,63-67].

RBQ da ishchi dasturlarni saqlash uchun odatda DEQQ – ruscha - ПЗУ ishlatiladi. DEQQ ajratuvchi belgisi bu axborotni yozishning bir karraligidir. Keyinchalik yozilgan axborotni faqat sanash mumkin. Shu yerdan bu turdagi xotiraning ingliz tilidagi nomi **ROM (Read Only Memory – faqat sanaladigan xotira)** (ruscha – только считываемая память). DEQQ mikrosxemalarining afzalliklari ularning narxi pastligi va iste'mol o'chirilganda axborotni saqlash imkoniyatidir [27, 30, 37, 40, 47,58, 62].

So'nggi paytlarda qayta dasturlanadigan xotira qurilmalari keng qo'llanila boshladi. Ular, ayniqsa, ishchi dasturlari ekspluatatsiya jarayonida o'zgarishi kerak bo'lgan himoya qurilmalari uchun ayniqsa faoldir. Hozirgi vaqtda zarur himoyalarni foydalanuvchining o'zi standart funksiyalari kutubxonasidan tanlaydigan RBQ qurilmalari mavjud. Bu RBQning mantiqiy qismini *H, ИИИ, TRIGGER* turdagi bazaviy mantiqiy funksiyalardan foydalanuvchining o'zi yaratadi va h.k.

Bunday boshqaruv qurilmalarida ishchi dasturlari qayta dasturlanadigan xotira qurilmalari – QDXQ (ППЗУ) yoki ERROM – Electrical Erasable Programmable Read Only Memory – elektrik qayta yoziladigan doimiy xotira. Ta'kidlash lozimki, QDXQ – *EEPROM* energiyaga bog'liqmas xotira, ya'ni unda saqlanadigan axborot iste'mol manbadan ta'minlanmagan holatda ham yo'qolmaydi [8-10,20, 27,31,34, 37,40, 41].

Oraliq hisoblashlar natijalarini (berilganlarni) saqlash uchun *tezkor (operativ) eslab qoluvchi qurilma – TEQQ (ОЗУ) yoki boshqacha RAM – Random Access Memory – ixtivoriy vo'l qo'yiladigan xotira*) qo'llaniladi. TEQQ da berilganlarni yozish va sanash maksimal tezlikda amalga oshiriladi. TEQQ ning jiddiy kamchiligi bu manbadan ta'minlanmagan holatda axborot yo'qolishidir. O'matmalar va ekspluatatsiya jarayonida o'zgartirishga to'g'ri keladigan boshqa himoya parametrlarini saqlash uchun o'matmalarni ko'p marotaba o'zgartirishga yo'l qo'yadigan – QDXQ (ППЗУ) ishlatiladi.

Oraliq yechim o'matmalarni jihoz ichiga joylashtirilgan manbadan zahiraviy iste'molga ega TEQQ da saqlash bo'lib qoldi. Bunday qurilmalarda kam iste'mol qiladigan, ishlash muddati 5-6 yil bo'lgan maxsus IMS va litiyli batareyalar qo'llaniladi. Kamchilik ayon – davriy nazorat va iste'mol manbaini o'z vaqtida almashtirish lozim.

Istalgan har qanday boshqa jihoz singari, xotira qurilmalari buzilishi yoki axborotni vo'qotishi, masalan ionlashtiruvchi nurlar ta'siri ostida, mumkin. *Buni payqash uchun quyidagi usullar qo'llaniladi.*

Berilganlar xotira yacheykasida saqlanadigan DEQQ da, ketma-ket bu massivning berilganlarining sonlarini nomigagina (formalno) qo'shish bajariladi, natijani (nazoratdagi yig'indini) aniqlangan yacheykaga joylashtiriladi.

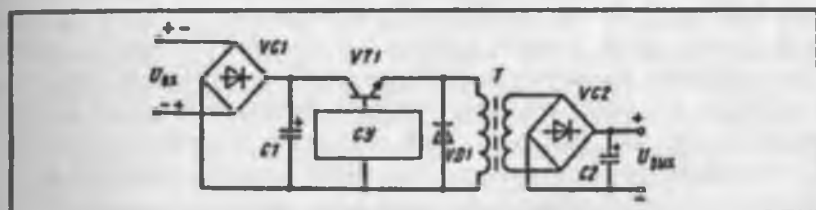
DEQQ ning test tekshirish rejimida kompyuter uni tekshirish obyekti sifatida qarab, yacheykalarda saqlanadigan aslidagi (fakticheskie) sonlarning yig'indisini hisoblaydi va ularni nazoratdagi yig'indi bilan taqqoslaydi. Tekshirishda TEQQ (*OZU*) uning yacheykasiga ketma-ket "nol" lar va "bir" larni yozaveradi, keyin sanashda hosil bo'ladigan natijalarni taqqoslaydi.

ERROM – xotirali qurilmalarda hatto yo'qotilgan axborotni qavta tiklash imkonini mavjud. Buning uchun axborotning eng muhim massivlari, masalan, o'ratmalar, turli xotira mikrosxemalarida dubllashtiriladi. Bir vaqtning o'zida ikkita mikrosxemada informatsiyaning buzilishi kam ehtimolli bo'lgani uchun, buzilgan massiv o'rniga buzilmaganini qayta yozish bilan axborotni qayta tiklash imkoniyati mavjud bo'ladi.

Iste'mol ta'minot bloki (ITB) U5 – qaralayotgan qurilmaning barcha uzellarini barqarorlashtirilgan kuchlanish bilan, ta'minlash tarmog'idagi kuchlanishning mumkin bo'lgan o'zgarishlaridan qat'iy nazar, ta'minlaydi.

Odatda bu o'zgarmas tok zanjiridan impulsli ITB. Shuningdek o'zgaruvchan tok va kuchlanish zanjirlaridan iste'mol bloklari ham mavjud.

Sxematik bunday ITB bir taktli inverter bilan 2.9-rasmda tasvirlangan.



2.9- rasm. Impulsli ITB ning sodalashtirilgan sxemasi: *SU* – boshqarish sxemasi.

Tranzistor *VT1* da bajarilgan elektron kalit yordamida, *T* ajratuvchi transformatorning birlamchi chulg'amiga bir necha o'nlab kilogers chastotali kuchlanish impulslari beriladi. Transformator, yuqori chastotalarda ishlaydigan, kichik gabaritli, chulg'amlarda o'ramlar soni kam, ammo nisbatan katta o'tish quvvatiga ega bo'ladi. *VT1* kalitni boshqarishda kenglik impulsli modulyatsiyadan foydalanish, manba kuchlanishining keng o'zgarishlarida invertorning chiqishidagi kuchlanishni barqaror ushlab turish imkonini beradi. Masalan, **MODULEX 3** rusumli qurilma kuchlanish 64 V dan 300 V gacha o'zgarishida barqaror ishlaydi.

Kirishiga berilayotgan kuchlanishning qutblariga rioya qilinmagan holda invertorning buzilishini bartaraf qilish uchun *V_C1* diod ko'prigi o'rnatiladi. Yig'uvchi *S1* va *S2* kondensatorlarning sig'implari odatda inverter to'g'rilangan o'zgarmas tok bilan ta'minlanishida chiqish kuchlanishidagi pulsatsiyanishni talab qilingan silliqlash mulohazalariga ko'ra tanlanadi.

Ba'zi hollarda $S1$ va $S2$ sig'imlar qisqa muddatli kuchlanish pasayishlarida, masalan operativ tok manbaining qo'shni fiderlarida qisqa tutashishlar oqibatida, mikroprotessorli qismlarning ishlamay qolishlarini bartaraf qilish uchun yetarlisathgacha oshiriladi. Qayd qilish lozimki, ITB da ta'minot tarmog'idagi o'ta kuchlanishlardan himoyalash va halaqitlar qurilmaning ichiga o'tib ketishini bartaraf qilishga katta e'tibor beriladi.

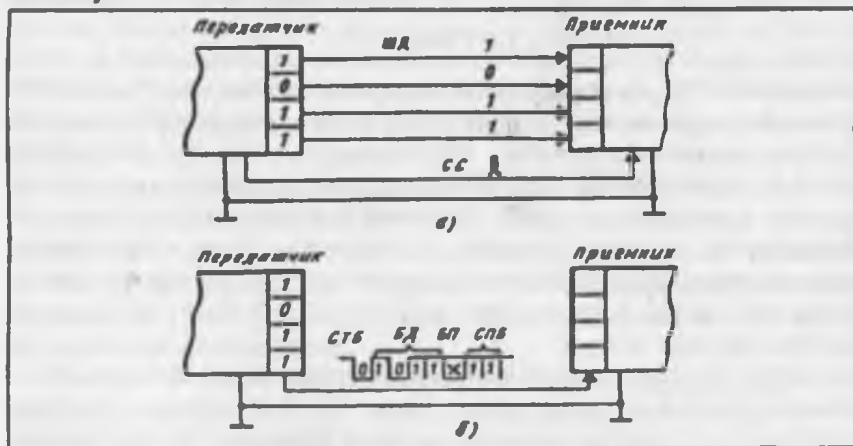
2.3. Raqamli qurilmalarning interfeyslari.

Interfeys deb tizimga birlashgan turli xil raqamli qurilmalarning o'zaro harakatlarini amalga oshirish uchun zarur bo'lgan apparatli, dasturiy va konstruktiv vositalarning majmuasi tushuniladi [27, 27, 47,58,64,69-74].

Axborot almashish tamoyillariga ko'ra interfeyslar *berilganlarni parallel va ketma-ket uzatishli interfeys* larga bo'linadi.

Ikkita raqamli qurilma orasida eng tez axborot uzatishni soddalashtirilgan sxemasi 2.10, *a-rasmda* tasvirlangan *parallel* interfeys ta'minlaydi.

Bu holda sinxronlashtirilgan SS signal bo'ylab (aslida bu bir necha boshqarish signallarining ketma-ketligi bo'lishi mumkin) uzatish qurilmasi ShD berilganlar shinsiga bir vaqtda uzatilayotgan sonning barcha razryadlarini yetkazib beradi, qabul qiluvchi qurilma uni sanaydi. Ko'rinadiki, parallel interfeys uzatishda, uzatilayotgan ma'lumotlarning p -razryadli so'zida $n + 1$ fizik yo'llarini o'z ichiga oladigan, murakkab traktini talab qiladi. Ko'proq interfeysning bu turi informasii katta bo'lmagan masofalarga (masalan, kompyuterning bosmaga chiqarish qurilmasi bilan aloqasida) axborot uzatishda qo'llaniladi yoki zarur bo'lganda ma'lumot almashishning eng yuqori tezligini ta'minlaydi.



2.10-rasm. Axborot almashishning variantlari.

Texnik jihatdan soddaroq ma'lumotlarni ketma-ket uzatishning ketma-ket interfeysi bajariladi. Bu holda berilganlarning so'zlari razryad ketidan razryad ketma-ket uzatiladi. Eng keng sxematik ravishda 2.10, b-rasmda tasvirlangan ma'lumotlarni uzatishning asinxron rejimi tarqalgan. Ma'lumot uzatishning asinxron usuli minimal sonli liniyalarni talab qiladi. Asinxron uzatishda ma'lum kelishuvlardan, qabul qiluvchi qurilma – QQQ (ruscha – *приёмник*) ga faqat ma'lumot uzatishning boshlanishi va oxirini emas, balki hatto uzatishda axborotning buzilishini ham payqashga imkon beradigan, foydalaniladi. Bu quyidagicha ta'minlanadi. Kutish rejimida uzatuvchi qurilma – UQ (ruscha – *передатчик*) liniyaga mantiqiy "bir" to'g'risida signal beradi. Uzatish boshlanishini QQQ liniyada mantiqiy "nol" paydo bo'lishi bo'yicha tanib oladi. Bu boshlanish "bit" i (startoviy bit) – CTE dir. Bir "bit" ni uzatish davomiyligi oldindan kelishib olingan, ya'ni QQQ va UQ oldindan sozlangan bo'lishi lozim. CTE ni uzatish tugashi bilan UQ razryad ketidan razryad qilib berilganlarning "bit" lari (BB–БД) ni uzatadi. Uzatishdan keyin paritet "bit"i PB– БП uzatiladi. UQ kelishuvga muvofiq paritet "bit" ini mantiqiy bir holatiga o'rnatadi, agar berilganlar "bit"ida (so'zda) toq sonli bir bo'lsa "juft" paritet ishlatiladi. Va aksincha, "toq " paritet bilan ishlash to'g'risidagi kelishuv mavjud bo'lganda, paritet "bit" iga nol qiymat beriladi. Shunday qilib, paritet "bit" ini ishlatib, QQQ berilganlarni uzatishda birlik pand berish (yedinichnie sboi) larni payqashga qobiliyatli bo'ladi. Ma'lumot to'plam "bit" lari (ruscha – *стоповые биты – СПб*) – ТВ (1; 1,5 ili 2 bit) larni uzatish bilan tugaydi. Ish mohiyatiga ko'ra СПб berilganlarning alohida so'zlarini uzatishlar orasidagi minimal intervalni aniqlaydi. Asinxron uzatishda odatda standart tezliklarning qatori: 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400 bit/s va hokazolardan foydalaniladi [27,37,47,58,64, 69-74].

Ketma-ket aloqa kanallariga yetarlicha ko'p standartlar mavjud. Standartlar ma'lumot almashish tezligi, aloqa liniyalarini tashkil qilish va ularning uzunliklari va boshqalar bo'yicha farq qiladi [16,19,27,36].

Eng ko'p, IBM-moslashtiriluvchan PK (ruscha – *IBM - ruscha – совместимых ПК*) da qo'llaniladigan, standart RS 232 tarqalgan va ma'lum.

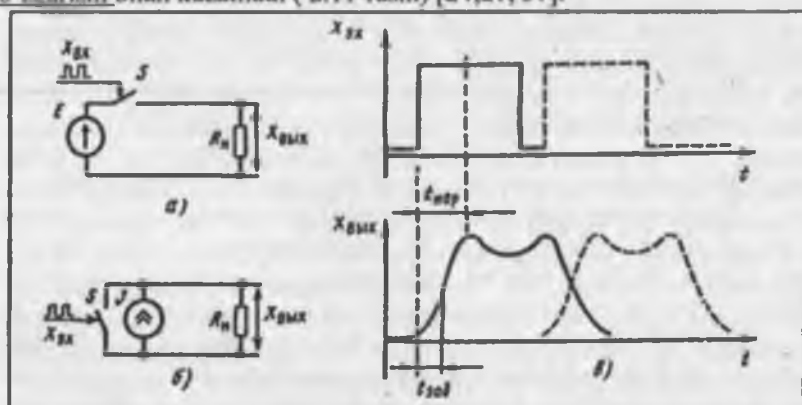
Standart RS 232 1969 yilda ishlab chiqilgan. Interfeys 15 m gacha aloqa uzunligini 19 200 bod gacha tezlikda ta'minlaydi. Foydalaniladigan signallarning sathlari: mantiq. 0 = +3 + +25 V, mantiq. 1 = -3 + -25 V. Yuklama qarshiligi – 3 -7 kOm.

Bir qator raqamli qurilmalarda ketma-ket aloqa port RS 485 standartda bajarilgan [27,33,35,37,40,48]. Bu standartda sathlar: mantiq 0 = 0 V, mantiq 1 = +5 V signallardan foydalaniladi. Standart RS 485 simmetrik kanal (vitali juftlik) ni talab qiladi. 1200 m gacha uzunlikdagi segmentlar bilan, segmentga 32 tagacha tugun ulash imkoniyatida, aloqani ta'minlaydi; minimal yuklama qarshiligi – 60 Om; almashish tezligi –10 Mbit/s gacha.

Ko'rinadiki, raqamli qurilma va personal kompyuterda portlar har xil standartlarda bajarilgan, bu ularni bevosita ulashni istisno qiladi. Ularni ulash uchun bayonnomalar o'zgartkichi (ruscha – преобразователь протоколов) deb ataladigan, element zarur.

O'tkazgichli aloqa kanallari

Impulslarni chegaralangan $\Delta f = f_{\max} - f_{\min}$ o'tkazish yo'lagiga ega elektr kanali bo'ylab uzatish ushlanib qolish va uzatilayotgan impulsning shakli o'zgarishi bilan kuzatiladi (2.11-rasm) [24,27, 37].



2.11-rasm. Real kanal bo'ylab uzatishda signalning buzilishi.

X_{ax} – kirish signali; X_{ch} – chiqish signali; t_{sop} – signalning o'sish vaqti; t_{sod} – signalning ushlanib qolish vaqti.

2.4. Axborot uzatishning tolali-optik kanallari

Tolali-optik aloqa tizimlari o'tgan asrning 70-yillaridan rivojlana boshladi. Ulardan oldin 60-yilarning boshlarida lazer axborot uzatishning quvvatli instrumentidan foydalanilardi. Ammo tabiiy muhit – atmosfera optik diapazonda aloqani tashkil qilish uchun barqaror emas edi. Tolali-optik aloqa tizimlarining rivojiga bu vaqtgacha allaqachon yo'lga qo'yilgan o'ta toza kremniyni ishlab chiqarish, yuqori sifatli kvarts shisha olish uchun zarur bo'lgan, imkon berdi. 1978 yildan boshlab tolali-optik aloqa tizimlaridan tijorat maqsadlarida foydalanila boshlandi. Hozirda bu soha gurrak rivojlanmoqda [4-7,27,34,37,44,45 60,63,69].

Ziddiyatli holatlar (bir vaqtda halqa bo'ylab bir nechta ma'lumotlarni yuborilishi) ni bartaraf qilish uchun, yuqorisath qurilmasi boshqaruvchi bo'ladi va faqat unga axborot almashish tashabbusi beriladi. Boshqariluvchi qurilmalar boshqaruvchi qurilmalariga faqat javob berishi mumkin.

Boshqaruvchi qurilma bir vaqtning o'zida barcha boshqariluvchi qurilmalarga javob berishi zaruriyatida (masalan, yuqori soatlarni

sinxronizatsiyalashda) “keng xabardor qiladigan” deb ataladigan rejimdan foydalaniladi. Bu holda barchalar uchun umumiy bo‘lgan boshqariladigan manzil ishlatiladi.

Tolali-optik kabel – TOK (ruscha волоконно-оптический кабел – BOK) murakkab inshoot bo‘lib, unda uzatishda minimal energiya isroflarini ta’minlashdan tashqari, yorug‘lik diodni tashqi ta’sirlardan mufohaza qilishga ham yetarlicha ko‘p e’tibor qaratilgan. TOKlarning bir necha xil turlari mavjud. Eng arzon sinish ko‘ffisiyenti ko‘p pog‘onali o‘zgaradigan toladir. Ko‘pincha bu maqsadda optik shaffof plastmassa ishlatiladi. Plastmassa tolada minimal isroflar ko‘rinuvchan (qizil) nurlanish sohasida kuzatiladi. Plastmassa yorug‘lik diodlari yordamida berilganlarni bir necha o‘nlab metr masofagacha uzatish mumkin. Yuqoriroq sifatli kabellarda kvars tolasi ishlatiladi. Kvarsli yorug‘lik diodlari sinish ko‘ffisiyenti pog‘onali va yumshoq (ruscha – плавный) o‘zgaruvchan bo‘ladi.

Tolali-optik uzoq masofali aloqaning oxirgi yutug‘i – bu axborotni 4 GGts gacha chastotalarda va takrorlagichsiz (ruscha - без повторителей) 120 km gacha masofaga uzatishdir.

2.12- rasmda axborotni oldingi boboda qarab chiqilgan tolali-optik aloqa kabelidan foydalanib uzatish sxemasi tasvirlangan. Bu tizimning asosiy komponentlari quyidagilar: optik nurlatkich *VD*, yorug‘lik diodi *S* yorug‘likka sezgir element (foto qabul qiluvchi) *VT*.

Nurlatkichlar sifatida yarim o‘tkazgich yorug‘lik diodlari va optoelektronikaning oxirgi yutug‘i – arzon narxli qattiq jismlar *lazerlar* ishlatiladi.

Diffuzion yorug‘lik diodlardan farq qilib lazerlar kogerent nurlantirish manbalari hisoblanadi. Odatda to‘lqin uzunligi 800 nm (ko‘rinmas spektrning infraqizil sohasi) nurlantirish ishlatiladi. Detektor sifatida fototranzistorlar va *pin* – diodlar qo‘llaniladi. *pin*-diodlar ishga tushish vaqti (vremya srabativaniya) bir necha nanosekund va sezgirligi 1000 foton/s bo‘lgan yuqori sifatli optik detektorlar hisoblanadi.

Yorug‘lik harakati egri chiziqli yorug‘lik o‘tkazgich bo‘ylab yorug‘lik o‘tkazgich – qobiq (светодиод-оболочка) chegarada yorug‘likning ko‘p karrali ichki qaytarilishi orqali sodir bo‘ladi.



2.12- rasm. Axborotni tolali-optik aloqa kanalidan foydalanib uzatish sxemasi.

Yorug'lik diodlari elektrik kabellarga nisbatan qator afzalliklarga ega:

- ♦ elektromagnit maydonlari sharoitlarida halaqitdan yuqori himoyalanganlik;

- ♦ katta o'tkazish qobiliyati;

- ♦ tezlik va isroflar chastotaga juda bog'liq bo'lgan koaksial kabellarga nisbatan OTK da dispersiya (to'lqinning fazaviy tezligining chastotaga bog'liqligi) kamgina, mos holda ularda impulsning kengayishi (ruscha – расширение) kam darajada kuzatiladi (2.11, 6-rasm);

- ♦ ekspluatatsiya qilishda xavfsizligi;

- ♦ elektr uskunasi bilan elektr potensialini chiqarish bartaraf qilingan;

- ♦ qisqa tutushishi sababiga ko'ra kabelning yonib ketishi mumkinmas;

- ♦ kamyob mis ishlatilmaydi, bu ularni kelajak istiqbolida optik tola ishlab chiqarish texnologiyasini qayta ishlashda potensial arzonlashtiradi;

- ♦ yuqori ekspluatatsion xarakteristikalar: kichik egish radiusi, yotqizilish usullariga kam talabchanlik (ruscha – не критичность к условиям прокладки) – katta tokli kabelar bilan yonma-yon yotqizish mumkin, kam masso-gabarit ko'rsatkichlari va h.k.

TOK ning asosiy kamchiligi yorug'lik diodlarini bir-biri bilan, nurlantirgichlar bilan, shuningdek signal qabul qilish qurilmalari bilan ulash (ruscha – стыковка) murakkabligidir. Bu esa tolaning kam kesim yuzasi (diametri 0,125 mm va kamroq), hamda tolaning qirqimini uning o'qiga keskin perpendikulyar bajarilishi va minimal so'nish uchun qirqimga yuqori aniqlik tozaligida ishlov berish zarurligi bilan bog'liqdir. Shu sababga ko'ra hozirgi paytda bir necha o'nlab metr uzunlikdagi bir tomirli kabelar ta'mirlashga yaroqsiz deb topiladi. Ammo, optik kabellarni ulash texnologiyasi tez takomillashib bormoqda [27, 37, 48,55].

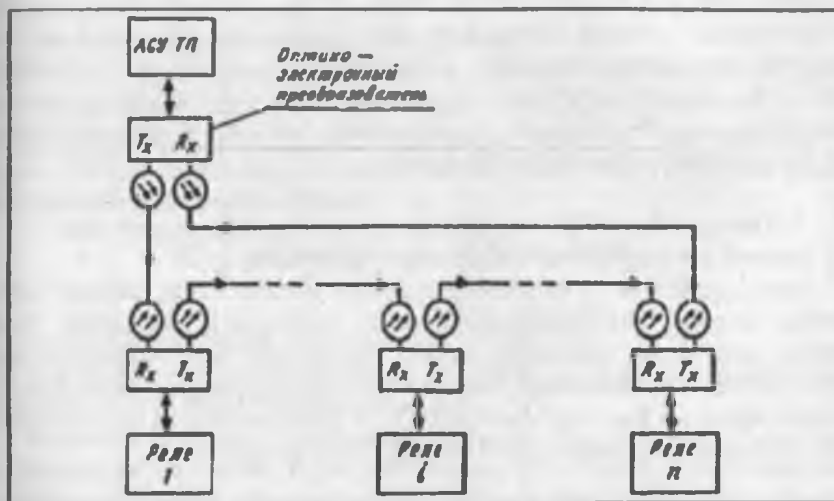
Tolali optik aloqa yollarini (TOAY– ruscha - ВОЛС) ishlatishda raqamli boshqarish qurilmalarini optik-elektron o'zgartirish modullari bilan qo'shimcha jihozlash zarur. Bunaqa modul ichki o'rnatilgan bo'lishi ham, tashqi ham bo'lishi mumkin.

Misol tariqasida yuqori sathli TJ ABT raqamli qurilmalari o'rtasidagi TOAY – ВОЛС ni tashkil qilishni qarab chiqamiz (2.12-rasm).

Sxemada quyidagi qisqartirishlar qabul qilingan: Rx (Receiver) – signal qabul qilgich; Tx (Transmitter) – signal uzatkich.

Aloqa shinasi deb, almashish bayonnomasida aytib o'tilgan, *aloqaning apparat vositalari va uzatiladigan ma'lumotlarni shakllantirish qoidalarining majmuasi* tushuniladi. Fizik jihatdan shina alohida relelar va yuqori sath qurilmalarini ketma-ket ulovchi tolali-optik halqani ifodalaydi. Signalni faqat bir yo'nalishda uzatish optik-elektron o'zgartirishlarning konstruksiyasini jiddiy soddalashtiradi. Optik halqa bo'ylab uzatiladigan ma'lumot o'z manzilini topmagunicha bir optik-elektron o'zgartirishdan boshqasiga o'tib yuraveradi.

Amaliy maqsadlarda impulsni uzatishning chekka tezligi $V_{\max}$ ("bod" larda o'lchangan; "bod" – bu bir sekund davomida taktlarda hisoblanadigan uzatish tezligi) va kanalning o'tkazish yo'li Δf ("gers" larda beriladigan) orasidagi quyidagi munosabatni qabul qilish mumkin: $V_{\max} \leq 2 \Delta f$.



2.13-rasm. Tolali -optik aloqa kanalini tashkil qilish.

Ko'rinadiki, tor yo'lli kanal almashish tezligini cheklaydi. Masalan, informatsiyani o'tkazish yo'li $\Delta f = 3200$ Gs telefon kanali bo'yicha uzatishda maksimal tezlik 6400 bod ga teng bo'ladi.

Impuls signallarni tonal (analog) signallarni uzatishga mo'ljallangan telefon liniyalari orqali uzatishda modemlar qo'llaniladi. Nomidan ko'rinadiki, modem ($MoDem = Modulyator + Demodulyator$) tashuvchi chastotani modulyatsiyalash yo'li bilan impuls signallarni tonal signallarga o'zgartishni ta'minlaydi. Zamonaviy modemlar to'ladupleks aloqani ya'ni, bitta telefon kanali bo'yicha bir vaqtning o'zida har ikkala yo'nalishda, masalan, bir yo'nalishda uzatishda tashuvchi chastota 1200 Gs, boshqa birida – 2400 Gs ishlatiladigan, axborotni uzatishni ta'minlaydi. Ba'zida amplitudaviy modulyatsiya o'rniiga chastotaviy yoki fazaviy modulyatsiyadan foydalaniladi. Fazaviy manipulyatsiya deb ataladigan modulyatsiya istiqbolli ko'rinadi. Bu holda, faza o'zgarishini "bit" lar juftligini (debita): 00 = 0°; 01 = 90°; 10 = 180°; 11 = -90° uzatgandan keyin amalga oshiriladi.

Fazaviy manipulyatsiya uzatish tezligining ekvivalentligini pasaytiradi va kanalning o'tkazish qobiliyatini oshiradi.

Axborotni ketma-ket aloqa kanali orqali uzatishda olingan axborot-siyaning to'la mutanosibli (ruscha – достоверность) ni tekshirishning turli

xil vositalarini qo'llaniladi. Bu ham paritetning "bit"larini nisbiy simvollaridagi birliklar soni bilan solishtirish (ruscha – сверка), ham ma'lumotga kiradigan barcha simvollar kodlarining yig'indisini ma'lumot oxirida uzatiladigan nazorat yig'indisi bilan solishtirish demakdir. Bular hammasi QQQ ning axborotni noto'g'ri talqin qilishini istisno qiladi. Ammo, elektromagnitik halaqit (ruscha – помех) larning katta sathida elektr aloqa liniyalari bo'ylab axborotni uzatishning samarador tezligi, buzilgan ma'lumotni takrorlash zarurligi tufayli, keskin kamayadi. Shu sababga ko'ra, elektrotexnik majmua va tizimlarning raqamli qurilmalari sharoitida elektr liniyalariga tolali-optik aloqa liniyalari muqobil (alternativ) bo'lib qoladi.

2.5. Raqamli qurilmalarda axborotni qayta ishlashning xususiyatlari

Raqamli qurilmalarning xususiy ishga tushish vaqti

Raqali qurilmalar o'lchash organlarining xususiy ishga tushish vaqti, amalda, ularning elektromexanik o'xshash (analog)lari kabi qoldi. Buni shunday tushuntirish mumkinki, nazorat qilinayotgan tok va kuchlanishlar (ta'sir etuvchi qiymatlarining, fazaviy siljishlar) ning integral parametrlarini aniqlash uchun ma'lum vaqt talab qilinadi. Ta'rifga muvofiq, davriy vaqtli $x(t)$ funksiyaning ta'sir etuvchi qiymati quyidagi ifodadan topiladi:

$$x_d = \sqrt{\left(\frac{1}{T} \int_0^T x^2(t) dt\right)}. \quad (2.2)$$

Real vaqtda bu integralni hisoblashning natijasi faqat nazorat qilinayotgan $x(t)$ signalni T davrga teng vaqt bo'lagi davomida kuzatishdan keyin hosil qilinishi mumkin.

Raqamli qurilmalar, tamoyilga ko'ra, T davrdan kam vaqt bo'lagida, agar nazorat qilinayotgan katalikning qiymati dastavval o'matmadan katta bo'lsa, ishga tushish signalini shakllantirishi mumkin. Buni oson, sonli integrallash orttirmalar yig'indilarining hisoblab chiqilganlariga tengligi tufayli, bajarish mumkin:

$$\int_0^T x(t) dt = \sum_{l=0}^N x(t_l) \Delta t, \quad (2.3)$$

Bu yerda $x(t)$ – integral ostki funksiyaning $x(t_l)$ tugunli nuqtalarda integrallash intervallarida olingan qiymati; Δt – ikkita o'lchash nuqtasi o'rtasidagi vaqt oralig'i.

Nazorat qilinayotgan kattalikning o'matmaga teng qiymatlarida, kuzatish vaqti T ga intiladi.

Kirishdagi signal faqat bitta garmonika bilan tasvirlanadigan sharoitlarda, sinusoidaning amplitudasi (mos holda, ta'sir etuvchi qiymati ham) uning bir necha oniy qiymatlarini o'lchashdan keyin hisoblanishi mumkinligi tufayli,

ta'sir etuvchi qiymatni hisoblashga kam vaqt sarf qilish mumkindek tuyuladi. Ammo real signallarda hamisha qiziqtirayotgan garmonika bilan birga boshqa garmonikalar va nodavriy tashkil etuvchilar ham mavjud bo'ladi. Murakkab signaldan qiziqtirayotgan garmonikani ajratish biroz vaqt talab qiladi.

Ishchi toklarda halaqitlarni bartaraf qilish va blokirovka qiluvchi ta'sirlarni shakllantirishda filtrlash talab qilinadi.

Raqamli qurilmalarda signallarni filtrlash.

Nazorat qilinayotgan signal davriy bo'lib, uzoq vaqt davomida mavjud bo'lib tursa, asosiy garmonikani (yoki istalgan boshqasini) ajratish uchun garmonik analiza nazariyasidan foydalanish mumkin, unga muvofiq k-garmonikaning amplitudasini aniqlash uchun avval uning ortogonal tashkil etuvchisini hisoblash talab qilinadi:

$$a_k = \frac{2}{T} \int_0^T x(t) \cos k\omega t dt, \quad b_k = \frac{2}{T} \int_0^T x(t) \sin k\omega t dt, \quad (2.4)$$

va faqat keyin – uning amplitudasini: $X_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}$. (2.5)

Ko'rsatilganidek, ortogonal tashkil etuvchilar $x(t)$ vaqt funksiyasini T davr davomida integrallash yo'li bilan aniqlanadi.

Garmonik analizning sonli usuli, funksiya $x(t)$ $0 < t \leq T$ oralig'ida aniqlangan bo'lgan holda, faqat diskret $t_n = nT/N$, $n = 0; 1; \dots, N-1$ nuqtalar tizimida qo'llaniladi. Bu usul shuningdek, hisoblashlarda turli xil vaqt soniyalaridagi tashkil etuvchilardan foydalanish zaruriyati bilan bog'liq:

$$a_k = \frac{2}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(t_n) \cos(2\pi \frac{kn}{N}), \quad b_k = \frac{2}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(t_n) \sin(2\pi \frac{kn}{N}), \quad X_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2} \quad (2.6)$$

Va, nihoyat, raqamli filtrning ishini qarab chiqamiz. Raqamli filtr $X_m(t)$ kirish signaldan Δt intervalda olingan N tanlov X_{mn} , $n = 0; 1; \dots, N-1$ ketma-ketligi bilan ishlaydi. Filtrning kirishida ma'lum operatsiyalar natijasida X_{mn} sonlar ketma-ketligi hosil bo'ladi.

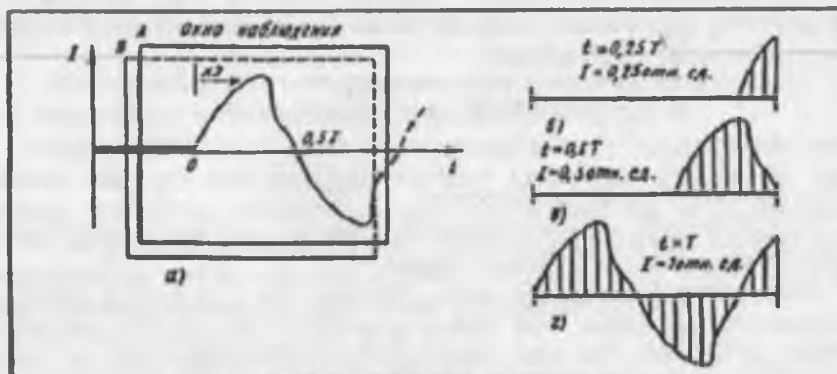
Murakkab $X_m(t)$ shakldagi kirish signali yetarli qisqa to'g'ri burchakli impuls-larga bo'linishi mumkin (2.14, a-rasm). Har qanday elektr zanjiri uchun uning $g(t)$ impuls xarakteristikasi mavjud bo'lib, u zanjirda impuls tugagandan keyingi jarayonlarni aniqlaydi (2.14, b-rasm). Signal n kuzatish soniyasida (2.14, c-rasm) elektr zanjirining chiqishida $t=0$ dan to n (Δt – alohida impulsning davomiyligi) oralig'ida kuzatish soniyasidagi barcha impuls-larga zanjirning javob (ruscha – отклик) larining yig'indisi sifatida aniqlanadi, ya'ni:

$$X_{mn} = \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{k=0}^{N-1} X_{m1} g[(n-k)\Delta t] \approx \sum_{k=0}^{N-1} X_{m1} g[(n-k)\Delta t] \quad (2.7).$$

Agar hisoblashlarda foydalaniladigan vazn koeffisientlari $g[(n-k)\Delta t]$ qandaydir chastotaviy filtrning impuls xarakteristikasining muvofiq qiymatlariga mos tushsa, raqamli filtrning chiqish signali analogik filtrning chiqish signaliga ekvivalent bo'ladi.

Ideal raqamli filtr kirish signalidan cheksiz sondagi, uning chiqish signalining navbatdagi tashkil etuvchisini hisoblash soniyasiga mos keluvchi, tanlovlar bilan operatsiya qilishi kerak. Real raqamli qurilma chcklangan sonli N tanlovlar bilangina ishlashi mumkin. Foydalaniladigan tanlovlar sonini kirish signalni kuzatishning qandaydir vaqt oynasi bilan taqqoslab (2.14, *a*-rasm), quyidagilarni qayd qilish mumkin.

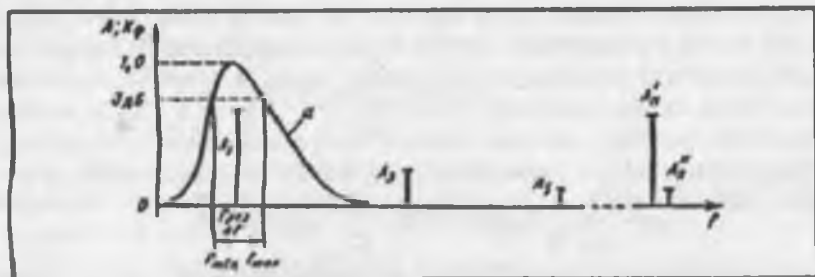
Dastlabki vaqt soniyalarida kirish signalining sakrashsimon o'zgarishidan keyin hisoblash qurilmasi ma'lum vaqt "noto'g'ri" chiqish signalini shakllantiradi.



2.14-rasm. Real signalni kuzatish.

Buni kuzatish oynasida turli xil vaqt soniyalarida ko'rinadigan signalning epyurlari, (2.14, *b-z*-rasm) tushuntiradi. Ayonlik uchun epyurlarda tokning ta'sir etuvchi qiymatlari keltirilgan.

Turg'unlashgan ish rejimiga chiqish, masalan, ikkita vaqt bo'yicha siljirilgan kuzatish oynalarida (2.14, *a*-rasm) kuzatish natijalarining mos tushishi bo'yicha ta'kidlanishi mumkin. Hisoblash aniqligi, kuzatish oynasida tanlovlar qancha ko'p bo'lsa, shuncha yuqori bo'ladi.



2.15-rasm. Kirish signalining chastotaviy spektri va filtrning amplituda-chastotaviy tavsifi: f – signal chastotasi; A – signal amplitudasi; K_p – filtrning uzatish koeffitsiyent.

Raqamli filtrlar qator afzalliklarga ega. Ulardan asosiylari – *ishdagi ishonchlilik va analogik filtrlarda erishilmaydigan, tavsiflarning barqarorligi.* Ammo, analogik filtrlar kabi, raqamli filtrlar kerakli garmonikadan murakkab signalni ajratish aniqligi va filtrlashga sarflanadigan vaqt qismida ziddiyatlarga ega. Nodavriy tashkil etuvchilardan, yuqori garmoniklar (2.15-rasmda – $A_3, A_5,$) dan, halaqitlar (A'_n, A''_n) dan qayta sozlanish (otstroitsya) uchun, qurilma kirish traktining amplituda-chastotaviy tavsifi (AChT) yo'lakli filtrning tavsifi (2.15-rasmda a - egri chiziq) singari bo'lishi zarur.

Yo'lakli filtrning sifati uning, filtrning K_f uzatish koeffisienti 3 dB ga kamayadigan sathda aniqlanadigan, o'tkazish yo'lagi bilan tavsiflanadi. Tebranish konturi kabi yo'lakli filtrlar uchun saxiylik tushunchasi kiritilgan:

$$Q = f_{\text{res}} / (f_{\text{max}} - f_{\text{min}}). \quad (2.8),$$

bu yerda: $f_{\text{res}}, f_{\text{max}}, f_{\text{min}}$ – mos holda, filtrni tavsiflovchi rezonans, maksimal va minimal chastotalar.

Ikkinchi tartibli yo'lakli filtrda xususiy o'tkinchi jarayonlarining o'tish vaqti:

$$t_{\text{os}} = 6Q / (2\pi f_{\text{res}}). \quad (2.9),$$

ya'ni, saxiylik qancha yuqori bo'lsa, filtrda o'tish jarayoni shuncha ko'p cho'ziladi. Masalan, saxiyliqi $Q = 5$ va beshtacha davrga ega bo'lgan sanoat chastotasi ($f_{\text{res}} = 50$ Gs) garmonikasini ajratishga sozlangan yo'lakli filtrda o'tish jarayonining uzunligi:

$$t_{\text{os}} = 6Q / (2\pi f_{\text{res}}) = 6 \cdot 5 / 314 \approx 0,1 \text{c} = 5T. \quad (2.10).$$

Bunday natijalarga elektr tebranishlarini tarflashga spektral yondashishni qo'llab erishish mumkin. O'tkazish yo'lagini toraytirish ko'pchilik halaqitlar impuls signallar (momaqaldiroq razryadlari, kommutasion o'ta kuchlanishlar va h.k.) bo'lganligi tufayli, raqamli qurilmalarning halaqitdan himoyalanganligini yaxshilaydi va, mos holda, cho'zilgan spektral xarakteristikalariga ega. Bunda, qurilma kirish traktining o'tkazish yo'lagi qancha tor bo'lsa, ishchi signalga halaqit energiyasining ulushi shuncha kam qo'shiladi. Ammo, juda tor yo'lakli kirish trakti raqamli qurilmaning tezkorligini yo'l qo'yib bo'lmaydigan darajada kamaytirishga olib keladi. Raqamli qurilmaning tezkorligini oshirish uchun saxiyliqi kam filtrlarni qo'llash yaxshiroq.

2.6. Raqamli va mikroprotessorli qurilmalarning axborotni yig'ish va boshqarish tizimlarida qo'llanishi.

Mikroprotessorli boshqarish qurilmalari o'z funksiyalarini bajarish uchun nazorat qilinayotgan toklar va kuchlanishlarni o'lchash va analogik-raqamli o'zgartishlarni amalga oshiradi. Bundan tashqari ular kommutasion apparatlarning holatini nazorat qiladi, avariyaaviy parametrlarning qiymatlarini voqealarning fayllari va raqamli ossillogrammalar ko'rinishida qayd qiladi. Shu

tufayli axborotni uzatish uchun interfeys bilan ta'minlangan mikroprotsessorli boshqarish qurilmalari boshqarish tizimlari uchun axborot manbai sifatida xizmat qilishi mumkin.

RBQ dan axborotni uzatish uchun odatda uch turdagi interfeyslardan foydalaniladi [27,33,35, 36,40,48,58]:

- RS 232,
- RS 485,
- ST konnektor-opto kabelni ulash uchun.

Interfeys RS 232 axborotni 20 metr gacha uzatish uzunligini ta'minlay oladi. RS 485 – vitali ekranlashtirilgan juftlik bo'ylab qo'shimcha kuchaytirishsiz 1200 metrgacha. Qo'shimcha oraliq kuchaytirish bilan aloqa uzunligi ikki marotaba uzaytirilishi mumkin. Mos turdagi kabel qo'llanilganda, opto kabel bo'yicha aloqa uzunligi 15 km gacha yetadi. Bundan tashqari, interfeys RS 232 bo'ylab aloqa uzunligi "RS 232/opto - opto kabel - opto/R 232" uzatish sxemasini qo'llash evaziga uzaytirilishi mumkin.

Interfeys RS 232 va opto larni qo'llash har bir qurilmadan (ajratilgan liniya bo'yicha) markaziy qurilma (*konsentrator*) ga axborot yig'ish tizimini qurishni taqozo qiladi. Interfeys RS 485 ni qo'llash bitta shaxobchaga 32tagacha qurilmani parallel ulashni amalga oshirish imkonini beradi. Haqiqatan bu holda axborot uzatish tezligi, ayniqsa opto kabel bo'ylab, vitali ekranlashtirilgan juftlik bo'yicha uzatishdan ancha yuqori. Interfeys RS 485 bo'yicha axborot uzatish tezligi odatda 38,4 Kbit/s dan oshmaydi, ba'zi bir bayonnomalar (masalan, K-Bus) yuqoriroq uzatish tezligini 64 Kbit /s gacha ta'minlaydi.

Yuqori boshqarish sathiga uzatish uchun axborot odatda RBQda odatda tezkor (operativ) xotirada saqlanadi va yuqori boshqarishsathidan so'rov bo'yicha – *kontroller* yoki obyektning ishchi stansiyasi tomonidan sanaladi.

RBQ dan axborot qabul qilishda interfeysdan tashqari aloqa *bayonnomasi* (ruscha – протокол связи) sezilarli ahamiyatga ega, ya'ni yuqoridagi qurilma RBQ qurilmasi bilan bitta tilda "gaplasha olishi" kerak (ruscha – должно «уметь разговаривать»).

Mikroprotsessorli RBQ bilan aloqa qilish uchun eng ko'p tarqalgan bayonnomalar [19,27,34,36,40,42,44,48,58,64]:

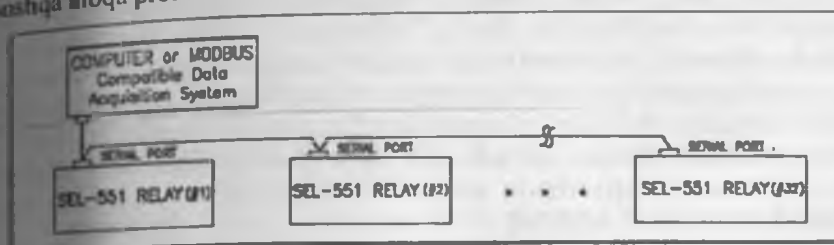
- Modbus,
- Profibus,
- SPA bus,
- DNP 3.0,
- IEC (XEK) 60870-5-103.

Obyekt lokal tarmoqlari qurilmalarining eng ko'p tarqalgan ulanish sxemasi 2.16, a-rasm va 2.16, b-rasm da keltirilgan.

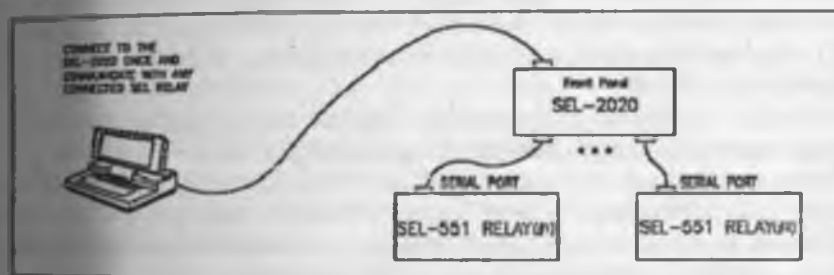
RBQ dan olingan informatsiya obyekt stansiyasining ishchi ekranida mos ekranlar to'plami (nabor) ko'rinishida tasvirlanishi mumkin. Ekranlar soni,

ularning grafikaviy bajarilishi va funksional to'ldirilishi berilgan obyektida ishlatiladigan boshqarish tizimining aniq turi bilan aniqlanadi. Bundan tashqari, axborotning bir qismi yuqori boshqarish sathi mos sath dispatcheriga uzatilishi mumkin.

Axborotni yuqori boshqarish tizimiga uzatish uchun IEC (MEK) 60870-5-101 bayonnomasi (протокол) dan foydalanish tavsiya qilinadi, chunonchi, boshqa aloqa protokollari ham ishlatilishi mumkin.



a)



b)

2.16-rasm. Axborotni yig'ish va boshqarish tizimida qurilmalarni lokal tarmoqqa ulashning turkumiy sxemalari.

3-BOB. RAQAMLI VA MIKROPROTSESSORLI QURILMALARNI ISHLATISH VA SINOVDAN O'TKAZISHNING XUSUSIYATLARI

3.1. Raqamli qurilmali tizimlarning o'z funksiyalarini bajarish ishonchliligi

Raqamli qurilmalarning xususiyatlaridan biri apparat qismi va dasturiy ta'minlash (ruscha – программное обеспечение)ning sozligini tashkil qilishning nisbatan oddiyligidir. Bunga qurilmaga o'atilgan dastur bo'yicha mikroprotsessorning sikliy ish rejimi yordam beradi. Bu dasturning alohida fragmentlarini boshqarish qurilmasining *o'z-o'zini testdan o'zkazishi* (ruscha – самотестирование)ni bajaradi. Raqamli apparatura ixtirochilarining arsenalida testdan o'tkazish qismiga oid turkumiy yechimlarning butun bir to'plami mavjud. Raqamli qurilmalarda *o'z-o'zini nazoratning* quyidagi usullari ishlatiladi [27,31,34-37,40,58,64].

Analog-raqamli o'zgartish traktining nosozligi, uning tarkibiga kirgan uzellarni chuqur qamrab olgan holda, tayanch vaqt bo'yicha o'zgarmas kuchlanishni davriy ravishda sanash yo'li bilan topiladi. Agar mikroprotsessor (MP) oxirgi va oldin sanalgan natijalar o'rtasidagi farqni topsa, u nosozlik signalarini shakllantiradi.

TEQQ – (O3Y) ni yacheykalarga oldindan ma'lum sonlarni yozib va keyingi sanashda olinadigan natijalarni taqqoslab tekshiriladi.

Doimiy eslab qoluvchi qurilma DEQQ – (I3Y) da saqlanadigan ishchi dasturni, MP davriy ravishda sonli kodlar to'plami deb qaraydi. MP ularning yig'indisini topishni nomigagina (ruscha – формальное) bajaradi, natijani oldindan ma'lum yacheykada saqlanadigan nazorat yig'indisi (ruscha – контрольной суммой) bilan taqqoslaydi.

Chiqish relelari chulg'amlarining bir butunligi (ruscha – целостность) ularga qisqa muddatga kuchlanish berish va ulardan tok oqib o'tishini nazorat qilish bilan tekshiriladi.

Davriy ravishda MPning *o'z-o'zini testdan o'zkazishi* (самотестирование) bajariladi, qurilma ta'minot blokining va boshqa eng muhim tugunlarining parametrlari o'lchanadi.

O'z-o'zini nazorat qilish (самоконтроль) ni amalga oshiruvchi MP ishdan chiqish holati uchun raqamli qurilmalarda maxsus qo'riqlash taymeri (ruscha – сторожевой таймер) "watch dog" nazarda tutilgan. Bu murakkab bo'lmagan, juda ishonchli uzal. Normal ish rejimida MP bu uzalga belgilangan ketma-ketlik davridagi impulsar yuboradi.

Navbatdagi impuls kelishi bilan qo'riqlash taymeri vaqt sanog'ini (ruscha – отсчет времени) boshlaydi. Agar ajratilgan vaqtda MP dan navbatdagi, taymerni boshlang'ich holatga qaytaradigan, impuls kelmasa, taymer MP ni boshlang'ich holatga qaytaradigan kirishiga ta'sir qiladi. Bu boshqaruv dasturini qayta ishga tushiradi. Nosozlik xolatida MP "0" yoki "1" ni barqaror

shakllantirib " qotib qoladi (zavisael)". Qo'riqlash taymeri buni topadi va trevoga signalini shakllantiradi. Zaruriyat bo'lganda boshqarish qurilmasining eng mas'ul tugunlari blokirovka qilinadi.

Shartsizki, testdan o'tkazish qurilmaning ichki nosozliklari (defekt) ni 100 % aniqlashni ta'minlay olmaydi. Testdan o'tkazish chuqurligi butunligicha ixtirochining vakolatida (v kompetensii) bo'ladi, testdan o'tkazish aniq qurilmaning xususiyatlarini hisobga olib bajarilishi va, umumiy holda, foydalanuvchiga noma'lumligi uchun. Real holda testdan o'tkazish bilan qurilmaning barcha elementlaridan taxminan 80–95 % ini qamrab olinadi. Ammo, o'z mahsulotiing maksimal takomillashuvidan manfaatdor ixtirochi, bunga erishish uchun mumkin bo'lgan barcha imkoniyatlarni qo'llashga intiladi.

Har qanday qurilmaning *funksiyasini bajarish ishonchligini* ikkita aspektda qarash lozim [25,27]:

- *qurilmaning o'zining ishonchligi* ;
- bu qurilma tarkibiga kiradigan *butun tizimning funksiyasini bajarish ishonchligi*.

Biron qurilmaning apparat qismining ishonchligi birinchi navbatda uni tayyorlashga ketgan butlovchi jihozlar (ruscha – комплектующих изделий) va ularning sifati bilan aniqlanadi. Misol tariqasida faraz qilaylik, bir xil funksiyali ikkita qurilmalar, mos holda, analog va raqamli tamoyillarda butlovchi jihozlardan (qarshiliklar, kondensatorlar, diodlar va h.k.) yaqin ishonchlik ko'rsatkichlari bilan bajariladi. Ayonki, kam sonli elementlardan bajarilgan qurilma ko'p ishonchliroq bo'ladi. Analogli qurilmalarda apparat qismining hajmi V realizatsiya qilinadigan funksiyalarning soni va ularning murakkabligi S oshishi bilan proporsional holda o'sadi, raqamli qurilmalarda apparat qismining hajmi algoritm murakkabligining yetarlicha keng chegaralarda o'zgarishida amalda o'zgarmay qoladi.

Boshqa tomondan, raqamli qurilmalar uchun apparat qismi va dasturiy ta'minotning uzluksiz avtomatik nazorati xarakterlidir. O'z-o'zini nazorat tizim sifatida RBQ ning ishonchligini, personalni apparat qismining ishlamay qolish hollari to'g'risida o'z vaqtida ogohlantirilishi tufayli, ancha oshiradi. Bu RBQ tizimining ishlash qobiliyatini tiklash bo'yicha kechiktirib bo'lmaz tadbirlar qabul qilishga imkon beradi. Analogli RBQ tizimlarida, qoidaga qo'ra, apparat qismining ishlash qobiliyatini, chunonchi inson ishtirokida, davriy test nazoratidagina tekshirish ko'zda tutiladi.

Davriy nazoratda RBQning nosoz tizimini yetarlicha uzoq vaqt davomida navbatdagi rejayiy tekshirishgacha ekspluatatsiya qilish imkoniyati mavjud. Shunday qilib, raqamli qurilmalar funksiyasini bajarishining yuqoriroq ishonchligi to'g'risida gapirish mumkin. Mos holda, ularga texnik xizmat ko'rsatish sikli nazariy jihatdan 10-12 yilgacha oshirilishi mumkin [27,64].

Ammo hozircha bu holatni tasdiqlaydigan amaliy tajriba yetarli emas. Shu tufayli ularga texnik xizmat ko'rsatish siklini mikroelektron himoyalar kabi 6

yil sathida qoldirish lozim, degan fikr ko'pchilik tadqiqotchilarda mavjud. Ammo, avtomatik nazorat mavjudligini hisobga olib nazorat hajmi ancha kamaytirilishi mumkin. Bundan tashqari qurilma tarqibiga, amalda o'zgarmagan va oldingicha davriy nazoratni talab qiladigan, ikkilamchi kommutatsiya zanjirlari kirishini nazarda tutish lozim. Yana bir holatni ham nazarda tutish lozim: RBQ ni sozlashda, apparaturani yetarlicha bilmaslik evaziga xatolikka yo'l qo'yish mumkin, shuning uchun xatolarni payqash va bartaraf qilishga, hamda vaqt yetganligi uchun ishlamay qolish (prirabotochnie otkazi) larni aniqlashga qaratilgan birinchi profilaktik nazoratni saqlab qolish lozim [27,31,34-37,40,58,64].

3.2. Raqamli boshqaruv qurilmalarining halaqitdan himoyalanganligi

Halaqitdan himoyalanganlik – bu apparaturaning elektromagnitik halaqit sharoitida o'z funksiyalarini to'g'ri bajara olish qobiliyatidir. Zaruriy halaqitdan himoyalanganlik qator masalalarni faqat kompleks yechish bilan ta'minlanadi:

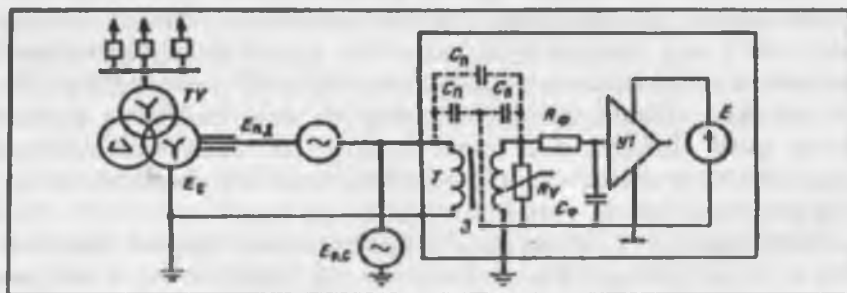
- ♦ informatsion signallar sathining halaqitlar sathidan keraklicha oshishini ta'minlash. Shu sababli energetikada nominal sathlari 1 A va kattaroq, 100 V va yuqori signallar ishlatiladi;

- ♦ informatsiya datchiklarining RBQ bilan aloqa liniyalarining to'g'ri yotqizilishi, zarur bo'lganda aloqa liniyalarining halaqit ta'siridan himoyalaniishi va halaqitlarni bartaraf qilish;

- ♦ RBQ ning apparat qismini to'g'ri konstruksiyalash.

Agar oxirgi masalaning yechimi istisno holatida apparaturaning ixtirochilari ixtiyorida bo'lsa, aloqa yo'llarining halaqit ta'siridan himoyasi masalasi himoyani loyihalash bosqichida va boshqarish tizimini ekspluatatsiya qilish yo'lida yechilishi lozim [27,31,34-37,40,58,64].

RBQ ni ushbu pozitsiyalardan qarab chiqamiz.



3.1-rasm. Raqamli boshqarish qurilmasining kirish trakti.

Halaqitlarning relalarga va aloqa liniyalariga singib kirishi.

Qoida sifatida himoya qurilmalarining kirish qismi 3.1-rasmda ko'rsatilgani kabi bajariladi.

Bunda ishchi signal E_c ikki o'tkazgichli liniyada potensiallar farqi yoki tok sifatida uzatiladi. Odatda qurilmaning qabul qiluvchi kirish elementi oraliq transformator T bo'ladi. Yuqorida ta'kidlanganidek, transformator bir vaqtning o'zida ham keltirilayotgan signallarning o'zgartirilishini, ham ichki va tashqi zanjirlarning galvanik ajratilishini ta'minlaydi.

Halaqitlar aloqa liniyalarining o'tkazgichlari orasida ham, (bo'ylama yoki differensial ko'rinishdagi halaqitlar $-E_{nd}$), istalgan o'tkazgich va yer orasida ham (sinfaz yoki bo'ylama halaqitlar $-E_{nc}$) hosil bo'lishi mumkin.

Go'yoki sinfaz halaqitlar $-E_{nc}$ differensial qabul qiluvchilar uchun xavfli emasdek tuyuladi. Ammo aslida aslo bunday emas. Qurilma ichiga parazit sig'im aloqalari orqali singib kirib, qoida sifatida sinfaz bo'lgan va umumiy nol potensial shinasiga nisbatan uzatiladigan, bu C_n halaqitlar keyin qurilma ichida ishchi signalga qo'shilishi mumkin.

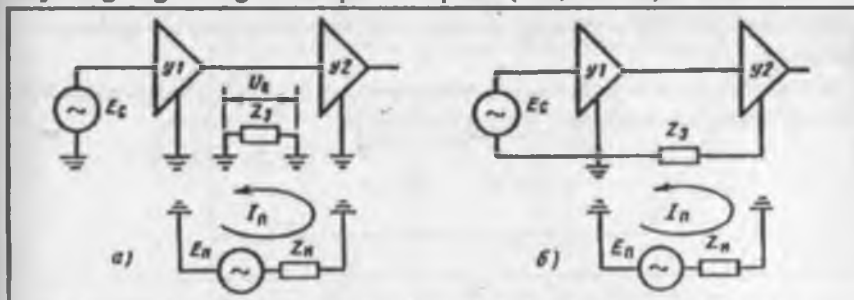
Shuning uchun apparaturaning konstruktorlari oraliq transformator T ning birlamchi chulg'ami va qurilma ichki sxemasi elementlari orasidagi parazit (sig'imi) aloqalarni maksimal kuchsizlantirish choralarini ko'radilar.

Differensial halaqitlar $-E_{nd}$ ga kelsak, agar halaqit manbaini bartaraf qilish iloji bo'lmasa, aloqa liniyalarini halaqit manbaidan maksimal chegaralash eng ko'p ta'sirli hisoblanadi. Buning uchun halaqitlar qanday qilib aloqa liniyalariga kirishini bilish zarur.

Halaqitlarning bir elektr zanjiridan boshqasiga singib kirishining *galvanik, elektrostatik va induktiv* yo'llarini farq qilish qabul qilingan [27,40, 64].

Galvanik aloqa – foydali signalni qabul qilish qurilmasi zanjirining halaqit manbai joylashgan zanjir bilan bevosita aloqasidir.

Ko'pincha bu yo'l qaralayotgan zanjirlarda umumiy o'tkazgich borligi tufayli paydo bo'ladi. " E_n " barcha nuqtalarda nolga teng bo'lgan potensialga ega, deb hisoblash qabul qilingan. Bu ehtimoldir. Katta tokli va kuchsiz tokli zanjirining birgalikdagi ishini qarab chiqamiz (3.2, a-rasm).



3.2-rasm. Zanjirlarning bevosita aloqasida halaqitlarning singib kirishi.

Berilgan holda yerga ulash tizimi informatsiyani signal manbai E_c dan $y/$ va keyinchalik y_2 qurilmalarga uzatish zanjirining o'tkazgichlaridan biri sifatida ishlatiladi. Bir vaqtning o'zida yerga ulash tizimi kuchsiz tokli zanjirning teskari o'tkazgichi sifatida ishlatilgan. Bunaqa holat "nol" potensial shinasi bir vaqtning o'zida quvvati bo'yicha farq qiladigan bir necha elektr zanjirlarida ishlatiladigan turli apparaturalarning ichki sxemalari uchun eng ko'p turkumiydir.

Ammo, o'xshash holat umumiy o'tkazgichga nisbatan signal uzatishda istalgan boshqa kuchsiz tokli tizimda hosil bo'ladi. Quvvatli signal manbai yer bo'ylab o'rib o'tadigan katta toklar hosil qiladi. Masalan, bu samarali yerga ulangan befarq nuqtali (neytral) tarmoqlarda yoki elektr payvandlash ishlarini o'tkazishda kuzatilishi mumkin [27,40, 64].

Ayonki, kuchsiz tokli zanjirda hosil bo'ladigan halaqitning kuchlanishi:

$$U_p = E_n Z_3 / (Z_n + Z_3), \quad (3.1)$$

bu yerda: Z_n – zanjirning yer orqali qarshiligi. Bunaqa turdagi halaqitning sathini kamaytirishda faqat yerga ulash shinasining kesim yuzasini oshirish asqotishi mumkin. Ammo, yuqori chastotali halaqitlar holatida, shinning induktiv xarakterli qarshiligi paydo bo'la boshlaganda shinning kesim yuzasini oshirish samarasiz bo'lishi mumkin. Halaqitlarning yer bo'ylab singib kirishidan kardinal himoya – bu kuchsiz tokli zanjirlarni faqat bir nuqtada yerga ulashdir (3.2, b-rasm).

Elektr zanjirlarining elektrostatik (sig'imey) aloqasi.

Bu turdagi parazit aloqa asosan o'tkazgich simlari elektr maydonlarini generatsiya qiladigan va qabul qiladigan qarshiligi katta konturli sxemalarda sodir bo'ladi. Bu turdagi zanjirlar orasidagi halaqitlar yana *chorrahaviy* (ruscha – перекрестные) deyiladi. Eng og'ir holat har xil zanjirlarning o'tkazgichlari uzoq masofalarda yaqin joylashishidir.

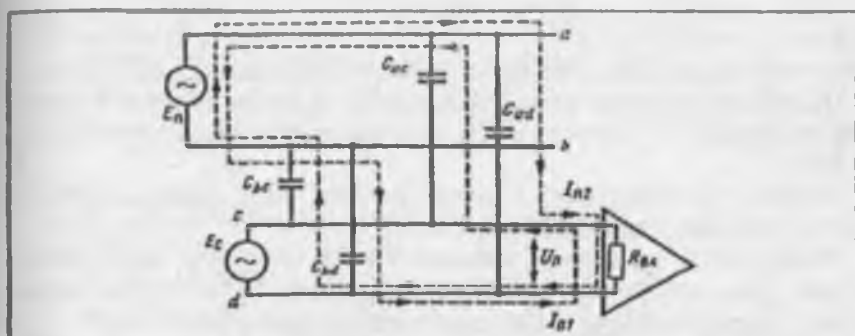
Halaqit kuchlanishi U_n qabul qiluvchi (QQ) ning kirishida (3.3-rasm) bu ikki zanjirlar o'tkazgichlarining chorrahaviy parazit aloqalari tufayli E_n halaqit mabai hosil qiladigan I_{n1} va I_{n2} toklarning farqi bilan aniqlanadi.

RBQ ning kirishi (R_{kr}) dagi halaqit [64]:

$$U = (I_{n1} - I_{n2}) \cdot R_{kr} = E_n \cdot R_{kr} / [R_{kr} + k \cdot (1/\Delta C)], \quad (3.2)$$

bu yerda $k \cdot (1/\Delta C)$ — o'tkazgich simlar sig'implarining farqi ΔC ga bog'liq qo'shiluvchi.

Ta'kidlangan toklarning farqi qaralayotgan zanjir o'tkazgichlari orasidagi parazit sig'implarning nosimmetrikligi bilan bog'liq.



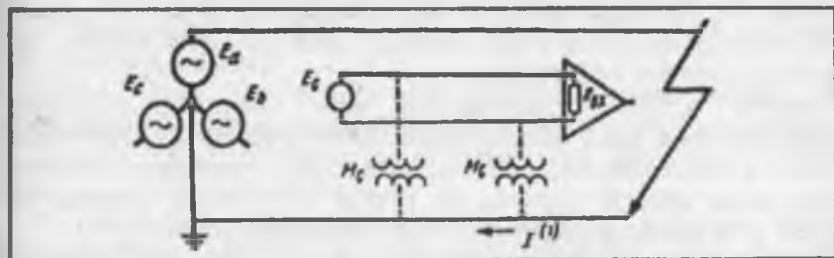
3.3-rasm. Halaqitlarning sig'imey aloqalar bo'ylab singib kirish sxemasi.

Bu turdagi halaqitlarga qarshi kurashning samarali usuli – bu o'tkazgichlarni to'vlab bog'lash (ruscha – *эквирка*) va elektrostatik ekranlarni qo'llash. *Эквирка* o'tkazgichlar orasidagi sig'imlarni tenglashtirishga, ya'ni ΔS ni nolga intiltirishga yo'l beradi, ekranlashtirish esa aloqaning sig'imini kamaytiradi. Bundan ko'rinadiki, aloqa kanalini hosil qilish uchun har xil kabellarning tomirlarini ishlatish maqsadga muvofiqmas.

Induktiv aloqa. Aloqaning bu turi qarshiligi kam zanjirlar uchun xarakterlidir. Ko'pincha induktiv aloqa uch fazali tarmoqlarda yerga ulanishda sodir bo'ladi.

Fazalararo qisqa tutashuv (QT) larda o'tkazgich simlar yaqin joylashganligi va faza toklarining yig'indisi nolga tengligi evaziga uch fazali liniyaning tashqi maydoni nisbatan kam. Yerga ulanishda (3.4-rasm) toklarning katta geometrik o'lchamli yerga oqib o'tish konturi hosil bo'ladi.

Samarali yerga ulangan befarq nuqtali (ruscha – *нейтрал*) tarmoqlarda bunday konturlarda juda katta toklar oqib o'tadi va yonma-yon joylashgan elektr zanjirlarida halaqit hosil qiladi. Zanjirlarning sig'imey aloqasi holdagi kabi hosil bo'ladigan halaqitning sathi kuchsiz tokli zanjir o'tkazgich simlarining katta tokli konturga nisbatan o'zaro induktivligining farqi bilan aniqlanadi.



3.4-rasm. Halaqitlarning yerga ulanishda hosil bo'lishi.

Hosil bo'ladigan halaqitning eng katta sathi kam qarshilikli konturda kuzatiladi. Induktiv aloqa tufayli hosil bo'ladigan halaqitlarga qarshi kurashish uchun elektrostatik aloqa uchun nazarda tutilgan barcha tadbirlar qo'llaniladi.

Ko'rinadiki, halaqitlar aloqa liniyalariga har xil yo'llar bilan tushib qoladi. Real situatsiyada bir vaqtning o'zida parazit aloqaning barcha turlari paydo bo'ladi.

Axborot datchiklarining raqamli qurilma bilan aloqa kabellarini ekranlashtirishning samaradorligi [36,40,64].

Kabel metall qobig'ining ekranlashtiruvchi ta'siri shu bilan tushuntiriladiki, unda maydon hosil qiladigan toklar paydo bo'ladi va bu maydon toklarni yuzaga keltiradigan tashqi maydonlarni muvozanatlovchi bo'ladi.

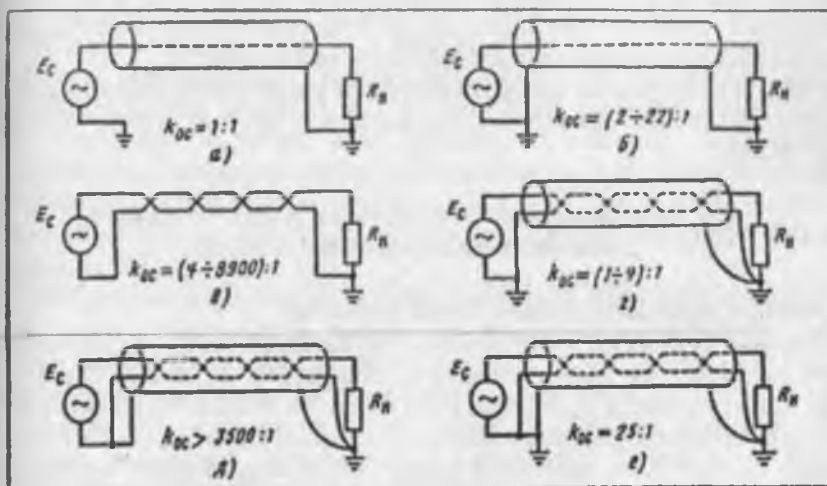
Samarali ekranlashtirish uchun ekran devorlarining qalinligi ushbu ekran moddasidagi elektromagnit maydon to'liqlinining uzunligiga teng bo'lishi kerak.

Masalan, $f = 50$ Gs sanoat chastotasida mis ekran devorlarining qalinligi faqatgina 6 sm, temir – 4,5 mm qalinlikdagina samarali bo'ladi; 500 kGs chastotada mis ekran uchun bu 0,6 mm ni tashkil qiladi, temir uchun esa – 0,05 mm. Ferromagnit ekranlarning ayon afzalliklariga qaramay, amaliyotda, ferromagnit moddalarning magnit singdiruvchanligi tashqi magnit maydonining kuchlanganligiga o'ta bog'liqligi uchun, yaxshi o'tkazuvchan materialli ekranlar qo'llaniladi. Ferromagnit ekran to'yinganida uning ekranlashtiruvchi xususiyatlari keskin yomonlashadi.

Elektrostatik va yuqori chastotali (YuCh) elektromagnit maydonlaridan himoyalashda nomagnit materialdan bo'lgan ekranli kabellar eng ko'p samaralidir. Past chastotali elektromagnit maydonlaridan himoyalash uchun qalin devorli ferromagnit ekranlar talab qilingan bo'lardi, bu uzoq masofali uzatish traktlarida amaliy jihatdan hal qilib bo'lmay darajadadir. Bunaqa maydonlardan, ta'kidlanganidek, kabelning tomirlarini tovlab bog'lash (skrutka) bilan himoyalangani, bu esa tomirlardan hosil bo'ladigan konturning yuzasini kamaytiradi, o'tkazgich simlarning chorrahaviy sig'implarini va o'zaro induktivliklarini tenglashtiradi.

Ammo, tez-tez halaqitlar bu – momaqaldiroqdan hosil bo'ladigan va kommutasion o'ta kuchlanishlar bo'lib, ular qisqa vaqtli impulslar va YuCh-tebranishlardan iboratligi uchun, bunaqa halaqitlarning asosiy energiyalari YuCh sohada jamlanganligi tufayli, nomagnit ekranlarning qo'llanishi o'zini oqlaydi [27,37,40-44,51-55,64,67].

Ekranlar ta'sirining samaradorligi faqat halaqitning chastotaviy spektrigagina emas, balki ularning yerga ulanish sxemalariga, kabel ichida tomirlarning joylashishiga ham juda bog'liq bo'ladi. 3.5- rasmda signal manbai E_c ning qabul qiluvchi (yuklama R_n) bilan turli ulanish variantlari va halaqitning kuchsizlanish koeffitsiyentlari (K_{∞}) keltirilgan [27,64].



3.5-rasm. Turli xil ekranlarning samaradorligi.

Dastlabki berilgan sifatida, kabel signal uchun bitta simli o'tkazgichdan iborat bo'lgan, eng oddiy holat qabul qilindi (3.5, a -rasm). Sxemalarda hosil bo'ladigan kuchlanish (ruscha — наводки) lar sathini kamaytirish, 3.5 b-z-rasmlarda, ishchi signal konturi effektiv yuzasining kamayishi bilan bog'liq. Shu sababga ko'ra o'lchov zanjirining simli o'tkazgichlari sifatida bitta nazorat kabeliga tegishli tomirlarni qabul qilish zarur, hech qachon har xil kabellarning tomirlarini qo'llamaslik kerak.

Manba va yuklama yerga ulanmaganlarida (3.5 e, d -rasm) foydali signal teskari simli o'tkazgich yoki kabelning ekrani bo'ylab tarqaladi, bu konturning samarali yuzasini va shu orqali halaqitlarning sathini kamaytiradi. Agar ekranning toki ishchi signalni buzsa, ekranni bir nuqtada: manbada nurlantirilayotgan halaqitlarni kamaytirish uchun, yoki qabul qilinayotgan halaqitlarning sathini kamaytirish uchun, yerga ulash lozim. Yuqori chastotali signallar kabellarining ekranlari chekkalarida ular uzunliklari bo'ylab har $0,2 \cdot \lambda$ (λ — elektromagnit maydon to'lqining uzunligi) dan kam bo'lmagan masofalarda yerga ulanadi.

Muhimi, aloqa liniyalarining hatto ekranlashtirilmagan kabelini yerga yaxshi ulangan o'tkazgich yaqinida (yerga ulash shinasini, metall-konstruksiyalar va shunga o'xshashlar) yonma-yon yotqizish hosil qilinayotgan halaqitlar sathini kamaytirishga imkon beradi.

Ta'kidlash joiz, elektromexanik relelar asosidagi himoyalar tizimida ekranlashtirilgan kabellar qo'llanmasdi. Halaqitdan himoyalanganlik ekspluatatsiya qilish amaliyotida aniqlangan informasion signallarning nisbatan yuqori bo'lmagansathlari evaziga erishilardi. Raqamli qurilmalar, agar ular

qandaydir maxsus sezgirlikdagi bo'lmasa, yoki himoyalashning noan'anaviy tamoyillarida bajarilgan bo'lmasa, aloqa liniyalarini tashqi elektromagnit maydonlardan himoyalashga maxsus talab qo'yimasligi kerak.

Ammo, yerga yomon ulangan konturlarda yuqori sathli elektromagnitik halaqitlar sharoitida ekranlashtirilgan kabellarni qo'llash o'zini oqlaydi [34,27,40,64].

3.3. Apparaturlarga texnik xizmat ko'rsatish va halaqitdan himoyalanganlikka sinovdan o'tkazish

Raqamli qurilmalarga texnik xizmat ko'rsatish.

Raqamli boshqarish va avtomatika qurilmalariga barcha turlari texnik xizmat ko'rsatish, bu xizmat turlarining dasturlari va o'tkazilish davriyligi texnik xizmat ko'rsatish qoidalariga ko'ra reglament qilinadi. Alohida raqamli boshqarish va avtomatika qurilmalariga texnik xizmat ko'rsatish – TXK (TXK hajmlari, davriyligi va metodlari) ularni ishlab chiqaruvchilar tomonidan tayyorlanib, texnik vazifalar (ruscha техническое задание – ТЗ), texnik shartlar (ruscha технические условия – ТУ) ishlatish bo'yicha yo'riqnomalarga kiritiladi. Qoida bo'yicha, raqamli qurilmani ishga tayyorlash tashqi ko'zdan kechirishni, izolyatsiya qarshiligini tekshirishni, o'rnatmalarni (ruscha - установки) tekshirish va o'rnatishni, TXK bo'yicha tekshirishni nazarda tutadi. Raqamli qurilmani *ranjirovka qilish*, ya'ni ichki sxemasini yaratish: kirishlarning, yorug'lik diodlari chiqish relelarining qo'llanish maqsadlarini belgilash, himoyalarning alohida pog'onalarini kiritish yoki chiqarish amalga oshiriladi. Yuqorida TXK siklini majburiy birinchi profilaktik nazoratni bajarish bilan 6 yilga qoldirish maqsadga muvofiqligi aytib o'tilgan edi [34,27,40,64].

Ammo, RBQ ko'proq axborotli bo'lib konstruktiv bajarilishiga ko'ra ulardan oldingi analogik turlaridan sezilarli farq qiladi [9,10,27, 40, 64]. *Yuqori zichlikdagi montaj, ko'p qattamli bosma platalardan foydalanish, tamoiliy sxemalarning va tugunlarning o'z funksiyalarini bajarish algoritmlar bo'yicha to'liq axborotning mavjudmasligi RBQni faqat alohida konstruktiv modullar bo'yicha ta'mirga yaroqli* ekanligini belgilaydi. Ichki joylashtiriladigan o'z-o'zini tashxislash (самодиагностика) va nazorat tizimi, qoidaga ko'ra, displeyga nosozlik kodini chiqaradi, bu buzilgan tugunni topishni yengillashtiradi. Ammo, hatto zamonaviy tamoyillar ham 100% o'z-o'zini nazorat (самоконтроль) ni ta'minlamaydi. Shuning uchun mikroprotessorli qurilmalar ham xodimlar ishtirokida TXK dan o'tishi lozim.

Apparaturlarni halaqitdan himoyalanganlikka sinovdan o'tkazish.

RBQ ning yuqori axborotli ekanligi evaziga, ularning nosozligi va elektro-texnik majmualarning zanjirlaridagi nosozlik bilvosita usullar bilan aniqlanishi mumkin. Amalda barcha raqamli qurilmalar nazorat qilinayotgan kattaliklar,

kirish va chiqish boshqarish signallari to'g'risida ma'lumot berishi mumkin. Bu berilganlarni tahlil qilib, o'z vaqtida kirish va chiqish zanjirlaridagi uzilishlarni topish mumkin. Avariya rejimlarida eslab qolinadigan axborot (kattaliklarning son qiymatlari, u yoki bu o'lchov organining ishga tushish vaqti va h.k.) bo'yicha, ham berilgan uchastkadagi, ham qo'shni uchastkalardagi boshqarish qurilmalarining o'matmalarini tekshirish mumkin. Bu kabi tahlil uchun katta imkoniyatlar RBQ ning TJ ABT tizimiga, barcha zarur bo'lgan axborot operativ ravishda har xil manbalardan olinishi mumkin bo'lgan, kirishida paydo bo'ladi.

RBQ ni tashqi qurilmadan signallar berish yo'li bilan releli organlarning asosiy parametrlarini (ishga tushish ostonasi, qaytish koeffitsiyenti, ishga tushish vaqti va h.k.) tekshirish orqali an'anaviy tekshirish usuli, agar bu mikroprotessorli qurilma bo'lsa yengillashadi. Birinchidan, tok va kuchlanish zanjirlari bo'yicha kam quvvat iste'mol qilish, OMICRON (firma OMICRON, Avstriya), ISA (firma "Avtomatisation Laboratories", Italiya), DOBBLE (Dobbe Engineering Co., SShA), RETOM (firma "Динамика", Rossiya) va FREJA (firma "Programma", Shvesiya) kabi avtomatlashtirilgan qurilmalardan foydalanib, tekshirish jarayonini avtomatlashtirish imkoniyatini yaratadi [27,40,64]. Bu uskunalar tekshirish o'tkazish va hisobotni rasmiylashtirishda xodim ishtirok qilishini minimumga keltiradi. Bunga qo'shimcha, tekshirish natijalarini fayllar ko'rinishida saqlash turli vaqtlarda o'tkazilgan tekshirishlar natijalarini taqqoslash imkonini beradi. Ushbu holatni ham qayd qilish lozimki, raqamli qurilmalarning o'matmalari EHM orqali oson olinishi mumkin va, zarurat tug'ilganda hujjat ko'rinishida rasmiylashtirilishi mumkin. Shu bilan bir vaqtda, qurilma oddiy tekshirish uskunalari yordamida to'la tekshirilishi mumkinligini esda tutish lozim. Albatta, bu holda tekshirishni avtomatlashtirish va natijalarni rasmiylashtirish to'g'risida gap borishi mumkin emas.

Mikroprotessorli boshqarish qurilmalari bilan ishlashda elektron komponentlarning statika elektrida zarar ko'rishini bartaraf qiladigan barcha choralarni ko'rish lozim. Ta'mirlashda apparatura yerga ulangan tok o'tkazuvchi stolda joylashishi kerak. Ishlayotgan xodimning tanasi stolning potensialiga teng potensialga ega bo'lishi zolim, bu odatda yerga ulangan halqa yoki braslet yordamida ta'minlanadi. Bu kabi himoya tadbirlari inson badanida joylashgan elektr zaryadi yarim o'tkazgich tuzilmalarni ishdan chiqarishga qodir ekanligi bilan bog'liq. Chunonchi, statika elektr jihozning darhol ishdan chiqishiga olib kelmasligi, ammo bu jihozni kelajakda ishlamay qolishga hozirlashi mumkin [10,27, 37,64].

Mikroprotessorli qurilmalarga xizmat ko'rsatishda yana bir muhim holat: qurilma kuchlanish ostida bo'lgan paytda uning bloklarining ajratiluvchan birikmalarini bir-biridan ajratish yoki ularni birlashtirish qat'iyan manqilinadi. Bu xavfsizlik texnikasi mulohazalari (mikroprotessorli qurilmalarda kuchlanishsathi qoidaga ko'ra, 36 Voltdan oshmaydi) bilan emas, balki tashqi

zanjirlarni ulash ketma-ketligiga rioya qilinmaganda integral mikrosxemalar-ning ishdan chiqish ehtimolligi yuqoriligi bilan bog'liq [27,37,41,64].

Umumiy qoidalar quyidagilar: mikrosxemaga avval ta'minot kuchlanishi va faqat undan keyin kirish signallari berilishi kerak. Ajraluvchan qismlar (raz'em) ni ajratish va birlashtirish vaqtida ko'pincha bu shart bajarilmaydi va bu jihozlarning shikastlanishiga olib keladi.

Real qurilmaning turli zanjirlari orasidagi barcha parazit sig'implararo aloqalarni e'tiborda tutish imkoni bo'lmaganligi tufayli, apparaturaning kerakli halaqitdan himoyalanganligining yagona mezonini faqat natural sinovdan o'tkazishdir. Chunonchi bu sinovlar, har xil firmalarning jihozlarini taqqoslash imkoniyati bo'lishi uchun, yagona me'yorlar bo'yicha o'tkazilishi lozim. O'ltchov relelari va himoya jihozlari bo'yicha butun dunyoda *Xalqaro Elektrotexnik Komissiya* (XEK) (ruscha – Международная электротехническая комиссия – МЭК, inglizcha – IEC) tavsiyalariga rioya qilinadi. XEK tavsiyalari halaqitbardoshlik bo'yicha quyidagi me'yor (norma)larda aks ettirilgan:

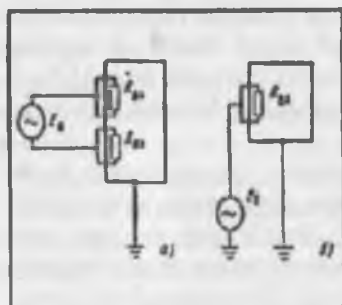
- IEC 255-22-1,
- IEC 255-22-2,
- IEC 255-22-4.

Jihozlarning halaqitbardoshligi qaysi bir ma'noda МЭК 255-5 "*Izolyatsiyaning dielektrik mustahkamligini sinash*" normalarida nazarda tutilgan.

XEK ning tavsiyalari va normalari ko'pchilik milliy standartlar asosida yotadi.

Ta'kidlash lozimki, ixtirochilar e'lon qiladigan, ishlab chiqarilayotgan apparaturaning u yoki bu xarakteristikalarining tasdig'ini mos sinash jihozlariga ega bo'lgan xolis sertifikatlash markazlarigina bera oladi. Bu holda ko'pgina sertifikatlash markazlari faqat aniq sinash turlariga ixtisoslashgan bo'ladi.

XEK normalariga muvofiq, sinovlarda test ta'sirlari qurilmaning istalgan bog'liqmas kirishlari orasiga (3.6, *a-rasm*) va har bir kirishi va yer oralig'iga (3.6, *b-rasm*) beriladi. Bitta kirishga tegishli barcha qisqichlar bu holda qisqa tutashtiriladi. МЭК normalarida signallar manbalarining parametrlari va sinash metodikasi batafsil aytib o'tiladi.



3.6-rasm. Apparat uraga test ta'sirlarini berish sxemasi.

Quyida *RBQ* halaqitbardoshligini tekshirishning eng muhimlarini qarab chiqamiz.

Yuqori chastotali halaqitlarga sinash (IEC 255-22-1). Tavsiya qilinadigan test ta'siri kommutasion kelib chiqishdagi

halaqitlarni imitatsiya qiladi. So'nuvchan yuqori chastotali tebranishlar dastasi elektr tarmoqlarida liniyalarni ulab uzishda va bir fazali qisqa tutashuvlarda sodir bo'ladi. Tebranishlar chastotasi, tarmoq generatsiya qiladigan, Gersning ulushlaridan o'nlab va yuzlab Gigagerslarga yetishi mumkin. Barchasi har bir aniq holda tarqalgan induktivliklar va tarmoqning sig'implarining munosabatlariga bog'liq. Sinash ta'siri sifatida eng real tebranishlar qabul qilingan.

Elektrostatik razryadga sinash (IEC 255-22-2). Bu sinashda tashqi elektr zaryadi qurilmaga havo oralig'i orqali (dastlabki potensial 8 kV) yoki kontakt orqali (dastlabki potensial 6 kV) o'tadi.

Oisqa muddatli impulslar bilan sinash (IEC 255-22-4).

Test qiluvchi ta'sirlarning bu turi amaliy mulohazalardan tanlangan. Impulslar momaqaldiroq razryadlarining ta'siri ostida kontrol kabellarning tomirlarida hosil qilinadi.

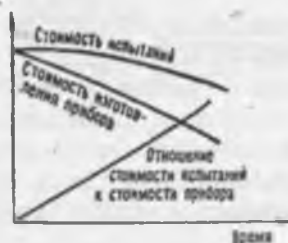
Momaqaldiroq impulslari uchun egri front va nisbatan sekin tushish xarakterli. Ammo, test impulslari tushishda ham kesimga egaligi, liniyalarda momaqaldiroqdan o'ta kuchlanishlarga qarshi kurash uchun o'rnatiladigan uchqun razryadlagichlarini imitatsiya qiladi. Odatda har xil qutbli uchtadan impuls 5 s intervalda beriladi.

"Izolyatsiyaning dielektrik mustahkamligini sinash" (IEC 255-5). Sinovda sanoat chastotali, jihozga bir lmin beriladigan, 2 kV kuchlanishdan foydalaniladi. Bu sinov amalda qurilmaga xizmat ko'rsatish xavfsizligini kafolatlaydi, uni halaqitbardoshlikka tekshirmaydi. Amaliyotda, apparatura noto'g'ri ulangan holda, qo'shni zanjirlardan potentsiallar ko'chib o'tishida va hokazolarda bu tariqa sinovdan o'tkaziladi. Shunday qilib, bu test ma'lum darajada apparaturaning halaqitbardoshligini ham xarakterlaydi.

3.4. Integral sxemalarni tekshirish.

Asboblarni ishlab chiqarish o'sishi bilan ularni tayyorlash narxi kamayadi [37].

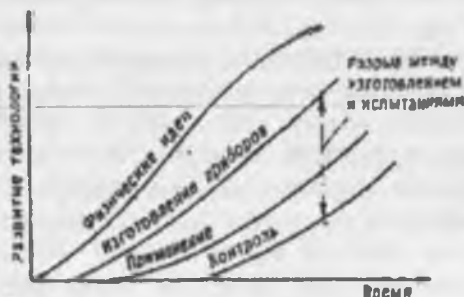
Sinov narxi ham, 3.7-rasmda ko'rsatilgani kabi sinov narxining asboblarni narxiga nisbati ortib boradigan tarzda, sekinroq kamayadi. Bu komponentlarni sinash jarayonini optimallashtirish muhimligidan dalolat beradi.



3.7-rasm. Sinovdan o'tkazishga xarajatlar o'sishini ko'rsatuvchi egri chiziqlar.

3.8-rasmda integral sxemalarni tayyorlash texnologiyasining rivojini aks ettiruvchi turkumiy egri chiziqlar tasvirlangan. IMS larning umumiy narxi va fizik muammolarining yechimi asboblarni

tayyorlash, uning qo'llanish sohasini aniqlash va sinov tizimlarini yaratishga olib keladi. Odatda sinash texnologiyalari tayyorlash texnologiyalaridan orqada qoladi. Ammo shu e'tiborga loyiqlik, IS larning tezkorligi va murakkabligi ortishi bilan, ISning muvaffaqiyatli takomillashtirilishi ularning xarakteristikalarini nazorat qilinmasa imkonsizligi tufayli, sinash tizimlarining murakkabligi ham ortadi [27,37,40,44, 54].



3.8-рasm. Asbobni ishlab chiqarish va sinash orasidagi uzilishning illyustratsiyasi.

teshish kuchlanishi, mantiqiy "nol" va "bir" larning sathi kabi, asosiy parametrlar o'lchanadi. Funksional sinovlar IS o'z funksiyalarini bajarishini tasdiqlash uchun mo'ljallangan. Muvofiq holda, mantiqiy sinovlar, test tuzilmalari va haqiqatlik jadvallari (tablis istinnosti) yordamida o'tkaziladigan haqida gap boradi [37]. Dinamik sinovlar vaqt intervallarini, masalan xotiradan tanlash, saqlash, o'sish va pasayish vaqtlarini o'lchashdan iborat.

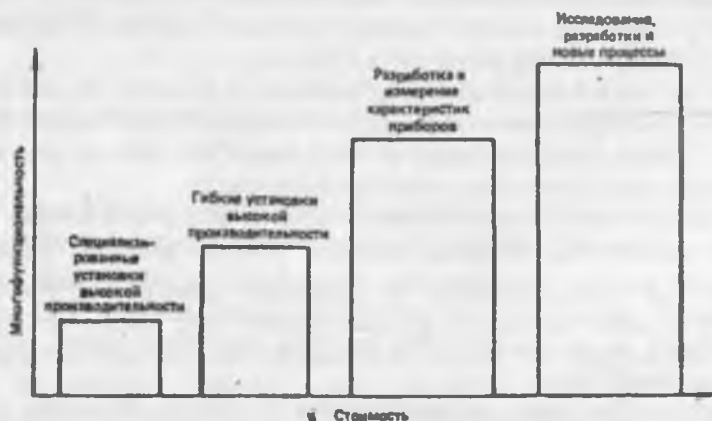
Sinovlar IS ishlash vaqti davomida bir necha bor o'tkaziladi. Boshda ular ishlab chiqish va konstruksiyalash jarayonlarida zarur. Integral sxemaning kristalli diffuziyadan keyin zondlanadi, yig'ilgan asboblarning iste'molchiga jo'natishdan oldin tekshiriladi. Jihozni ishlab chiqaruvchi odatda mukammal kirish nazoratini, keyin esa montaj qilingan bosma platalarning komponentlarni tekshiruvini o'tkazadi [27,37,55].

IS larni sinash qurilmalari qator xarakteristikalariga ega bo'lishi lozim. Ulardan yuqori aniqlik va ishonchlik talab qilinadi, ularning parametrlari, masalan tezkorlik, o'lchanadigan sxemaning mos parametrlaridan ustun bo'lishi lozim. Nazorat uchun instrumentlar tayyorlash jarayonida yuqori unumdorlikka, avtomatik kalibrovkaga ega bo'lishlari va foydalanish uchun oddiy bo'lishlari lozim.

Dasturiy ta'minotni ishlab chiqish juda murakkab bo'lmasligi, uskuna ishchi dasturlar to'plamiga ehtiyoj bo'lmasligi kerak.

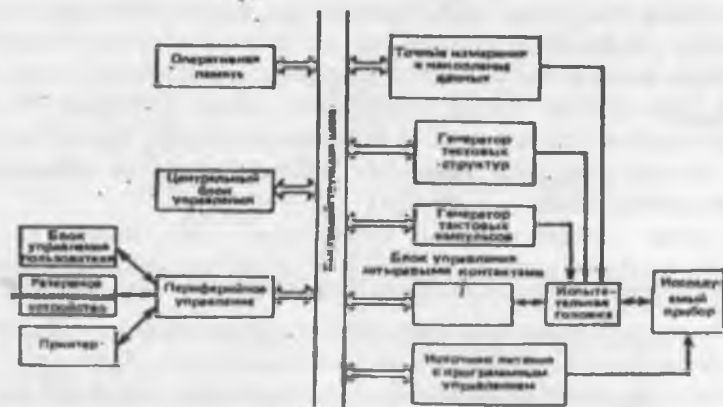
Ko'p sinov uskunalari standart interfeyslar yordamida periferik kontrollerlarga va manipulyatorlarga ulanishga hisoblangan. IS larni sinash uchun uskunalar har xil turlarini 3.9-rasmda ko'rsatilgan to'rtta toifaga guruhlash mumkin. Kutilganidek, o'lchash asbobining narxi uning ko'p funktsionalligi bilan to'g'ri bog'liq. Ammo «spektr» qanotini, afzalligi bo'yicha

konstruksiyalashda qo'llaniladigan, a'lo darajadagi dasturiy ta'minotga ega juda yumshoq sinash qurilmalari egallaydi. Ma'lumotlarga ko'ra [27,37] ularning narxi million funt sterlingga yetadi. Boshqa qanot, cheklangan sonli turdagi komponentni tekshirish uchun yaratiladigan, maqsadga yo'naltirilgan yoki ixtisoslashtirilgan uskunalar bilan tasvirlangan. Bunaqa uskunalar o'n minglab funtlardan arzon turishi mumkin va odatda komponentlarning kirish tekshiruvi uchun qo'llaniladi.



3.9-rasm. Integral sxemalarni sinash uchun qurilmalar narxlarining ularning ko'p funktsionalligiga bog'liqligi.

3.10-rasmda IS ni sinash uchun turkumiy raqamli uskunaning sxemasi keltirilgan [27,36,37,43,56]. Komponent 256 tagacha kontaktlarga ega bo'lishi mumkin bo'lgan sinash qurilmasining bosh qismiga o'rnatiladi.



3.10-rasm. Integral sxemalarni sinash uchun raqamli uskunaning soddalashtirilgan blok-sxemasi.

Ularining har biri *tezkor qo'zg'atuvchi* va *detektor* bilan bog'langan. Ko'pincha qo'zg'atuvchi va detektorlar sinash boshchasiga, ya'ni parazit signallarni qabul qilmaslik uchun, sinaladigan asbobga imkon boricha yaqin joylashtiriladi.

Test ta'sirlari (ruscha - *тестовое воздействие*), komponentlarni nazorat qilish uchun zarur bo'lgan, sinash uskunasi tasodifiy sonlar generatorlari va hisoblagichlar yordamida generatsiya qilinishi mumkin. Murakkab test ta'sirlari, odatda shikastlanishlarni imitatsiya qiladigan, bog'liqsiz generatsiya qilinadi va avvaldan operativ xotiraga kiritiladi. Murakkab IS ni tekshirish uchun 50 000 dan 60 000 gacha test ta'sirlari zarur.

Ba'zan chiqish signallarini jamg'arishdan foydalaniladi, bu har bir sinov siklidan keyin natijani sanamasdan bir necha sinov sikllarini bajarish imkonini beradi. O'lchov tizimi kuchlanish va tokni yuqori aniqlikda va qisqa o'lchash intervalida ruxsat berish bilan yozish imkoniyatiga ega.

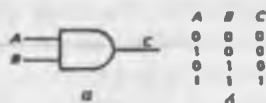
Takt generatori, sinxronizatsiyani tekshirish uchun zarur bo'lgan takt impuls-lari generatorlari va manzil strobalari (xotirani tekshirish uchun), kabi bloklardan tuzilgan. Impulslarning davomiyligi va takrorlanish chastotasi dasturlanadi, chunonchi ularni o'rnatishda yaxshi, masalan, 5 ns intervalni o'lchashda 1 ns ga noaniqlik 20% xatolikka olib kelishi tufayli, 0,5 ns dan yaxshiroq aniqlik zarur.

Barcha ulkan sinov uskunalar operator pulti va dasturlarni o'rnatish qurilmasiga ega. Ma'lumotlarni o'zgartish va qayta ishlash markaziy boshqaruv blokida shunday amalga oshiriladiki, bunda o'lchash natijalarini foydalanuvchiga tushunarli shaklda tasvirlash mumkin bo'lsin. Ko'p sinov uskunalar murakkab asboblarning katta partiyalarini tekshirishni tezlashtirish uchun ikkitadan to'rttagacha parallel ishlaydigan bosh qismchalariga ega. Komponentni test ta'sirlari yordamida tekshirish tamoyili tuzilmalarning to'plamini uning chiqishdagi uchlik kontaktlariga, soz va shikastlangan komponentlarning chiqishlarida signallar har xil bo'ladigan qilib, o'rnatishdan iborat. Odatda mumkin bo'lgan barcha kombinatsiyalarni, buning uchun juda ko'p vaqt talab qilinishi tufayli, qamrab olish imkoni bo'lmaydi. Shuning uchun qaysi holda shikastlanmagan va shikastlangan asboblarning turli xil natijalar berishiga ishonch hosil qilish maqsadida, shikastlanmagan va shikastlangan asboblarning modellashtiriladi.

Bu metod *shikastlanishlarni imitatsiyalash* deb ataladi va test ta'sirlarining u yoki bu to'plami yordamida aniqlanadigan shikastlanishlarning ulushini ko'rsatadi.

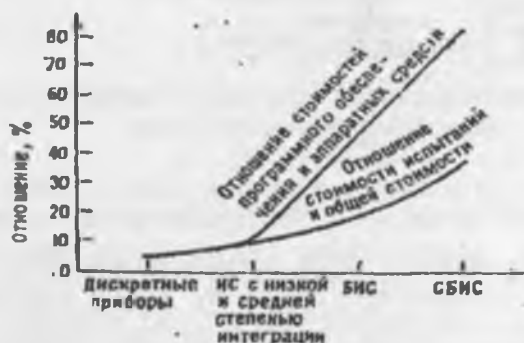
Ikkita kirishli mantiqiy H element, 3.1.1-rasmda ko'rsatilgan holda, agar C chiqish konstantli mantiqiy "nol" ga mos bo'lsa, buni A va B mantiqiy "bir" bo'lgan faqat bitta test ta'siri aniqlaydi. Shikastlanishlarni modellashtirishning bunday metodi konstantli deb ataladi. *Test ta'siri kompyuter dasturi yordamida*, asbobning imitatsiya yo'li bilan aniqlanadigan mantiqiy

shikastlanishlarining kutilayotgan ulushini hisobga olib yozilgan, *avtomatik* ravishda generatsiya qilinishi mumkin. Bu, ayniqsa, kombinasion mantiqiy sxemalar uchun muhim. Murakkab komponentlar, test vektorlarini generatsiyalash uchun, ko'pincha xususiy yoki ichki o'rnatilgan testlari bo'lgan o'z dasturlariga ega. Bunday yondoshuv, barcha zaruriy test tuzilmalarini tashqi uchlik kontaktlar orqali kiritishdan ko'ra ancha yuqoriroq tezkorlikni ta'minlaydi [27,37,43,56,57].



3.11-rasm. Shikastlanishni imitatsiyalashga misol: a— ikkita kirishli mantiqiy element, b— haqiqiylik jadvali (ruscha — таблица истинности).

Dasturiy ta'minotning muhimligi. IS murakkablashgani sari asbobni tekshirish narxi uning to'la narxiga nisbatan, shuningdek dasturiy ta'minot narxi apparaturaning narxiga nisbatan ortib boradi. Bu munosabatlar 3.12-rasmda ko'rsatilgan. Shunday qilib, murakkab o'ta katta integral mikrosxemalar — O'KIMS, (ruscha — СБИС) uchun tekshirish narxi sxemaning to'la narxining 40%ga yetishi mumkin, tizimni 80%ga tekshirish narxi dasturiy ta'minotni ishlab chiqish bilan bog'liq [20,27,37].

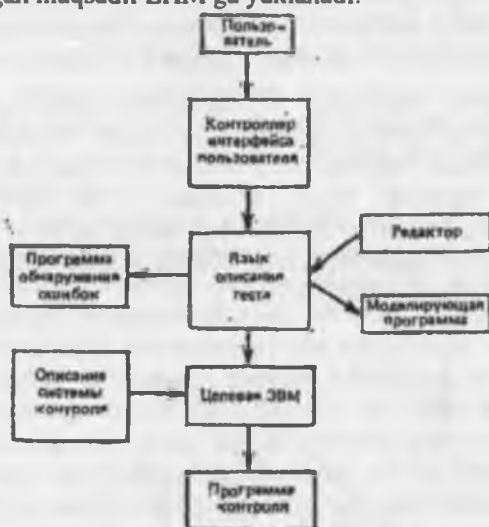


3.12-rasm. Turli xil integratsiyalash darajalarida narxning munosabatlari.

Dasturiy ta'minot tekshirish tizimida uchta asosiy funksiyani bajaradi. Birinchidan, undan funksional test tuzilmalari (ruscha — тестовые структуры) ni generatsiyalash uchun foydalaniladi. Ikkinchidan, berilganlarni tahlillash dasturi qayd qilinadigan ma'lumotlar massivlarini operatorga tushunarli natijalarga o'zgartishga imkon beradi. Berilgan ma'lumotlarni tahlili uchun ko'plab standart dasturlar paketlari, masalan ShMOO diagrammalari, gistogrammalar, "bit" massivlari, tuzilmalarni modellashirish va berilganlarni qayd

qilish, mavjud [18,27,37,57]. Nihoyat, agar sinash tizimi boshqa tizimlar bilan bog'langan bo'lsa, dasturiy ta'minot, shuningdek, asosiy kontroller uchun ham zarur.

3.13-rasmda turkumiy test dasturi dasturiy ta'minotining tuzulmasi tasvirlangan [22,27,37,57,61]. Testli dasturni yozib bayon qilishda odatda yuqorisathli til, masalan Paskal, dasturni ishlab chiqishni osonlashtirish uchun qo'llaniladi. Operasion tizim qo'shimcha funksiyalarni, masalan foydalanuvchining interfeysi, dastur-redaktor, xatoliklarni nazorat qilish va modellashtiruvchi dasturga ega bo'ladi. Odatda ulkan sinov uskunalari avtonom dasturlash qurilmalarini o'z ichiga oladi, shu tariqa qurilma tekshirishni amalga oshirganicha dasturni yozish mumkin. Keyin dasturlar xatoliklar mavjudligiga tekshiriladi, modellashtiriladi va test tizimida test dasturi sifatida bazislanadigan maqsadli EHM ga yuklanadi.



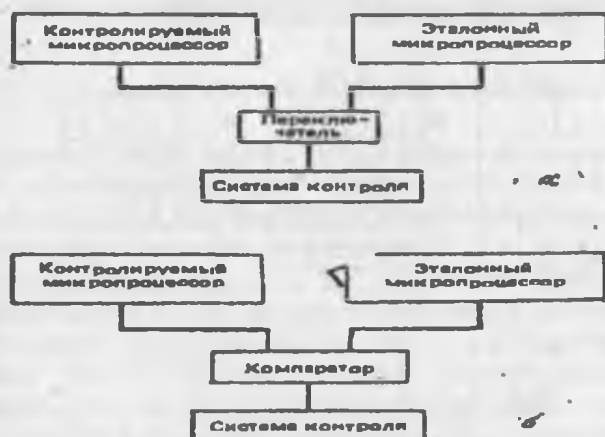
3.13-рasm. Turkumiy sinov uskunasi dasturiy ta'minotining tuzulmasi.

Esab qoluvchi qurilmalar (EQQ) va mikroprotessorlarni tekshirish. Kichik va o'rta integratsiyalashuv darajasidagi integral sxemalar (IS) ni haqiqiylik jadvali yordamida, ya'ni IS ning kirishlariga haqiqiylik jadvali va chiqish signallarini tekshirish ta'sirlarini berish yo'li bilan tekshirish mumkin. Murakkab qurilmalar uchun bu metod, ko'pincha ular uchun oson beriladigan haqiqiylik jadvali mavjud emasligi tufayli, to'g'ri kelmaydi [12,14,20,31,27,36-38,61].

Mikroprotessor (MP)larni tekshirish metodlaridan biri MP ning ishlashini aniq mikroprotessor tizimida tekshirish dan iborat. Bu metod katta xarajatlarga olib kelmaydi, ammo tizimning amaliy dasturiy ta'minoti ichki xotiraning barcha yacheykalarini yoki barcha kirish-chiqish liniyalarini hisobga

ola olmaydi, shuning uchun keyinchalik maxsus situatsiyalarda ba'zi muammolar paydo bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, kuchlanishsathlarini va vaqt parametrlarini kirish ta'sirlarining o'zgartirish imkoniyatisiz ish rejimining chegarasida turgan va keyinroq ekspluatatsiya jarayonida, ularning parametrlari sekin-asta yo'qola borishi bilan, ishlamay qolishi mumkin bo'lgan mikroprotsessornlarni tekshirish imkoni bo'lmaydi.

3.14- rasmda mikroprotsessornlar singari murakkab sxemalarni tekshirishda qo'llaniladigan taqqoslash metodining ikki variantlari ko'rsatilgan [12,14,20,27,37].



3.14-rasm. Mikroprotsessorni taqqoslash metodi bilan tekshirish: *a* – qayta ulanish rejimi, *b* – taqqoslash rejimi.

Qayta ulanish rejimidan foydalanishda tekshirish tizimi avval etalon, keyin esa tekshirilayotgan MP bilan ishlaydi. Har ikkala holda tekshirish tizimi ishining natijasi bir xil bo'lishi kerak. Ikkinchi variantda har ikkala mikroprotsessorga bir vaqtda tekshirish tizimidan test ketma-ketliklari beriladi tekshirish natijalarida farq komparator yordamida aniqlanadi. Bu testlarni o'tkazish uchun dasturlar MP larning kutilayotgan xarakteristikallari asosida yozilgan bo'lishi mumkin, yoki komandalar va berilgan ma'lumotlar tizimini shakllantirish uchun psevdotasodifiylik ketma-ketligi generatori ishlatilishi mumkin.

ISni nazorat qilishda ularga kiradigan barcha sxemalar: masalan, statik turdagi eslab qoluvchi qurilma (EQQ) dinamik deshifratnlari tekshirilishi kerak [20,27,37]. Ixtiyoriy tanlovga ega EQQ to'la ishga yaroqli: agar dinamik turdagi EQQ yacheykasi talab qilinayotgan vaqt davomida zaryadni saqlab tursa; manzillash sxemasi talab qilinayotgan yacheykani tanlay olsa;

yacheykalar qo'shni yacheykalarga ta'sir o'tkazmay ham mantiqiy "nol" holatni, ham mantiqiy "bir" holatni eslab qolaolsa; EQQni sanash kuchaytirgichlari to'g'ri ishlasa; mantiqiy "nol" va mantiqiy "bir" ning kuchlanish sathlari yo'l qo'yilgan chegaralarda joylasha olsa.

EQQ uchun, yozilayotgan ma'lumotlar bilan bog'liq xatoliklar xarakterli bo'lib, shu tufayli ularni tekshirish uchun *konstant ishlamay qolishlar modellari yaroqsiz*. Ular EQQ ning qatorlari va ustunlariga beriladigan maxsus test ketma-ketliklarni va ulardan sanab olishning ko'p sonli operatsiyalarini talab qiladi. Turli xil sig'im va tuzilishdagi EQQ larni nazorat qilish uchun ko'p sonli test kombinatsiyalari mavjud, bu bo'limda ularning faqat kamgina qismlari qarab chiqiladi.

Siljiriladigan diagonal (sdvigaemoy diagonal) metodi, asosan

Diagram illustrating the first three steps of a 2D FFT butterfly computation. Each grid shows the data distribution after a specific butterfly operation.

Grid a: Initial data distribution.

	00	01	10	11
00	0	0	0	1
01	0	0	1	0
10	0	1	0	0
11	1	0	0	0

Grid b: Result of a butterfly operation between columns 0 and 2.

	00	01	10	11
00	1	0	0	0
01	0	0	0	1
10	0	0	1	0
11	0	1	0	0

Grid c: Result of a butterfly operation between columns 1 and 3.

	00	01	10	11
00	0	1	0	0
01	1	0	0	0
10	0	0	0	1
11	0	0	1	0

Diagram illustrating the final two steps of a 2D FFT butterfly computation. Each grid shows the data distribution after a specific butterfly operation.

Grid d: Result of a butterfly operation between columns 0 and 2.

	00	01	10	11
00	0	0	1	0
01	0	1	0	0
10	1	0	0	0
11	0	0	0	1

Grid e: Result of a butterfly operation between columns 1 and 3.

	00	01	10	11
00	0	0	0	1
01	0	0	1	0
10	0	1	0	0
11	1	0	0	0

3.15-rasm. EQQ ning 4x4 formatdagi matrisasi uchun «siljiriladigan diagonal» test ketma-ketligi.

3.15-rasmda ko'rsatilgan, EQQ ning sanash kuchaytirgichlarining qayta tiklanish vaqtini nazorat qilish uchun mo'ljallangan.

Dastlabki kombinatsiya mantiqiy "nol"lar fonidagi (3.15, a-rasm) mantiqiy "bir" diagonalidan tuzilgan. EQQ ustun bo'yicha sanaladi, bunda EQQ ning sanash kuchaytirgichlari nollarning uzun qatori fonida bitta "bir" ni qabul qiladi. Keyin EQQ ni siljirilgan diagonal (3.15, b-rasm) bilan qayta yozish amalga oshiriladi. Siljish ketma-ketligi diagonal o'zining dastlabki holatini qabul qilgunga qadar (3.15, a-d-rasm) davom qiladi. Bu test kombinatsiyasi keyin mantiqiy "bir" diagonalida mantiqiy "nol" lar diagonalini bilan takrorlanadi [12,14,20,27,37].

Boshqa test ketma-ketligi, deshifratrlarning o'z funksiyasini bajarishi to'g'riligini tekshiradigan, «qadamlavdigan» (ruscha – шагающие) "bir" lar

va “nol” lardir. Dastlab EQQ ning barcha yacheykalariga mantiqiy nollar yoziladi. Keyin birinchi yacheykadan nol sanaladi va unga bir yoziladi. Bu jarayon qo’shni yacheykalar bilan EQQ ning barcha yacheykalariga mantiqiy “bir” lar yozilganicha davom ettiriladi.

	00	01	10	11
00	0	1	0	1
01	1	0	1	0
10	0	1	0	1
11	1	0	1	0

a

	00	10	01	11
00	0	0	1	1
10	0	0	1	1
01	1	1	0	0
11	1	1	0	0

b

3.16-rasm. «Shaxmat doskasi» test ketma-ketligi.

Keyin jarayon teskari tartibda boradi: ketma-ket mantiqiy “bir” lar sanaladi va yacheykalarga mantiqiy “nol” yoziladi. Bu jarayon birinchi yacheykaga yetib borguncha davom qildiriladi. Nihoyat, barcha test ketma-ketlik invertorlangan ma’lumotlar bilan to’la qaytariladi.

Yana bir «yuguruvchi “bir” lar va “nol” lar» (ruscha – бегущие единицы и нули) deb ataladigan test har bir yacheykaning boshqa yacheykalarga ta’sir ko’rsatmay mantiqiy “nol” yoki mantiqiy “bir” ni eslab qolish qobiliyatini nazorat qiladi. Bu test, shuningdek, sanash kuchaytirgichlarining qayta tiklanish tezligini va manzil deshifradorini nazorat qiladi. Ammo barcha manzillash ketma-ket bo’lgani tufayli yo’l qo’yish vaqti uzayganligini aniqlay olmaydi. Bu testda EQQ ning har bir yacheykasiga dastlab mantiqiy “nol” yoziladi. Keyin birinchi yacheykaga mantiqiy “bir” yoziladi va qolgan barcha yacheykalarning o’z ichiga olganlari tekshiriladi. Keyin birinchi yacheyka mantiqiy “nol” holatga qaytariladi mantiqiy “bir” ikkinchi yacheykaga yoziladi. Yana barcha yacheykalarning o’z ichiga olganlari tekshiriladi. Shunday qilib, barcha xotira yacheykalari ketma-ket aylanib chiqiladi. Keyin barcha test takrorlanadi, ammo dastlab barcha yacheykalarga mantiqiy “bir” yoziladi, mantiqiy “nol” esa yacheykadan yacheykaga ko’chib yuraveradi.

Ba’zi hollarda «shaxmat doskasi» test ketma-ketligi dastlabki sifatida qabul qilinishi mumkin. Ammo qayd qilish lozimki [12,14,20,36,37], test ketma-ketligi IS topologiyasiga bog’liq. Masalan, agar IS da, 00 va 10 qatorlari kabi, manzil ustunlari 00 va 01 bir-birining ketidan kelsa, 3.16, a-rasmda ko’rsatilgan tuzulmaga yuklash, 3.16, b-rasmda ko’rsatilgan tuzulmani beradi. Shunday qilib, texnik nazorat muhandisi IS konstruksiyasini bilishi kerak [20,27,37,52].

«Shaxmat doskasi» dinamik xotira yacheykalarining test ketma-ketligi qayta tiklanish vaqtini tekshirish uchun foydali. Test ketma-ketligi EQQ

xotirasiga yoziladi, keyin esa, berilgan ushlab turish vaqtidan keyin, yacheykaning ichidagilar sanaladi va ustun bo'yicha tekshiriladi. Bu shuningdek, yacheykalarni avtomatik regeneratsiya qilishni ta'minlaydi. Keyin test «shaxmat doskasi» ning teskari ketma-ketligi bilan takrorlanadi. EQQ ni nazorat qilish uchun zarur vaqt, xotira hajmi ortishi bilan tez o'sadi. Masalan, 16 kbit hajmli EQQ ni «siljiriladigan diagonal» test ketma-ketligi yordamida tekshirish uchun 2 sekundcha talab qilinadi. Bu testning davomiyligi, 256 kbit hajmli xotirani tekshirish uchun 3 minutgacha oshadi, 1 Mbit xotira hajmida –10 minutgacha. Tekshirish davomiyligi shuningdek test ketma-ketligining turiga bog'liq. Masalan, V bit hajmli kvadratik matrisali IS li EQQ uchun tekshirish vaqti, sikllar soni bilan o'lgan, «siljiriladigan diagonal» test ketma-ketligida $2B^2$ ni tashkil qiladi. $8B$ – qadamlavdigan «bir» lar va «nol» lar test ketma-ketligida va $2B(B + 2)$ – «yuguruvchi «bir» lar va «nol» lar» test ketma-ketligida.

Shuningdek, tekshirish vaqtida yacheykalarining ketma-ketligini berish ham muhim. Agar yacheykalarga 3.17, a-rasmda ko'rsatilgan tartibda murojaat qilinsa, har bir qadamda kam o'zgarishlar «bit»larda sodir bo'ladi, shuning uchun test dekoderni yuklamaydi.

	00	01	10
00	1	2	3
01	4	5	6
10	7	8	9

```

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

```

	00	01	10
00	1	2	7
01	8	3	5
10	4	6	2

```

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

```

3.17-rasm. Turli manzillash ketma-ketliklarining misollari: a– ketma-ket, b– ketma-ketmas.

3.17, b-rasmda ko'rsatilgan ketma-ketlik berilishi har bir qadamda ancha ko'p o'zgarishlarga olib keladi. Bundan

tashqari, ayniqsa katta xotira hajmida, bir-biridan uzoq joylashgan yacheykalarga murojaat amalga oshiriladi.

3.5. Raqamli qurilmalarni tekshirish va shikastlangan qurilmalarda nosozliklarni qidirish.

Signatur tahlil

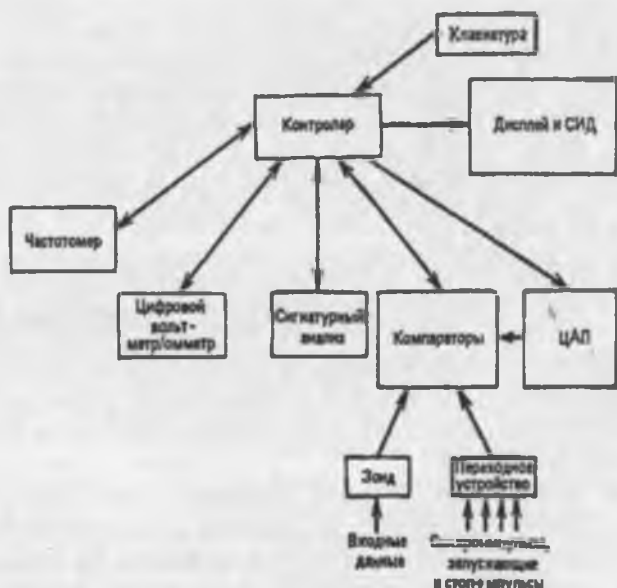
Signatur tahlil uchun metodlar va apparatura bosh maqsadda jihozlardagi shikastlanishlarni bartaraf qilish uchun, ayniqsa ekspluatatsiya sharoitida, yaratilgan edi. Analogli tizimda muhandis odatda turli tugunlardagi kuchlanish sathlari va signallarning shakllari ko'rsatilgan sxemadan foydalanadi. Sxemaning tugunlarini ketma-ket tekshirib, shikastlanish manbasini topish va bartaraf qilish mumkin. Raqamli sxemalarda tugunlardagi signallar mantiqiy «bir» va «nol» lardan tashkil topgan. Nazoratdagi nuqtalarda berilgan ma'lumotlar oqimi juda murakkab bo'lishi mumkin, ishlamay qolishlar (ruscha – отказы) konstant mantiqiy «bir» va «nol» lar yoki sinxronizatsiyalash

xatoliklari tufayli yuzaga keladi. Bunday sxemalarning tahlili mos kirish signallarini berishdan va chiqishda berilganlarni qulay shaklda yozishdan iborat. *Signatur tahlilagich* (analizator)lar odatda turli tugunlardagi "bit" larning oqimlarini, sxemaning berilgan tugunida signaturani tashkil qiladigan, kamgina o'n oltilik sonlarga o'zgartiradi. Agar qurilmaning sxemasi, soz qurilma uchun xarakterli bo'lgan, signaturalar bilan ta'minlangan bo'lsa xatoli signaturaga ega tugun topilmaguncha, tugunlarni ketma-ket tekshirish bajariladi [20,27,37, 43,52,59-62].

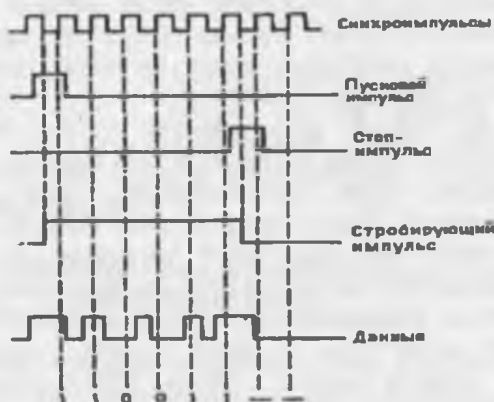
Signatur tahlilni, raqamli qurilmalarda nosozliklarni bartaraf qilish metodni aks ettiradigan allaqachon shakllangan, metod o'tishlarning tahlili bilan aralashtirish yaramaydi. *O'tishlar metodi* tugunlarda ma'lum vaqt intervali davomida mantiqiy holatlar o'zgarishlarini hisoblash va olingan natijalarni soz sxema uchun kutilayotganlar bilan taqqoslashdan iborat. Quyida signatur tahlil nosozliklarni topishning o'tishlarni sanab borishdan ko'ra ancha ko'p samarali vositasi ekanligi ko'rsatiladi.

Signatur analizatorlar. Signatur analizator – bu afzalligi bo'yicha shikastlangan raqamli qurilmalarda nosozliklarni qidirish va tekshirish uchun mo'ljallangan asbob. Ko'pgina zamonaviy qurilmalarda, bir necha asboblarni qo'llamaslik uchun, boshqa imkoniyatlar ham ko'zda tutilgan. Masalan, «Хулетт Pakard» firmasining NR5005A asbobi [27,37,54] $4^{1/2}$ -razryadli raqamli universal o'lchash asbobi va 50 MGs ga hisoblagich - xronometrli signatur analizator bo'lib, chunonchi barcha asboblarda bitta moddalagich (ruscha-пробник) dan ishlaydi. Shunday qilib, asbob, signatur analizatorning bir o'zi yordamida tekshirishga imkon bo'lmagan, analogli va asinxron sxemalarni tekshirishga imkon beradi.

3.18-rasmda turkumiy ko'p maqsadli signatur analizatorning blok-sxemasi, 3.19-rasmda esa ma'lumotlarni tanlash rejimida uning signallarining shakli ko'rsatilgan. Kirish ma'lumotlarining oqimi aktiv zond orqali komparatorga uzatiladi. Uning yuqorigi va pastki ostonaviy sathlarini o'rnatish markaziy kontroller tomonidan RAO' yordamida dasturlanishi mumkin. Komparator probnikning ko'rsatkichlarini raqamga aylantiradi, bu o'rnatish vaqtini kisqartiradi. Komparatorning ostonaviy sathlari +12,5 V dan -12,5 V gacha 50 mV qadam bilan o'zgarishi mumkin, chunonchi oldindan bir nechasathlarni o'rnatish mumkin, masalan, TTL-sxemalarni, komplementar MOP – tuzilmalarni va emitterli aloqali mantiqiy sxemalarni tekshirish uchun.



3.18-rasm. Turkumiy signatur analizatoming raqamli voltmetr va chastotomemi o'z ichiga olgan blok-sxeması.

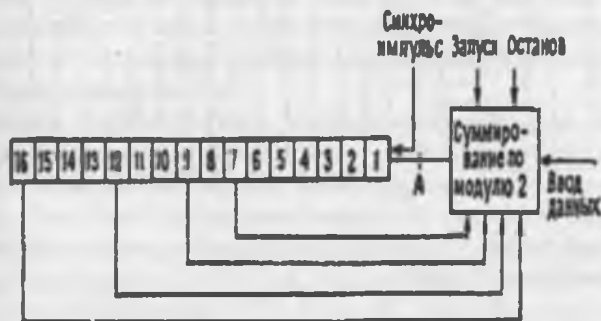


3.19-rasm. Signatur analizatorda ma'lumotlarnı tanlash.

Tekshirilayotgan sxemaga shuningdek, takt impulslerini strobalovchi impuls hosil qiladigan, ishga tushirish va stop-impulsni qabul qilish uchun o'tish (ruscha – переходная приставка) pristavkasi ulanadi. Sinxronizatsiya ham analizatorda, ham tekshirilayotgan tizimda birgina takt impulsini qo'llash bilan ta'minlanadi. Takt impulsining aktiv frontini tanlash asbobning old panelida amalga oshiriladi; 3.19-rasmda old tarafdagi front aktiv bo'lgan

holat ko'rsatilgan. Takt impulsi har bir ta'sir etuvchi frontda kirish ma'lumotlarining oqimini stroba qiladi; takt impulslari orasidagi ma'lumotlarining o'zgarishini hisobga olinmaydi.

Takt impulsning maksimal chastotasi, NR5005A ga o'xshash turkumiy asbob uchun, impulsning 15 ns minimal davomiyligida yuqorigi yoki pastki sathlari holatida 25 MGs ni tashkil qiladi. Impulslar orasidagi, o'tkazish bilan boshqariladigan, minimal vaqt takt impulslarining bir davriga, ya'ni ishga tushirish va stop-impulslar orasidagi ma'lumotning bir "bit" iga teng. Maksimal vaqt o'rnatilmaydi. Zond ishga tayyorlashning ma'lum bir vaqti, ya'ni ma'lumotlar paydo bo'lishi va o'tkazish bilan boshqariladigan ma'lum impuls kelishi oldidan, ular yetib kelishining stasionar rejini o'rnatish uchun zarur vaqt bilan xarakterlanadi. Bu vaqt 10 ns ni tashkil qiladi. Takt impulsining fronti stasionar rejimda qolishi uchun zarur vaqt ushlab qolish vaqti deyiladi va nolga teng bo'ladi. Ishga tushiruvchi va stop-impulslar 20 ns o'rnatilish vaqti va nol ushlab turish vaqtiga ega [18,27,37,54].



3.20-rasm. Pseudotasodifiy ikkilik ketma-ketlikli 16-razryadli generator.

Signatur analizatorning ushlab turish xarakteristikallari birkarrali, masalan, quvvat ulanishida o'tkinchi jarayonlar uchun, signaturalarni qayd qilish imkonini beradi. Bu rejimda faqat birinchi impulsning signaturasi qayd qilinadi, keyin u «сброс» tugmachasini bosguncha ushlab turiladi. Asbobning old panelida joylashgan ruscha – «стробирование» yorug'lik indikatorining chaqnashi ishga tushiruvchi, stop-impulslar va takt impulslarining realizatsiya qilinishini ko'rsatadi. Agar ikkita ketma-ket signaturalar orasida farq mavjud bo'lsa, «неисправность» yozuvi yonadi, bu mumkin bo'lgan oraliq xatolikni ko'rsatadi.

NR5005A asbobida, pseudotasodifiy ikkilik ketma-ketlikni (3.20-rasm) generatsiyalash uchun, teskari aloqaga ega 16-razryadli siljitish registri mavjud. Siljitish registrida shaxobchalanish nuqtalari tushirib qoldirilgan xatoliklarning sochilishi (razbros) imkon boricha katta bo'ladigan qilib tanlangan. Juft nuqtalardan, masalan 4 yoki 8, shaxobchalanishlarni, mikroprotessorlar

asosidagi shinalardan tashkil topgan ko'pchilik tizimlar 4 yoki 8 razryadli intervalga ega tuzulmalarni takrorlagani tufayli chetlab o'tish lozim.

3.21-rasmd, sxemasi 3.20-rasmda keltirilgan 16-razryadli generator uchun kirish ma'lumotlarining ketma-ketligi 11100001110000111011 bo'lgan holdagi ketma-ketlik jadvali tasvirlangan.

Сигро-мпульс	Входные данные	Вход в точку А	Сдвиговой регистр															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
10	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
11	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
12	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
13	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
14	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
15	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
16	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
17	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
18	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
19	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
20		1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0

9

Н

7

0

Показание на дисплее

9 H 7 0
Показания на дисплее

3.21-rasm. Pseudotasodifiy kattalikning 16- razryadli generatori, 3.20-rasmda sxemasi keltirilgan, ketma-ketlik jadvali.

3.22-rasm. NR5005A signatur analiza-torda qo'llaniladigan o'n oltilik kod.

Децидаль				Код
1	2	3	4	
0	0	0	0	0
0	1	0	0	1
0	1	1	0	2
0	1	1	1	3
0	1	0	1	4
0	1	1	1	5
0	1	1	1	6
0	1	1	1	7
0	1	0	0	8
0	1	1	0	9
0	1	1	0	A
0	1	1	1	B
0	1	1	1	C
0	1	1	1	D
0	1	1	1	E
0	1	1	1	F

Kirish ma'lumotlarining ketma-ketligi va 20-takt impulsidan keyin olingan signatura orasidagi farqni ta'kidlaymiz.

Ushbu signatura nostandart, 3.22-rasmda keltirilgan, o'n oltilik tizimda ifodalangan, va kirish ma'lumotlari ketma-ketligining signaturasini aks ettiradi [18,37,37,54].

Signatur analizatorlar yordamida o'lchash. Sxemani signatur analizatorlar

yordamida o'lchashni o'tkazishda bit ketma-ketliklarining 20 dan ortiq sonidan foydalaniladi. Ko'pincha tekshirilayotgan sxemalarda teskari aloqalarni uzishga imkon beradigan, xato ketma-ketliklarning teskari aloqa zanjirlari bo'ylab yetib kelishini va ularning soz tugunlarga salbiy ta'sirini bartaraf qilish

uchun, zarur o'ldash tizimini yaratish kerak bo'ladi. Bu shunaqa ketma-ketlikning qaytish yo'lida defektli tugunga yo'lni qayta tiklash imkonini beradi [18,27,37,54].

Signatur tahlil vordamida nazorat qilish uchun mikroprotessorlar asosidagi tizimlar ayniqsa qulay. Sxemalar tugunlarni tekshirish uchun harakatga keltirish mumkin bo'lgan maxsus diagnostik dasturga ega, katta bo'lmagan dasturlanadigan eslab qolish qurilmasi bilan konstruksiyalanadi. Bu maqsadda ketma-ket bit tuzulmalari (ruscha – битовые структуры) generatsiya qilinadi, ularning signaturalari qayd qilinadi va soz sxemalarning signaturalari bilan taqqoslanadi.

Shuningdek, mikroprotessorning o'zini ham, uni eslab qolish qurilmalaridan izolyatsiya qilib, tekshirish mumkin; odatda bu maqsada ulash o'tkazgichlari yig'ishtiriladi. Keyin mikroprotessor ma'lumotlar shinalari bilan mantiqiy "bir" yoki "nol" holatlarida ishga tushiriladi va sbros komandasi yoki bo'sh komanda bilan harakatga keltiriladi. Bu rejimda protsessor har bir manzildan birgina ma'lumotlarni sanaydi, ya'ni xotirdagi mumkin bo'lgan barcha manzillarni yugurib ko'rib chiqadi. Protsessor shinasining signaturasini bu rejimda soz asbobning signaturasi bilan taqqoslash mumkin.

Mantiqiy analizatorlar.

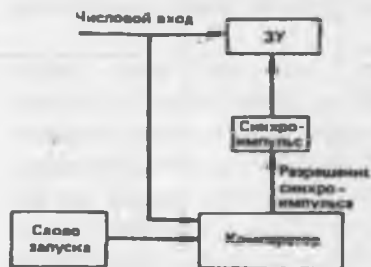
Signatur analizatorlardan, yuqorida qarab chiqilgan, birinchi navbatda elektron bloklarning apparatli qismini nazorat qilish uchun foydalaniladi. Mantiqiy analizatorlar – signatur analizatorlarga nisbatan ancha murakkabroq asboblardir. Dastavval ular eng avvalo apparatli vositalarni nazorat qilish uchun mo'ljallangan edilar, ammo mikroprotessor texni-kaning tarqalishi bilan mantiqiy analizatorlardan hozirgi vaqtda asosan dasturiy ta'minotni nazorat qilish uchun foydalaniladi [27,36,37,61,66]. Aksentlarni apparatli vositalardan dasturiylarga bu siljitish mos holda mantiqiy analizatorlar ba'zi xarakteristikalarining o'zgarishiga olib keldi. Masalan, apparatli vositalarning tahlilini nisbatan yuqori chastotalarda amalga oshirish zarur, vaholanki ko'pincha 500 MGs dan yuqori tanlov chastotalari talab qilinardi, ko'pchilik mikroprotessor tizimlar 20 MGs dan kichik chastotalarda ishlaydi, shu tufayli dasturiy ta'minotni tahlil qilish uchun ular to'la yetarlidir.

Zamonaviy tizimlarning ko'pchiligi shinali tuzulmaga ega va ularni muvaffaqiyatli nazorat qilish uchun bir vaqtda bir nechta liniyalarni kuzatib borish zarur. Masalan, 8 razryadli mikroprotessor 16 manzil liniyasiga ega, 8 ma'lumotlar liniyalari va 8 boshqaruv liniyalari, ya'ni mantiqiy analizatorlarda 32 kirishlar bo'lishi talab qilinadi. 16 razryadli mikroprotessor uchun bu son 48 tagacha ortadi. Ba'zi analizatorlar hatto 72 tagacha kirish kanallariga ega. Tabiiyki, odatdagi ossillograf bunday sonli kanallarga ega emas [27, 36,37].

Analog signallar odatda davriy xarakterga ega va shu tufayli ostsillografining ekranida namoyish qilinishi mumkin. Mikroprotessor u yoki bu dasturni bajarishida ba'zi bir raqamli holatlar bir martagina uchrashi mumkin. Bu

holatlarni kuzatish uchun, ularni qayd qilish yoki raqamli shaklda EQQ ga yozish keyin esa ma'lumotlar oqimi ko'rinishida yoki analogik signal shaklida namoyish qilinishi mumkin. Bu berilgan holda barcha signallar raqamli bo'lgani uchun, chiqish signal amplitudaning qiymati to'g'risida axborotni tashimaydi, balki faqat mantiqiy "bir" yoki "no'l" holatlarini o'z ichiga oladi.

Mantiqiy analizator tarkibiga kiradigan EQQ ning xotirasi, ko'p kanalli ish va yuqori tanlov chastotasida hatto katta xotirali EQQ ham tez to'lib ketishligi tufayli, muhim xarakteristikadir. Buni bartaraf qilish uchun selektiv, ma'lumotlar EQQ xotirasiga faqat talab qilingan vaqt soniyasida yoziladigan, ishga tushirishdan foydalaniladi. 3.23-rasmda bu qanday bajarilishi soddalashtirilgan shaklda ko'rsatilgan.

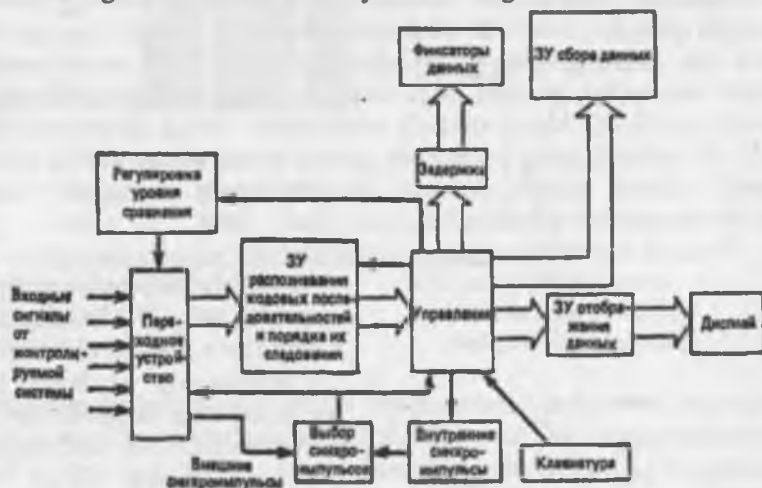


3.23-rasm. Mantiqiy analizatorni selektiv ishga tushirishning soddalashtirilgan sxemasi.

Operator pultidan mantiqiy analizatorga ishga tushirish so'zi kiritiladi. Kirish ma'lumotlari analizatorning EQQ iga beriladi va bir vaqtda ishga tushirish so'zi bilan taqqoslanadi. Ular mos tushganda ma'lumotlar EQQ ga yoziladi. Odatda, ishga tushirish so'zini ushlab qolish bilan aniqlanadigan, dasturlanadigan ushlab qolishdan keyin sinxron impulslar berish yo'li bilan amalga oshiriladi.

Turkumiy mantiqiy analizatorning tuzilmaviy sxemasi 3.24-rasmda ko'rsatilgan [27,36,37,61,66]. Ko'p sonli kirish liniyalari odatda o'tish (nazorat qilinadigan IS dan nazorat tizimiga) qurilmasida guruhlariga birlashtiriladi. Bunaqa qurilmaning konstruksiyasi, unga kiradigan ko'p sonli liniyalar osongina erishiladigan bo'lishi lozimligi tufayli, juda muhim. Odatda bu qurilmalar IS (MP) ning korpusida mahkamlanadi va uning chiqishlaridan signallar olinadi. O'tish qurilmasining boshqa e'tiborga loyiq xarakteristikalari – «chaqiruv (zvon)» va chorrahaviy halaqitlarning yo'qligi, shuningdek optimal o'tkazish yo'lagi va sezgirlik. Bu 100 MGs dan yuqori sinxronlash chastotalarida ishlashda juda muhim. Qoidaga ko'ra, mantiqiy analizatorlar bilan ishlaydigan aktiv zondlarning ko'pchiligi (ushbu majmuaga o'tish qurilmasi ham kiradi), 1 MOm ajratish rezistorli va 5 pF kompensasion kondensatorli kirish kaskadida maydon (ruscha – *полевой*) tranzistoriga ega. Ancha yuqori ish chastotalari uchun qarshilik va sig'imning kichik qiymatlari ishlatilishi mumkin. Yechish zarur bo'lgan yana bir muammo – zondlarni ulash liniyalarida signallar ushlab qolinishining turlichaligi evaziga vaqt parametrlarining sochilganligi (ruscha – *разброс*).

Odatda har bir o'tish qurilmasi qandaydir sig'imli EQQ ga ega va u analizatorning asosiy dublllovchi EQQ bilan bog'langan. Mantiqiy analizatorlarni ishlab chiqaruvchilarning ko'pchiligi mikroprotsessorlarning har xil turkumlari uchun zondlarning oilalarini yetkazib berishni nazarda tutadi. Zondlar nazorat qilinayotgan blok mikroprotsessori rozetkasining ichiga o'rnatiladi va informatsiya ma'lumotlar shinasidagi axborotni qulay shaklga o'zgartiradigan maxsus sxemalarga ega bo'ladi. Bu qo'shimcha, masalan dasturiy ta'minot komandalarini sozlashni yengillashtirish maqsadida mnemonik shaklda aks ettirish, imkoniyatlarni beradi [27, 36,37,61,66].



3.24-rasm. Mantiqiy analizatorning umumiy blok-sxemasi.

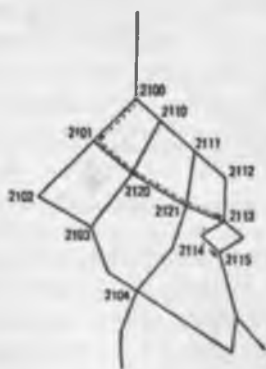
Mantiqiy analizator yo o'zining ichki sinxron impulsalaridan, yoki, o'tish qurilmasi orqali nazorat qilinayotgan tizimdan olingan sinxroimpulsardan ishlashi mumkin Ko'pincha sinxronlashning kirishiga o'tish qurilmasida guruhlariga bo'linadigan ko'pchilik tashqi manbalardan sinxroimpulsalar berilishi mumkin. Ular turli xil mantiqiy kombinatsiyalarda foydalanilishi mumkin, bunda aktiv front sifatida yo o'sib boradigan front yoki sinxroimpulsning kesimi dasturlanishi mumkin.

Mantiqiy analizatorni ishga tayyorlash uchun ma'lumotlar kiritish klaviaturadan amalga oshiriladi, chunonchi ko'pchilik asboblarda ASCII kodning to'liq klaviaturasi ishlatiladi. Bundan tashqari, sensorli klavishlar menyuning bo'limlarini tanlash va aks ettirish uchun, shuningdek, operator bilan eng oddiy o'zaro aloqani amalga oshirishga yordam beradigan, qisqa dasturlar yordamida dasturlanadigan klavishlar qo'llaniladi. Analizatorning boshqarish bloki (odatda mikroprotsessor asosida), talab qilinadigan ma'lumotlarni EQQ da saqlab va ularni displey ekraniga zarur formatda yozib chiqarib (ruscha – воспроизводя) asbobning ishini to'liq koordinatsiya qiladi.

Mantiqiy analizatorning ishlashi [27,36,51,66]. Mantiqiy analizator ishlashining ikki: asinxron va sinxron rejimi imkoniyati bor. Asinxron rejimda kirish ma'lumotlarni tanlash va EQQ ga uzatish uchun mantiqiy analizator takt impulslarining ichki generatoridan foydalaniladi. Stroba qiluvchi takt impulslarining chastotasi stroba qilinadigan signalning chastotasidan kamida 4-10 marotaba oshishi kerak. Chiqish signali asinxron rejimda odatda vaqt diagrammalari ko'rinishida tasvirlanadi.

Sinxron rejimda mantiqiy analizator tekshirilayotgan tizim takt impulslarining generatoridan ishlaydi. Bu holda vazifa mantiqiy holatlarning mumkin qadar ko'p sonlarini eslab qolishdan iborat bo'ladi, shuning uchun bu yerda takt impulslarining yuqori chastotasi emas, katta xotira hajmi zarur. Yozuv impulsning, sxemani ishga tushirish uchun ishlatilmaydigan frontidan amalga oshiriladi. Yozuv mantiqiy analizatorida muhim ahamiyat kasb etadi, EQQ da operatsiyaning nosozlikda gumon qilinayotgan, odatda cheklangan hajmli, qismini yozish imkonini beradi; yozuv shuningdek noma'lum ma'lumotlarni tahlil qilishdan ham ozod qiladi.

Yuqorida ko'rsatilgan ishga tushirishning uch bosqichi mavjud:



1–yozishdan oldin axborotni jamlash, masalan ishga tushirishgacha va undan keyin ishga tushirish so'zini va ma'lumotlarning qandaydir hajmini; bu hajm ishga tushirish so'zinining ushlab turilishi bilan aniqlanadi;

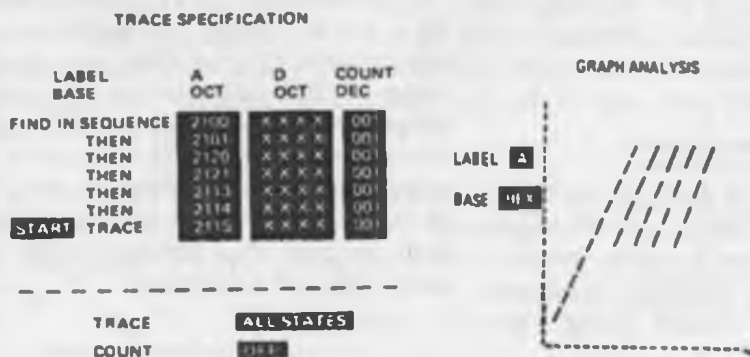
2–ma'lumotlar EQQ orqali o'tishida ishga tushirish so'zini izlash;

3–ishga tushirishdan keyin ma'lumotlarni yozish va ishga tushirish ushlab turilganda to'xtatish.

3.25-rasm. Shoxobchalangan dasturga misol.

Apparatli vositalarni tahlil qilishda odatda, ma'lumotlarni yozish qaysi joydan boshlanishini aniqlash uchun, birgina ishga tushirish so'zi yetarli.

Murakkab shaxobchali dasturiy ta'minotlar uchun, marshrutni birgina ma'noda aniqlash va dasturning yagona shaxobchasini kuzatish maqsadida ketma-ket ishga tushirishni amalga oshirish qabul qilingan. Masalan, 3.25-rasmda punktir bilan belgilangan marshrutni kuzatish zarur bo'lgan shaxobchalangan dastur ko'rsatilgan. Bu 3.26-rasmda keltirilgan trassirovka spesifikatsiyasi yordamida amalga oshiriladi. Formatning spesifikatsiyasi singari bu yerda ham istalgan zarur belgilar (ruscha-метки) va sanash tizimini tanlash mumkin. Sanash qurilmasi, ketma-ketliklarning navbatdagi guruhiga o'tishni amalga oshirishdan oldin, har bir elementar ma'lumotlar guruhiga ma'lum sonli marotaba (odatda bir necha ming marotabagacha) paydo bo'lishga imkon beradi. So'zlarning soni ketma-ketlikda topilishi kerak bo'lgan, "uch" dan "ming" gacha chegarada yotadi. Qaysidir ustundagi "x" lar (krestiki) befarq holatni ko'rsatadi [27,36,51,66].



3.26-rasm. 3.25-rasmda illyustratsiyalangan dastur uchun trassirovkaning spesifikatsiyasi

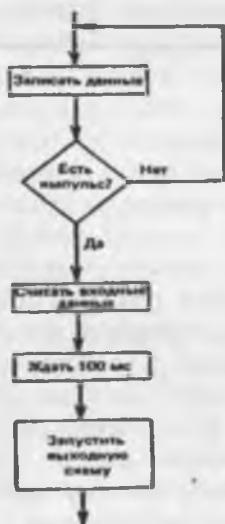
3.27-rasm. Manzil ketma-ketliklarining mantiqiy analizator qurgan grafigi.

Mantiqiy analizatorlar jamg'arilgan ma'lumotlarni tahlil qilish, masalan ikki voqealar orasidagi ishlatilgan manzil fazosini yoki vaqt gistogrammasini qurish qobiliyatiga ega. 3.27-rasmda ma'lumotlarni grafik tasvirlash rejimida ishlayotgan mantiqiy analizatorning ishi illyustratsiya qilingan [27,37,51,52,66]. Bu rejimda analizator istalgan parametrlarning grafigini qurishi mumkin, chunonchi U o'q bo'yicha uning amplitudasi, X o'qi bo'yicha esa — paydo bo'lish ketma-ketligi yo'naltiriladi. U o'qi «manzil» (adpec) belgisiga ega. Bu, agar dastur yacheykalarni ularning manzillari bo'yicha ketma-ket aylanib chiqqanida, grafik to'g'ri chiziqdan iborat bo'lishligini bildiradi. 3.27-rasmdan ko'rinadiki, dastur sikllarni manzillar guruhlar bo'yicha amalga oshiradi, va agar dasturning bunday yo'li nazarda tutilmagan bo'lsa, uning

tahlil qilinayotgan qismi izchilroq (bolee pristal'nogo) e'tiborni, masalan holatlar ro'yxatini chaqirishni, talab qilgan bo'lardi.

Yana bir misol sifatida tizim operatsiyalarining, kirish ma'lumotlarini yig'ishga mo'ljallangan ketma-ketligini illyustratsiya qiladigan 3.28-rasmni qarab chiqamiz[27,37,52].

Impuls yo'qligida tizim kirish signal-larining joriy nazorati rejimida ishlaydi. Impuls kirishga yetib kelganda, u ushlab olinadi va eslab qolinadi. Keyin tizim, chiqish zanjirini harakatga keltirishdan oldin, 100 ms kutib turadi.



3.28-rasm. Operatsiyalar ketma-ketligining sxemasi.

3.29-rasmda, 3.28-rasm uchun ketma-ket kelish tartibi 3.28-rasmdagi A yacheykalarning manzillari ko'rsatadigan sonlar bilan aniqlanadi, deb taxmin qilingandagi, trassirovkaning spesifikasiyasi ko'rsatilgan. Faraz qilaylik, shuningdek, displayda tugagan vaqt hisoblash maydoni vaqt bo'yicha dasturlanadigan qilib aks ettirilishi kerak bo'lsin. Vaqt absolyut (ABS) yoki nisbiy (REL) bo'lishi mumkin.

TRACE SPECIFICATION			
LABEL BASE	A OCT	D OCT	COUNT DEC
FIND IN SEQUENCE	00100		00
THEN	00101		01
THEN	00102		02
THEN	00103		03
TRACE	00104		04
START			
TRACE	STATS	TIME	REL
COUNT	TIME		

3.29-rasm. 3.28-rasmda ko'rsatilgan sxema uchun trassirovkaning spesifikasiyasi.

Agar vaqt nisbiy dasturlangan bo'lsa (3.29-rasm), holatlar ro'yxati 3.30-rasmda ko'rsatilgan ko'rinishni oladi.

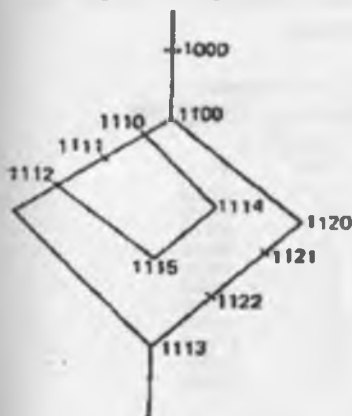
STATE LIST			
LABEL	A	D	TIME
BASE	OCT	OCT	DEC
	00100	01035	~
	00101	00214	35 μ s
	00102	10123	10 μ s
	00103	10056	15 μ s
	00104	01365	100ms

3.30-rasm. 3.28-rasmdagi misol uchun nisbiy vaqtni indikatsiyalash bilan holatlar ro'yxati.

STATE LIST			
LABEL	A	D	TIME
BASE	OCT	OCT	DEC
	00100	01035	-1.8ms
	00101	00214	-1.765ms
	00102	10123	-1.750ms
	00103	10056	-1.735ms
	00104	01365	0 μ s

3.31-rasm. 3.28-rasmdagi misol uchun absolyut vaqtni indikatsiyalash bilan holatlar ro'yxati.

A qiymat 3.29-rasm bo'yicha kuzatiladi, bundan tashqari D, har bir yacheykada yozilgan, aks ettiriladi. Ushbu ro'yxatda keltirilgan vaqt individual holatlar orasidagi qo'shilmaydigan vaqt. Agar 3.29-rasmda vaqt absolyut ABS) bo'lganida, holatlar ro'yxatida yig'indi vaqt ishga tushirish so'zidan boshlab, 3.31-rasmdagi kabi boshlang'ich nuqtada vaqt nol bo'lgan, aks ettirilgan bo'lardi [27, 37,52].



3.32-rasmda 8 ta ichki kiritilgan sikllarga ega dastur tasvirlangan. Faraz qilaylik, ushbu dasturda bosh siklning oltinchi bajarilish vaqtida 1115 manzilning qirqinchi paydo bo'lishida ishlamay qolish (otkaz) sodir bo'lsin.

3.32-rasm. Ichki kiritilgan tsikllarga ega dasturga misol.

Ushbu holatni topish uchun trassirovkaning spesifikatsiyasi 3.33-rasmda ko'rsatilgani kabi yozilishi kerak [27,37].

Ustun «sanash birligi» (ruscha – единица счѐта) (COUNT) endi, analizator ishga tushirilganga qadar, zarur manzilning paydo bo'lish sonini ko'rsatish uchun foydalaniladi.

TRACE SPECIFICATION			
LABEL BASE	A OCT	D OCT	COUNT DEC
FIND IN SEQUENCE	1000	X X X X	0017
THEN	1100	X X X X	006
START TRACE	1115	X X X X	040
TRACE ALL STATES			
COUNT	STATE	TIME	X X X X

3.33-rasm. 3.32-rasmda ko'rsatilgan ichki kiritilgan sikllarga ega dastur uchun trassirovkaning spesifikatsiyasi.

Mantiqiy analizator tizimdagi siljiydigan nosozliklarni payqash uchun ham foydali. Buning uchun gumon qilinayotgan sohani yozish boshda analizatorning ichki xotirasida 3.34, *a*-rasmdagi ko'rinishda zahiralanadi (zapasaetsya). Keyin analizator taqqoslash rejimiga o'tkaziladi. Bu rejimda bir necha, masalan «stop, yesli ravno» va «stop, yesli ne ravno» variantlarning imkoniyati mavjud. Oxirgi variant 3.34, *e*-rasmda illyustratsiya qilingan. Mantiqiy analizator dasturning berilgan qismi bo'yicha uzluksiz sikllarni amalga oshiradi va, agar qayd qilinayotgan yozuv xotiradagi yozuvga teng bo'lsa, paydo bo'ladigan barcha "nol" larni aks ettiradi.

STATE LIST

LABEL BASE	A OCT
START	001100
01	002617
02	713581
03	210456
04	103167
05	001076
06	323667
07	753217
08	325612
09	124700
10	007431

STATE LIST

LABEL BASE	A OCT
START	001100
01	002617
02	713581
03	210456
04	103167
05	001076
06	323667
07	753217
08	325612
09	124700
10	007602

TRACE COMPARE

COMPARE MODE stop-yesli eq

LABEL BASE	A OCT
START	000000
01	000000
02	000000
03	000000
04	000000
05	000000
06	000000
07	000000
08	000000
09	000000
10	000233

007431 - 0000 0000 0111 0100 0011 0001
007602 - 0000 0000 0111 0110 0000 0010
000233 - 0000 0000 0000 0010 0011 0011

3.34-rasm. Analizatoridan siljiydigan nosozliklarni payqash uchun foydalanish: *a*-kerakli trassirovka, *b*-xatolikka ega trassirovka, *e*-taqqoslash rejimida analizatorning displeyidagi tasvir, *g*-xatolikning kodini olish.

Endi faraz qilaylik, qayd qilinayotgan yozuv bir soniyada (ruscha — мгновенно) o'zgaradi, va 3.34, *b*-rasmdagi ko'rinishni oladi, chunonchi yuzaga kelgan siljiydigan nosozlik element 10 ga ta'sir qilsin. Bu holda mantiqiy analizator, 3.34, *e* - rasmda ko'rsatilgan, nol bo'lmagan elementli 10

yozuvni ko'rsatadi va to'xtaydi. Element 10 ga mos keladigan yozuv, ikki tasvirlar (3.34, *a,b-rasmlar*) ning qaysi razryadlari teng emasligini (3.34, *z-rasm*) ko'rsatadi.

Shunday qilib, mazkur bobda biz mikrosxemalarni tekshirishning xususiyatlarini, mikroprotsessorlarning tahlilini konkret misollarda qarab chiqdik. Keyingi bobda, mikroprotsessorlar asosidagi tizimlar uchun dasturiy ta'minotni ishlab chiqish va tahlil qilishning metodlari qarab chiqiladi.

4-BOB. RAQAMLI VA MIKROPROTSESSORLI QURILMALARNING ISHLAB CHIQARISHNI BOSHQARISHDA QO'LLANISHI

4.1. Mikroprotsektorlar asosida maketli tizimlar.

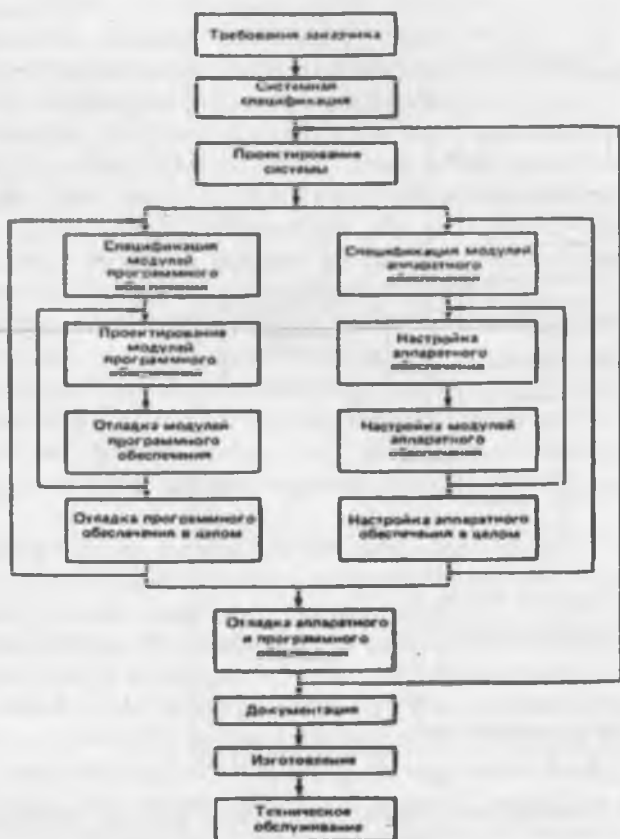
Aslida oldingi bo'limlar (3-bob) da qarab chiqilgan raqamli qurilmalar, dastavval apparatli vositalarni tekshirish uchun mo'ljallangan bo'lsa-da, raqamli analizatorlar dasturiy ta'minotni ishlab chiqish uchun tobora kengroq qo'llanmoqda [27, 30,34-36,41,58]. Ushbu bobda dasturiy ta'minotni ishlab chiqish va tahlil qilish metodlarini, eng avvalo mikroprotsektorlar asosidagi tizimlar uchun qarab chiqamiz [27,30-35,37,61].

4.1-rasmda mikroprotsektorlar asosida jihozlar ishlab chiqarishdagi jarayonlar ketma-ketligining sxemasi tasvirlangan. Buyurtmachining talabi tizimiy spesifikatsiya (tizimning texnik yozuvi) ga o'zgartiriladi, keyin, uning apparatli vositalarining tuzulmasini va dasturiy ta'minotini aniqlash imkonini beradigan, tizimni loyihalash keladi [27,36, 37,61].

Apparatli vositalar, odatda har biri bosma platalar asosidagi bir yoki bir necha bloklardan tuzilgan modullarga bo'linadi. Boshda alohida modullarni konstruksiyalanadi va ularni sxemasi 4.2-rasmda tasvirlangan avtomatlashtirilgan ish joyi (AIJ) yordamida joylashtiriladi. Bu blok-sxemani tanlashga, uni ishi to'g'riligini tekshirish uchun kompilyatsiya qilish va keyin uning funksional xarakteristikalarining model sinovlarini o'tkazish va sinxronizatsiyalashga imkon beradi. Ma'lumotlar, ushbu tahlil uchun zarur bo'lgan, AIJ xotirasida saqlanadigan, komponentlarning xarakteristikalarini o'zida mujassamlagan, ma'lumotlar bazasidan olinadi [27,37]. AIJ shuningdek, muhandis-sinovchi tomonidan nazarda tutilgan kontrol nuqtalari tayyorlash jarayonida sinovlarga mos kelishiga ishonch hosil qilish uchun qo'llaniladi.

Test tuzulmalari AIJ ga kiritiladi va test qoplamalarining darajasini aniqlash maqsadida tizim orqali yugurtirib chiqiladi (ruscha-прогоняются). Sxemaning tugunlarida nosozliklar (konstant "nol" lar va konstant "bir" lar) ni modellashtirish, ularni payqash imkoniyatlariga ishonch hosil qilish uchun, mumkin.

AIJ da modellashtirish tizimni maketlashtirishdan qimmat, ko'p vaqt oladigan, zarur bo'lganda tizimning kritik qismlarini aniqlash maqsadida uni baribir o'tkazishga to'g'ri kelsada voz kechish imkonini beradi.



4.1-рasm. Jihozni ishlab chiqish ketma-ketligi.

yacheykalari manzillarining o'rniga belgilar (ruscha – метки) ni qo'llashni ham bajarishi ham mumkin [27, 37, 59-61].

Assemblerlar tillari konkret mikroprotsessorlarning komandalari tizimlari bilan bog'langan, ya'ni bir mikroprotsessoridan boshqasiga ko'chirila olmaydilar. Dasturiy ta'minotga ishlanmalar berish uchun katta xarajatlar tufayli bu shuni anglatadiki, kompaniyalar odatda, dasturiy ta'minotning moslashuvchanligi (ruscha – совместимость) ni ta'minlash maqsadida, bitta yetkazib beruvchi (ruscha – поставщик) ning mikroprotsessorlar oilasini qo'llashga intilishadi. Paskal va Si kabi yuqori sath tillari, asosan mikroprotsessorga bog'liq emas va shuning uchun eng universaldir [27, 37, 59].

Ushbu tillarda dasturlash ancha soddaroq va ularni tushunish oson. Bu dasturni joylashtirish (otladka) va ekspluatatsiya qilish jarayonlarida, ko'pincha o'zgarishlar dastlabki dasturni yozgandan keyin ancha vaqtlar davomida kiritilishi, yanada tushunarliroq dasturni korrekktirovka qilishda esa xatoliklarga yo'l qo'ymaslik oson bo'lgani uchun, juda muhim.

Yuqorisath tillarining boshqa afzalliklari shundaki, ular dasturlashda kam qatorlar talab qilishadi. Masalan, *A* va *B* ni ko'paytirish uchun MULT A AND B yozish yetarli, shu bilan bir vaqtda assembler tilida ushbu operatsiyani yozish 20 tagacha qator talab qilgan bo'lardi. Dasturlovchilarning ko'pchiligi odatda aniq vaqt davomida bir xil qatorli dasturlar (izohlarsiz dastlabki operatorlarni) yozishadi. Muvofiq holda, yuqori sath tilini qo'llash dasturlovchining mehnat unumdorligini oshiradi.

4.1-jadvalda eng ko'p tarqalgan yuqorisath tillarining ba'zilar taqqoslangan. Bu tillar dasturlashga ketadigan vaqtni ancha kamaytirsa, ularning kamchiligi shundaki, kompilyator ekvivalent mashina tilida, assemblerga nisbatan, ikki marotabacha ko'proq komanda ishlab chiqaradi. Bu katta xotira hajmi talab qilinishini bildiradi; dasturni bajarishning to'la vaqti ham, komandalar soni ko'pligidan, ortadi. Shuning uchun dasturning asosiy qismini yuqorisath tilida, ko'p vaqtni oladigan bo'limlarni assembler kodlarida yozish vabul qilingan [18,30-32,27,37,52-54].

Yuqori sath tillarini taqqoslash

4.1- jadval

Til	O'rga -nish yengil -ligi	Ma'lu- motlar turla- rining ko'pligi	Ko'p opera- torlar	Oqimni yaxshi nazorat qilish	Qayta kira- oluvchanlik	Turlar mosligini nazorat qilish	Tuzil- maviy dastur- lash
Beysik	V	X	X	-	X	-	X
Si	X	V	V	V	V	X	V
Fortran	X	-	-	X	X	X	X
Paskal	V	V	V	V	V	V	V
PL/X	V	X	X	X	-	-	V

V – yaxshi sathda, X – past sathda

Yuqori sath tillarining ko'pchiligi (Si ni istisno qilib) dasturlovchiga mikroprotsessordagi ichki operatsiyalar to'g'risida tasavvur bermaydi. Shu tufayli ular mikroprotsessorning ichki qismlariga murojaat qilishni talab qiladigan ilovalar, masalan razryadlarni boshqarish, shu jumladan sanashda yoki kirish-chiqish portiga yozishda, uchun yaroqsiz. Bu vazifalarni bajarish uchun, yuqorisath tilida yozilgan dasturga, komandalarni assembler tilida kiritish mumkin.

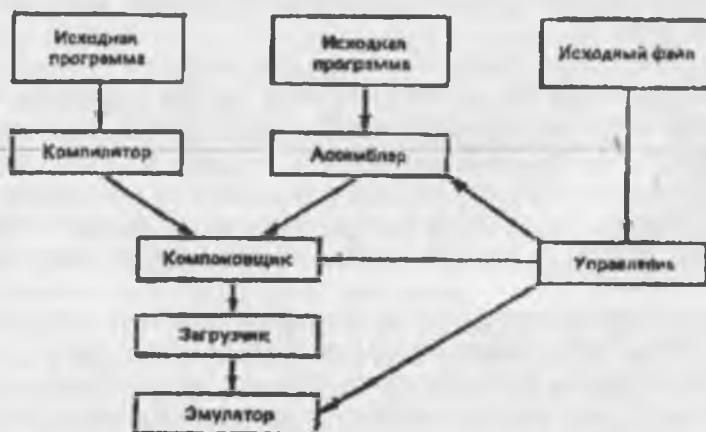
Agar dastur ham yuqorisath tilida, ham assembler tilida yozilgan modullarga ega bo'lsa, ular aloqalar tahrirchisi (ruscha – редактор связей) deb ataladigan qurilma orqali o'tkaziladi. Kompilyatorlar va assemblerlar ko'pincha komandalarga xotirada qayd qilingan inanzillarni taqdim qilmaydi, shunday ekan komandalar xotiraning istalgan qismlarida qayta taqsimlanishi mumkin. Aloqalar tahrirchisining vazifasi ushbu modullarni, yagona bir jinsli komandalar tizimini ta'minlash uchun, xotirada yagona ketma-ketlikka bog'lash.

Dasturlar, odatda kompilyatordan, assemblerdan, aloqalar tahrirchisidan, EQQ va boshqalardan tuzilgan, dasturlarga ishlanma berish tizimiga yoziladi. Dastur tahrirlanganidan keyin dasturlarga ishlanma berish tizimidan, keyingi tekshirish uchun real maqsadli tizimning xotirasiga o'tkaziladi. Bu jarayon yuklash (ruscha – загрузка), uni bajaradigan xizmat ko'rsatuvchi dastur – yuklagich (ruscha – загрузчик) deb ataladi.

Operasion tizim foydalanuvchi va dasturlarga ishlanma berish tizimining o'zaro ta'sirini ta'minlaydi va dasturiy ta'minotga ishlanma berish uchun asosiy tizimdir. Operasion tizimlar odatda muloqotli (ruscha – диалоговые) bo'ladi va indamaslik bo'yicha (ruscha – по умолчанию), foydalanuvchi tomonidan yuklanishi kerak bo'lgan axborot hajmini kamaytirish uchun foydalaniladi. Qoidaga ko'ra, operasion tizimlar fayllar bilan ishlashga yo'naltirilgan, bunda foydalanuvchi dasturlar bilan ularning fayllarining nomlaridan foydalanib, ishlaydi.

Operasion tizimlar boshqarishning ko'p vazifalarini, masalan 4.3-rasmda ko'rsatilganidek, kompilyatorlar va tahrirchilarni chaqirishni bajaradi. Operasion tizimning boshqarish qismi foydalanuvchining dastlabki faylidan, xotira yacheykalarining manzillari, uzilishlar (ruscha – прерывание) va shunga o'xshash elementlarni aniqlaydigan, mustaqil ishlaydi. Boshqarish tizimi foydalanuvchining talablariga kodlar va komandalar fayllarini generatsiya qilish yo'li bilan aks ta'sir ko'rsatadi (ruscha – реагирует), ya'ni, berilgan dasturning bajarilishini to'la ta'minlaydigan alohida operatsiyalarni avtomatik ravishda bajaradi. Bunaqa, aloqalar tahrirchisidan chiqish tilida dasturni yuklashni va emulyatorda (emulyator to'g'risida keyingi bo'limda batafsil ma'lumot keltiriladi) uning bajarilishini ta'minlaydigan, operatsiyalarga misollar:

- inisializatsiyalash kodlarini va dastlabki holatga qaytishni generatsiya qilish,
 - aloqalar tahrirchisi komandalarining fayllarini shakllantirish,
 - emulyator komandalarining fayllarini o'ratish.
- Operatsion tizimlar boshqa ko'pgina foydalari vositalarga ham ega.



4.3-rasm. Operatsion tizimning boshqarish funksiyalari.

Ko'p vazifali tizim bir vaqtda bir nechta vazifalarni bajarishga imkon beradi. Shunday qilib, tizim bir vaqtda dastlabki dastur faylining assembleri yordamida kompilyatsiya yoki translyatsiyani amalga oshirishi, boshqa faylni tahrir qilish va uchinchisini bosmadan chiqarishi mumkin. Ko'p vazifali tizim ayniqsa, ko'plab foydalanuvchilar dasturlarga ishlanma berishning markaziy tizimi bilan bog'langan holda foydali. Tizimning umumiy dasturiy ta'minoti katta bo'lmagan modullar ko'rinishida yoziladi va joylashtiriladi; operatsion tizim xotira hajmini va mashinaning bu modullar orasidagi ma'lumotlarga ishlov berish bo'yicha imkoniyatlarini shunday taqsimlaydiki, bir vaqtda ko'p dasturlarning bajarilishi ta'minlanadi [18, 30-32, 27, 37, 52-54, 59].

Ko'p foydalanuvchili qurilma operatsion tizimda dasturlarga ishlanma berish tizimiga bir vaqtda bir nechta foydalanuvchilar bilan ishlash imkonini beradi. Bu holda foydalanuvchilar orasida resursni taqsimlash va resursni boshqa foydalanuvchilardan himoya qilish uchun ko'p vazifali qurilma qo'llaniladi. Operatsion tizim, shuningdek fayllarning iyerarxik, fayllar bir nechta sathlar bo'yicha taqsimlangan, chunonchi har bir fayl fayllar yoki, pastroqsathlardagi boshqa fayllarni ko'rsatuvchi kataloglarga ega bo'lgan, tizimidan foydalanishni ta'minlaydi.

Dasturiy ta'minotning katta tizimlarida, u yordamida oddiy komanda assembler yordamida avtomatik qayta kompilyatsiyalash (ruscha – *перекompilировать*) yoki qayta translyatsiyalashga (ruscha –

перетранслировать) majbur qiladigan va keyin tizim bilan dastlabki dasturning joylashtirish seansida o'zgartirilgan barcha o'zaro bog'liq modullarini to'liq bog'lashga imkon beradigan qurilmaga ega bo'lish foydali. Operasion tizimning bunday qurilmagasi dasturiy ta'minotning avtomatik korrektirovkachisi deb yuritiladi. Boshqa foydali qurilma elektron pochta bo'lib, u loyihalash brigadasining a'zolari orasida aloqalar (ruscha— контакты) ni qo'llab-quvvatlab turishga imkon beradi, bu yuzaga kelgan qiyinchiliklar to'g'risida ma'lumotlarni uzatish uchun ayniqsa foydali [18,27,30-32,37].

Ba'zi operatsion tizimlar ega bo'lgan yana ikkita imkoniyatlar — bu virtual kirish-chiqish va to'g'rimas (ruscha— не прямые) komandalar. Virtual kirish-chiqish tizimni periferik qurilmalar bilan oson to'ldirishga imkon beradi, chunonchi har bir qurilma bilan ishlash uning xarakteristikalariga bog'liq bo'lmagan holda amalga oshiriladi. To'g'rimas komandalar rejimi fayldan operatorni kiritmasdan komandalarni sanab olish imkonini beradi va jarayonni boshqarish uchun foydali.

Xizmat ko'rsatuvchi dasturlardan dasturiy ta'minot tahlili uchun foydalanish 3-bobda qarab chiqilgan edi. Samaradorlik tahlili dasturning harakatini tasvirlab yozish va dasturiy ta'minotning qismlarni optimizatsiya qilish imkonini beradi. Samaradorlik tahlili uchun xizmat ko'rsatuvchi dasturlarga misollar:

- ♦ xotiraning to'la o'tkazish qobiliyatining sxemasi, bu xotirani eng samarali taqsimlash va undan foydalanishni ta'minlaydi;

- ♦ xotiraning turli modullariga ketma-ket murojaat qilishlar orasidagi vaqt taqsimlanishining tahlili, bu navbatni tashkil qilish masalasini hal qilishni ta'minlaydi;

- ♦ vaqt intervallarining diagrammalari, dasturning alohida qismlarini, shu jumladan eng yuqori va eng kam optimal hollarda bajarish uchun zarur; kutilganidan ko'p vaqt sarf qilinadigan sohalarni qayta yozish mumkin;

- ♦ har xil komandalarni ishlatishlar sonini sanash.

Dasturiy ta'minot tizimlarining orta borishi bilan, dasturlovchilarning katta brigadasini va hajmi 0,5 Mbayt dan yuqori dasturli ko'p mikroprotsessorlar asosidagi tizimlarni talab qiladigan, dasturiy ta'minotni loyihalashni tashkil qilish va boshqarish vositalari hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi. Loyihalashni tashkil qilish bilan bog'liq muammolar, nafaqat dasturlovchilarning ko'p soniligidan, balki ko'plab o'zgarishlar kiritish, birgina dasturiy ta'minotning bir nechta versiyalarini va har xil variantlarini ishlab chiqish, masalan, diskalar asosidagi tizimlar, operativ xotirali tizimlar uchun, zaruriyatidan kelib chiqadi.

4.4-rasmda loyihalashni tashkil qilishning turkumiy tizimga ishlanma berishda qo'llanadigan ba'zi vositalari tasvirlangan. Loyihaning har bir alohida qatnashuvchisi uchun o'z ma'lumotlar bazasi, markaziy ma'lumotlar bazasi

bilan o'zaro ta'sirlashadigan va tashkil qilish vositalarining nazoratida bo'lgan, yaratiladi. Bu vositalar quyidagi funksiyalarni bajaradi:

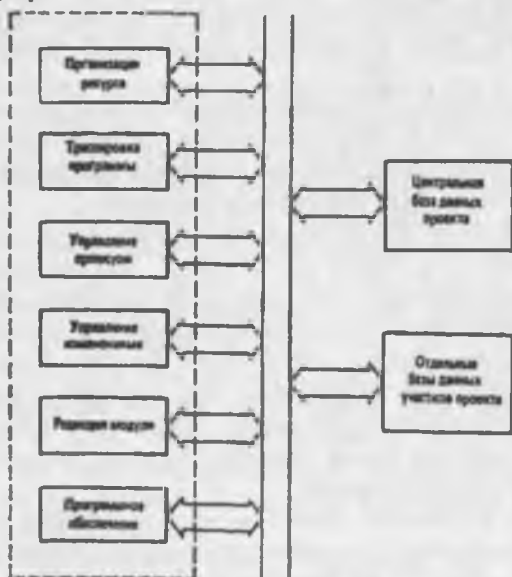
- Dasturning alohida modullariga yo'l qo'yishlarni boshqarish. Agar modul dasturlovchi tomonidan markaziy ma'lumotlar bazasidan chaqirilgan bo'lsa, boshqa bironta muhandis unga yo'l qo'yish (ruscha— доступ) ga ega bo'lolmaydi.

- Avtomatik qayd qilish (ruscha—регистрация), dastur moduliga kiritilgan barcha o'zgarishlarni, modul markaziy ma'lumotlar bazasiga qaytganidan keyin. Bu yerda, o'zgarish qachon kiritilgani, uni kim kiritgani, u nimadan iboratligi va nima uchun bajarilgani qayd qilinadi.

- Avtomatik yangilash, loyihaning barcha alohida ma'lumotlar bazasini, ya'ni, ularga eng yangi axborotni kiritish, bu har bir foydalanuvchiga dasturning modullari bilan zamonaviy sathda ishlashni kafolatlaydi.

- Axborotni tasniflash, qayta ko'rib chiqishlar, versiyalar, turlar va shunga o'xshashlar bo'yicha, loyiha qatnashchisi kerakli modulga yo'l qo'yishga tez ega bo'la olishi uchun.

- Barcha ma'lumotlar va ular holatlari yozuvining yangilanishi. Bu qadam-baqadam (ruscha— поэтапных) kompilyatorlarning ishlashishini ta'minlash uchun zarur, agar modulga o'zgarish kiritilgan bo'lsa, unda faqat o'zgarish kiritilgan modullar qayta kompillatsiyalanishi (ruscha—перекompilированы) va ularning aloqalari qayta sinashdan oldidan qayta komponovka (ruscha— перекompанованы) qilinishlari kerak.



4.4-rasm. Loyihalashni tashkil qilish vositalari.

4.2. Emulyatsiya

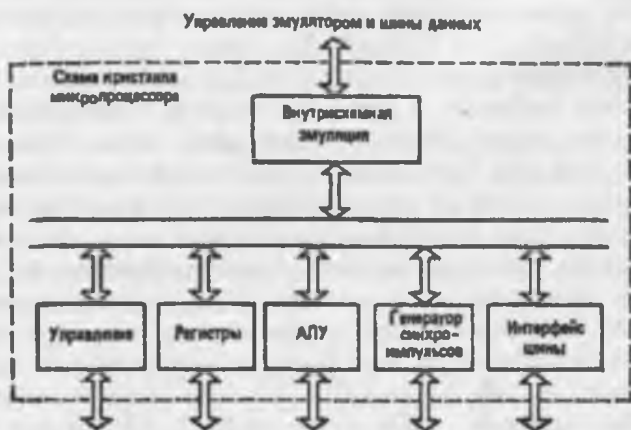
Apparatli ta'minotning odatdagi tizimlarini sinashda tizimning ishini uning tamoyiliy sxemasini qarab chiqib tushunish mumkin. Mikroprotsessorlar asosidagi tizimlarda xatoliklarning tashxisi (ruscha – диагноз), tizimning xulq-atvori (ruscha – поведение) uning dasturiy ta'minoti bilan aniqlangani tufayli, juda murakkab vazifadan iborat. Bu holatlarda *emulyatsiya* qo'llaniladi [11,13,27,35,37,66]. Tahlil qilinavotgan sxema (shuningdek maqsadiy tizim deb ataladigan) uning xulq-atvorini emulyatsiya qiluvchi asbob bilan almashtiriladi. Bu asbob emulyator deb ataladi. Uni maqsadiy tizimning ishini o'rganish maqsadida sinovchi kirish signallarining ta'siriga tortish mumkin. Konsepsiya emulyatsiya yangi emas, masalan, apparatli ta'minotni sinashlarda tizimning bir qismini aslida emulyatorlardek ta'sir qiladigan iste'mol manbai va funksiyalar generatorlari kabi tashqi asboblardan bilan almashtirish qabul qilingani tufayli [11-14,27,35,37,52, 66,67].

Mikroprotsessorlar asosidagi tizimlarni tahlil qilishda emulyator maqsadiy mikroprotsessorni boshqaradi va uning registrlaridagi operatsiyalarni kuzatib turadi. Emulyator maketli tizimning qismi, ya'ni butun tizim bilan tor bog'langan, bo'lishi yoki, agar dasturiy ta'minotga ishlanma berish katta bosh universal kompyuter yordamida amalga oshi-rilsa, bosh shina bilan bog'langan, maxsuslashtirilgan emulyator bo'lib qolaverishi mumkin,.

Emulyatorlarni mikroprotsessorlarni tayyorlovchilardan yoki asboblardan tayyorlaydigan firmalardan olish mumkin. Yangi mikroprotsessor ishlab chiqilayotganda, ishlanmada birinchi yordamni yarim o'tkazgich asboblarni tayyorlovchilar ko'rsatishadi va faqat keyinroq, ba'zida bir yoki ikki yildan keyin, asboblarni yetkazib beruvchi o'z ixtiyoriga yangi vositalarni oladi. Odatda bunday emulyator, unda mikroprotsessor bilan ishlash tajribasi e'tiborga olinishi tufayli, ko'proq imkoniyatlarga ega bo'ladi, shunday ekan birgina qo'shimcha qurilma turli yetkazib beruvchilarning asboblari bilan qo'llanishi mumkin. Muammolarning biri, mikroprotsessorni emulyatsiya qilishda yuzaga keladigan, shundan iboratki, ko'pincha asbob chiqishlarga ega emasligi tufayli uning barcha zarur liniyalariga yo'l qo'yishni amalga oshirish imkoniyati yo'q. Mikroprotsessorni tayyorlovchi, bu liniyalarga maxsus chiqishlar qilib, ko'rsatilgan qiyinchiliklarni aylanib o'tadi. Bu asboblardan (4.5-rasm) tayyorlovchining emulyatorlariga hisob-kitob qilib tayyorlanadi. Asbobni tayyorlovchi, bog'lanmagan komponentlarga yo'l qo'yishlarga ega bo'lmagan, o'zining emulyatoriga qo'shimcha zanjirlarni mikroprotsessorning yetish qiyin bo'lgan qismlarini imitatsiya qilish uchun, ichki joylashtirishi kerak [27, 37,66].

Maqsadiy tizim emulyator bilan ham, usiz ham bir xil o'xshash (ruscha – идентично) ishlatishi kerak. Bu sifat *shaffoflik* (ruscha – прозрачность) degan nomga ega. Ikki xil *shaffoflik* mavjud. *Elektr shaffoflik* ikki tizim bir xil, operatsiyaning bajarilish vaqti va mashina sikli kabi elektr xarakteristikalariga

egaligini bildiradi. *Funksional shaffoflik* ikkala tizim ham birgina resurs, masalan xotira va uzilish signalidan foydalanishini bildiradi. Emulyatsiyalovchi mikroprotsessorni, halaqitlarning ta'sirini minimumga tushirish uchun, maqsadiy tizimning yaqinida o'rnatish lozim, shuning uchun uni odatda maqsadiy tizimning mikroprotsessori o'rniga ulanadigan tashqi o'tish qurilmasining ichiga joylashtiriladi. Kabellar, emulyatorni tizimning boshqa qismlari bilan bog'laydigan, yaxshi sifatli va impedansni muvozanatlashga ega bo'lishi lozim. Odatda emulyatsiyalovchi mikroprotsesssor, maqsadiy tizim buzilishlar (ruscha – искажения), masalan qo'shimcha ushlab qolishlarni tashib yurishi tufayli, maqsadiy tizimning kabellariga buferli kaskad orqali ulanadi [13,27,37,66].



4.5-rasm. Bog' ichdan yechilgan (ruscha – развязанный) mikroprotsesssor.

Emulyatorlar asosida dasturlarni rivojlantirish tizimi jihozlarni to'liq tekshirishni ta'minlash uchun bir qator xususiyatlarga ega bo'lishi kerak. Dasturning qadam-baqadam ishi registrnlarning ichidagi ma'lumotlarni tekshirish yoki har bir qadamda xotiradagi ma'lumotlarni qayta manzillashga qaratilishi lozim, bunda nazoratdagi (ruscha – контрольные) deb ataladigan maxsus nuqtalar o'rnatiladi. Bular dasturiy ta'minotni to'xtatib qo'yish nuqtalari bo'lishi mumkin, nuqtalarda dasturning komandasi ma'lum nuqtalarda dasturni to'xtatishga qaratilgan emulyatorning signaliga almashtiriladi yoki apparatli ta'minotning nazorat nuqtalari bo'lishi mumkin, ularning holati parametrlarni, masalan xotira manzillarini yoki ma'lumotlarni kiritish-chiqarish liniyalarini, taqqoslash yo'li bilan aniqlanadi. Apparatli ta'minotning nazorat nuqtalari ishga tushirish impulsini, masalan, mantiqiy analizatorlar va ossillograflarning, ularga navbatdagi hisoblash uchun signal berib, generatsiya qilishi mumkin [13,14,27, 37].

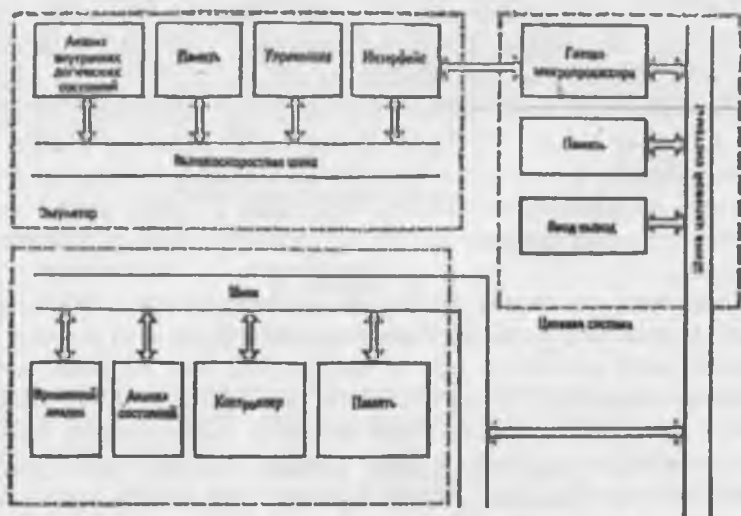
Emulvator yordamida dasturga uni (ruscha – отладка) joylashtirish vaqtida o'zgarish kiritish mumkin. Bu o'zgarishlar dasturga baholash uchun yamoq (ruscha – в виде заплат для оценки) ko'rinishida kiritiladi. Mikroprotsessorning ishini mnemonik kodda kuzatish uchun disassembler zarur, "заплат" larni kiritish uchun esa – assembler. Joylashtirish (отладка)ni, shuningdek, yuqorisath tilida (dastlabki dasturda) bajarish imkoniyatiga ega bo'lish va busathda nazorat nuqtalarini kiritish foydali. Tizimning murakkabligi, emulyator dastlabki dasturni kuzatishi kerakligi tufayli, ortadi.

Mantiqiy analizatorlar ko'pincha dasturlarga ishlanma berish tizimining ichida emulyatorlar bilan birlashtiriladi. *Mantiqiy analizator* – avvalo asinxron rejimda vaqtinchalik ma'lumotlarni yig'ish uchun juda foydali bo'lgan joriy nazorat vositasi. [14,27, 37, 52,67]. Emulyatorlar samarasiz bo'lgan sinxron rejimda, maqsadiy tizimning takt impulsaridan ishlaydi. 4.6-rasmda, emulyator dasturlarni rivojlantirish tizimi bilan ishlaydigan va qabul qilish tizimi bilan mikroprotsessorning gnezdosini va xususiy interfeysi orqali bog'langan, sxema keltirilgan.

Emulyator, 4.6-rasmda keltirilgan, funksiyalarning tahlilini, masalan, dasturiy ta'minotning xarakteristikalarini ta'minlaydigan ichki mantiqiy holatlar sxemasiga yo'l qo'yilishga ega. U shuningdek, vaqt bo'yicha tahlilga va dasturlarni rivojlantirish tizimida holatlarni tahlil qilishga yo'l qo'yilishga ega. Dasturiy ta'minotning xarakteristikalarini tahlil qilish dasturni bajarishning borishiga ta'sir ko'rsatmaydi, shunday ekan axborot real vaqtda yig'ilishi va aks ettirilishi mumkin [14,27,37,66]. Emulyatorning xotirasi manzil shinalari, ma'lumotlar holatlar va mikroprotsessorni boshqarish shinalari uchun, yetarlicha keng bo'lishi kerak, bu umumiy murakkablikda 96 gacha razryadlarni tashkil qilishi mumkin. Xotira, shuningdek, bir mingdan ikki minggacha ma'lumotlar sikllarini qabul qilish uchun yetarlicha chuqur bo'lishi kerak. Bunday xotira hajmiga qaramasdan, trassirovkalash ma'lumotlarining xotirasidan foydalanishni optimizatsiya qilish maqsadida, nazorat nuqtalarini surunkali joylashtirish (ruscha – тщательное размещение) juda yuqori ahamiyatli [14,27,37,66].

4.6-rasmda emulyator va dasturlarga ishlanma berish tizimi uchun shinali tashkil qilishning alohida tuzulmalari ko'rsatilgan [27, 37,52,67]. Bu ikkala tizimga ham bog'liqmas ishlash imkonini beradi, bu mikroprotsessorlar asosidagi jihozlarning emulyatsiyasi uchun, mikroprotsessorning ishlashi yo'lida mantiqiy xarakteristikalarini tekshirish va protsessorni to'xtatmasdan emulyatorni trassirovka qilish ma'lumotlari xotirasini yangilash uchun foydali. 4.6-rasmda emulyatorning maqsadiy tizim mikroprotsessorining uyasi (ruscha – гнездо) ga ulanishi ko'rsatilgan. Bu aslida maqsadiy tizimning mikroprotsessorini dasturlarga ishlanma berish tizimining nazorati ostida bo'lgan emulyatorning mikroprotsessori bilan almashtirishni bildiradi [27,37,67].

Emulyatsiyaning bu shakli *sxema ichidagi* (ruscha – внутрисхемная) deb ataladi va keng qoʻlaniladi. Bu shaklni razryadomodulli protsessorlarga, ular yuqori tezliklarda ishlashi va ularning mikrodasturlanishi har bir asbobga oʻzining xususiy komandalar tizimiga ega boʻlishga imkon berishi tufayli, qoʻllab boʻlmaydi.



4.6-rasm. Emulyatorning dasturlarga ishlanma berish tizimi bilan foydalanilishi.

Bunday sharoitlarda *xotira yoki doimiy eslab qolish qurilmasi* (DEQQ – ПЗУ) ning emulyatsiyasi qoʻllaniladi.

Xotiraning emulyatsiyasida maqsadiy tizim mikroprotssessori funksiyasini bajaraveradi, ammo emulyator orqali aloqa maqsadiy tizim dasturlarining xotirasi orqali amalga oshiriladi. Tezkor (operativ) eslab qoluvchi qurilma (TEQQ – ОЗУ) emulyator tarkibida emulyatorga tizimning mikrodasturlari ustidan nazoratni taqdim qilib, dasturlarning xotirasi oʻrni oladi. Emulyator zaruriy nazorat nuqtalarida takt impulsleri generatorini toʻxtatishi mumkin. Ammo, bu yoʻl statik tizimlar uchun mos qoʻllanishli boʻlsa-da, u dinamik tizimlar uchun, takt impulsleri generatorining toʻxtatishi maʼlumotlarning yoʻqolishiga olib kelishi tufayli, yaramaydi [27,27,52,67]. Agar emulyator mikroprotssessor tsiklining uzunligidan ortiq tezlik bilan ishlayotgan boʻlsa, u nazorat nuqtalarini qayd qilishda boʻsh komandani berishi mumkin. Shunday qilib, takt impulsleri generatori toʻxtamaydi, ammo operator tizim ichki registrlarining ichidagilarni koʻrishi mumkin.

Emulyatsiyaning uchinchi turi kirish-chiqishning emulyatsiyasi nomi bilan ma'lum va agar tizimni kirish- chiqish sxemasini konstruksiyalash tugagunga qadar nazorat qilish zarur bo'lsa qo'llaniladi. Bu holda emulyator qabul qilish tizimining moduliga ulanadi. Kod kombinatsiyalari generatorining va so'zlarning signallari mikroprotsessorga yo'naltiriladi va uning reaksiyasi vaqt tahlili va holatlar tahlili yordamida nazorat qilinadi. Tizimni surunkali (ruscha – тщательно) dasturlash mumkin; masalan, mikroprotsessorga konkret signallar, manzil shinasidagi konkret kod kombinatsiyalariga mos, yo'naltiriladi [27, 36,37,52,67].

Ishlanma jarayoni. Dasturiy ta'minotga ishlanma berishning ideal jarayoni dasturiy ta'minot bo'yicha loyihalash vositalarining turli xil to'plamlari bilan ta'minlangan bitta mutaxassisni talab qiladi. Agar ishlanma beruvchilar brigadasi a'zolarining soni ortsa, unda detal texnik topshiriq va qattiq nazorat tizimining roli ham ortadi, bu transport xarajatlarini (ruscha – накладные расходы) ko'paytiradi. Ishlab chiqarish unumdorligi oshishining resurs kengayishiga bog'liqligi 4.7-rasmda tasvirlangan ko'rinishga ega bo'ladi [15,27, 37].

Dasturiy ta'minotning ko'pgina ishlanmalari, quvvati ko'p vazifalarni yechishni, va loyihalashni tashkil qilishni, ishlanma beruvchilar brigadasining imkoniyatlarini taminlaydigan, markaziy universal kompyuterga tayanadi. Individual foydalanuvchilar ma'lumotlari shinasi orqali, terminallar yoki dasturiy ta'minotga ishlanma berishning mikroprotessorli tizimlari yordamida, 4.8-rasmda ko'rsatilganidek bog'lanadilar. Periferik qurilmalar, jumladan tashqi xotira, printerlar i grafik quruvchilar, odatda foydalanuvchilar o'rtasida taqsimlanadi. Hozirgi vaqtda ko'pchilik mikroprotessorlar uchun kross-kompilyatorlar mavjud [27,36,61,52,67].



4.7-rasm. Ishlab chiqarish unumdorligi oshishining resurs kengayishiga bog'liqligining tizimlarga mikroprotessorlar asosida ishlanma berishdagi bog'liqligi.

Dasturiy ta'minotga ishlanma berish jarayoni spesifikasiyadan, loyihalash va kodlashdan, 4.8-rasmda ko'rsatilgani kabi, boshlanadi.

Ko'pchilik dasturlar yuqorisath tillarida yozilgan va kompillyatsiyalanadi, chunonchi tanqidiy (kritichnie) qismlari assembler tilida yoziladi.



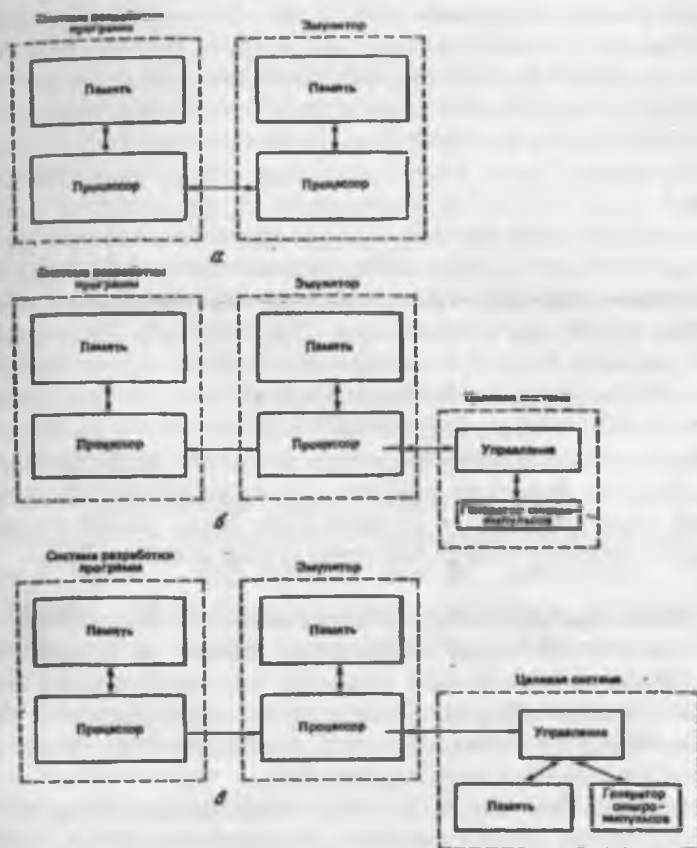
4.8-rasm. Tizimning loyihasiga mikroprotssessorlar asosida ishlanma berishdagi operatsion muhit.

Aloqalarni tahrirlangandan keyin dasturiy ta'minot dasturlarga ishlanma berish tizimlarida joylashtirish (ruscha—отладка) vositalari yordamida modellashtiriladi. Ammo modellashtiruvchi dastur, maqsadiy tizimning xulqi (поведение)ni bashorat qilish (ruscha— прогнозировать) qiyinligi tufayli, faqat birinchi tartibli xatoliklarni payqashi mumkin. Shuning uchun dasturiy ta'minotni birinchi joylashtirishdan keyin emulyatsiya qo'llaniladi [27, 36,37,52,67].

Emulyatsiya *uchta rejimlarda*, 4.9-rasmda illyustratsiya qilingan, amalga oshirilishi mumkin [20,27,36,37,67].

Emulyator va dasturlarga ishlanma berish tizimi *0 rejimda* maqsadiy tizimni hech qanday maqsadiy apparatli ta'minotsiz modellashtiradi. Maqsadiy tizimning dasturi emulyatorning xotirasida joylashtiriladi va real vaqtda yugurtirib chiqiladi (ruscha – прогнозируется). Dasturlarga ishlanma berish tizimining taktli impulsar generatori emulyatorning mikroprotssessori uchun taktli impulsar manbaidek ishlaydi; kirish-chiqish operatsiyasi modellashtiriladi.

Emulyatsiyani *1 rejimda* qandaydir apparatli ta'minot bo'lganda qo'llaniladi. Bu holda, agar mavjud bo'lsa, qabul qiluvchi tizimning taktli impulsar generatori va uning kirish-chiqishi qo'llaniladi; aks holda uning kirish-chiqishi modellashtiriladi.



4.9-рasm. Tizimlarga mikroprotssessor asosida ishlanma berishning uch rejimi:
 a – rejim 0, б – rejim 1, г – rejim 2.

Ishlanma berishda emulyatorning yoki maqsadiy tizimning EQQ, yoki hatto u yoki buning kombinatsiyasi qo'llaniladi. Emulyatsiyaning yagona tizimni yaratishning final bosqichi bo'lgan 2 rejimida, apparatli – dasturiy ta'minot, barcha jihozlar to'la foydalaniladi, shunday ekan, taktli impulslar generatori va maqsadiy tizimning kirish-chiqishi qo'llaniladi. 0 va 1 rejimlarda bo'lganidek, emulyator bu yerda maqsadiy tizimning mikroprotssessoriga almashadi, ya'ni muhandisga maqsadiy tizimni boshqarishni havola qiladi [14,20,27,36,37].

Emulyatorlardan foydalanishda ikki turdagi muammolar yuzaga keladi. Birinchidan, maqsadiy tizim emulyator bilan qoniqarli ishlaydi, ammo o'zining xususiy mikroprotssessorida emas. Buning eng umumiy sababi shundan iboratki, maqsadiy tizimning mikroprotssessori o'ta yuklangan, bu vaqtda emulyator

buferlangan (ruscha – буферизован) va yanada ko'proq yuklamaga bardosh bera olishi mumkin. Ikkinchidan, unumdorlikdagi bu farq quvvatni ulashdagi sinxronizatsiyalashda qiyinchiliklarga olib kelishi mumkin.

Masalan, quvvatni o'rnatish impulsi "nol" holatda juda qisqa bo'lsa, bu tizimiy mikroprotsessordan ishlayotgan tizimga ta'sir o'tkazadi, ammo, u quvvat ulangandan keyin ishlay boshlagani uchun, emulyatorga ta'sir o'tkazmaydi.

Agar maqsadiy tizim xususiy mikroprotsessordan, lekin emulyatordan emas, qoniqarli ishlasa, bu ishdan chiqish (ruscha – сбой) bufer kaskadlaridagi sinxronizatsiyalashning buzilishlari, iste'mol manbaining shovqinlari va shu kabilar bilan bog'liq bo'lishi mumkin. [27,36,37,52,67]. Bu qiyinchiliklar ko'pincha maqsadiy tizim o'z mikroprotsessori bilan bog'lanmaganda ham yuzaga keladi, ammo bu holda ular boshqa effektlar bilan niqoblanadi va siljiydigan nosozliklardek paydo bo'ladi [27,36,37].

Qabul qiluvchi tizim emulyator yordamida tekshirilgandan keyin dasturiy ta'minot, fayllarni dasturlarga ishlanma berish tizimidan DEQQ (PPZU) dasturlagich (программатор)ga jo'natish yo'li bilan, DEQQ ga yoziladi. Shunday qilib, maqsadiy tizim dasturlarining xotirasi shakllantiriladi.

4.3. Ishlab chiqarishni boshqarish uchun zamonaviy kontrollerlar.

Yuqorida (1-bobda) qayd qilinganidek, raqamli va mikroprotsessorli qurilmalar fan va texnikaning turli sohalarida, shu jumladan ishlab chiqarish jarayonlarni avtomatik boshqarish va nazorat qilish uchun keng qo'llaniladi.

«Avtomatlashtirish» – («auto»– « o'zi » so'zidan) – fan va texnikaning, inson ishtirokisiz boshqarish bilan bog'liq sohasi.

«Avtomatlashtirish» –texnik, metodik, va boshqa tadbirlarning avtomatik boshqarish tizimlarini (inson ishtirokisiz boshqarish), yoki avtomatlashtirilgan (inson ishtirokida boshqarishga qaror qabul qilinadigan) boshqarish tizimlarini yaratishga yo'naltirilgan majmuasidir [27,29,41,51,61,62].

TJ ABT – texnologik jarayonlarni avtomatlashtirilgan boshqarish 2 yoki 3, tizimlari quyidagi funksiyalarni bajaradigan, sathga ega:

- ♦ axborot yig'ish;
- ♦ texnologik parametrlarni berilgan qiymatlarda ushlab turish;
- ♦ texnologik parametrlarni nazorat qilish, rostdlash funksiyasi bajarilmaydigan;
- ♦ signallashtirish (ruscha – сигнализация);
- ♦ boshqarishlarni blokirovkalash, texnologik xodim (personal)ning xato harakatlarining natijasi bo'lgan;
- ♦ avariya holatlarining avariyaqa qarshi himoyasi (AQH).

TJ ABT ning yuqorisathida, ma'lumotlar bazalarining hamda ishchi stansiyalarning serverlari funksiyalarini bajaradigan va berilgan har qanday vaqt intervalida barcha yetib kelayotgan axborotni tahlil qilish va saqlashni,

shuningdek, axborotni vizuallashtirishni va operator bilan o'zaro ta'sirlashtirishni ta'minlaydigan *quvvatli kompyuterlar* joylashtirilgan. Yuqorisath dasturiy ta'minotining asosi *SCADA* (Supervisory Control And Data Acquisition) – *BMYQT* – Boshqarish va ma'lumotlarga yo'l qo'yish tizimi (ruscha – системы управления и доступа к данным) paketlaridir [23,24,27, 29,41,51,61,62].

Sanoat kontrollerlari va kompyuterlari. TJ ABT ning o'rtasathida joylashgan, boshqaruv elementlarining, raqamli axborotni qabul qiladigan va boshqaruv signallarini uzatadigan, rolini o'ynaydi.

Ushbu ilmiy ish sanoat kontrollerlari va kompyuterlarida qo'llaniladigan raqamli va mikroprotessorli qurilmalarga bag'ishlangani tufayli, unda sanoat kontrollerlari va kompyuterlari batafsil qarab chiqilmaydi. Ammo loaqal aprior tasavvurga ega bo'lish uchun sanoat kontrollerlari va kompyuterlari to'g'risida faqat umumiy ma'lumotlarnigina keltiramiz.

Oxirgi vaqtlargacha TJ ABT da kontrollerlarning rolini asosan xorijda ishlab chiqilgan *PLC* (*Programmable Logic Controller*) – *DMK*– *dasturlanadigan mantiqiy kontrollerlar* (ruscha ПЛК – программируемые логические контроллеры) bajarardi. Eng ommabop (ruscha –популярные) *PLC* *Allen-Braidly, Siemens, ABB, Modicon* va boshqa kontrollerlardir . [27,41,61,62].

Dasturlanadigan mantiqiy kontrollerlar (qisq. *DMK*, ruscha – ПЛК; inglizcha *Programmable logic controller - PLC*. Rus tiliga yanada aniqroq tarjimai – контроллер с программируемой логикой), *dasturlanadigan kontroller* – sanoat kontrollerlarining, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish uchun foydalaniladigan ixtisoslashtirilgan (kompyuterlashtirilgan) qurilmalarning elektron tashkil etuvchisidir [27,41,62]. *DMK* uzoq ishlashining asosiy rejimi sifatida, noqulay atrof- muhit sharoitlarida, uning jiddiy xizmat ko'rsatishsiz va amalda inson ishtirokisiz avtonom foydalanilishi ko'zga tashlanadi.

Ba'zan *DMK* da dastgohni sonli dasturli boshqarish tizimi quriladi.

DMK real vaqt qurilmalaridir.

DMK ularni sanoatda qo'llaniladigan elektron asboblardan ajratib turadigan qator xususiyatlarga ega:

- (bir kristalli kompyuter) – elektron qurilmalarni boshqarishga mo'ljalangan mikrosxemadan farq qilib, *DMK* ning qo'llanish sohasi odatda ishlab chiqarish korxonasi kontekstida, sanoat ishlab chiqarishining avtomatlashtirilgan jarayonlaridir;

- operator tomonidan qaror qabul qilish va boshqarishga yo'naltirilgan kompyuterlardan farq qilib, *DMK* mashinalar bilan signallarning rivojlangan kirishi va signallarning ijrochi mexanizmlarga chiqishi orqali ishlashga yo'naltirilgan;

- ichki joylashtiriladigan tizimlardan qaraq qilib, DMK uning yordamida boshqariladigan jihozlardan alohida, mustaqil buyum sifatida tayyorlab chiqariladi.

Texnologik ob'ektlarni boshqarish tizimlarida mantiqiy komandalar, qoidaga ko'ra, arifmetik operatsiyalardan, suzib yuruvchi nuqtali sonlardan ustun turadi, nisbatan sodda mikrokontrollerda (kengligi 8 yoki 16 razryadli shinalardan iborat) real vaqt rejimida quvvatli tizimlarni olishga imkon beradi. Zamonaviy DMK da sonli operatsiyalar ularni dasturlash tilida mantiqiy sonlar bilan tenglikda realizatsiya qilinadi. DMK ning barcha dasturlash tillari, zamonaviy kompyuterlarning ko'pchilik yuqorisathli dasturlash tillaridan farq qilib, mashina so'zlarida "bit" larda manipulyatsiya qilishga yo'l qo'yishlarga ega.

Birinci mantiqiy kontrollerlar bir-biri bilan ulangan rele va kontaktorlar to'plami (nabor) dan iborat shkaflar ko'rinishida paydo bo'lgan. Bu sxema loyihalash bosqichida qattiq (jyostko) belgilanardi va keyinchalik o'zgartirilishi mumkin emas edi. Dunyoda birinchi *dasturlanadigan mantiqiy kontroller* (1968) – Modicon 084 (*ingl. – modular digital controller*), 4 kB xotiraga ega bo'lgan [21,27, 42,63]. PLC terminini Odo Josef Struger (Allen-Bradley) 1971 yilda kiritgan. U shuningdek, DMK ning dasturlash tillarini unifikatsiyalashtirishda va IEC61131-3 standartni qabul qilishda hal qiluvchi rol o'ynagan [27,60,61-63,65]. Richard Morley (Modicon) bilan ularni birgalikda "DMK ning otalar" (ruscha «отцами ПЛК») deb atashadi. DMK terminini ga parallel o'tgan asrning 70-yillarida termin *mikroprotessorli* komandoapparat keng foydalanilgan.

Birinci DMK larda, releli mantiqiy kontroller o'rniga kelgan, ishlash mantiqi "*Ladder Diagram*" sxema bilan dasturlangan. Qurilma o'sha ish tamoyiliga ega edi, ammo rele va kontaktlar (kirishdagi va chiqishdagilardan tashqari) virtual bo'lgan, ya'ni DMK *mikrokontrollerlari* tomonidan bajariladigan dastur ko'rinishida mavjud bo'lgan. Zamonaviy DMK erkin dasturlanadigandir [27,41,60,61,62, 65].

• DMK turlari:

- monoblokli;
- modulli;
- taqsimlangan pereferiyali kontrollerlar.
- Asosiy DMKlar:
- Siemens–SIMATIC S5 va S7;
- Schneider Electric – rusumi Modicon (M168, M238, M258, M340, Premium, Quantum);
- Beckhoff;
- Rockwell Automation – dasturlanadigan kontrollerlar Rockwell Automation;
- ABB –800xA Industrial IT;

- Segnetics – Pixel и SMH 2Gi;
- Mitsubishi – rusumi Melsec (FX, Q);
- Honeywell –Master Logic;
- Omron CJ1, CJ2, CS1

Dasturlanadigan (intellektual) rele lap:

- ♦ Siemens LOGO,
- ♦ Mitsubishi–серия Alpha XL,
- ♦ Schneider Electric –Zelio Logic,
- ♦ Omron –ZEN,
- ♦ Moeller – EASY, MFD-Titan,
- ♦ Comat BoxX,
- ♦ ОБЕНПР110 ва ПР114,
- ♦ Delta Electronics DVP-SS2, DVP-SE, DVP-SA2, DVP-SV и DVP-PM.

IBM PC - moslashtiriladigan kompyuterlar bazasidagi dasturli ДМК (ingl. Soft PLC):

- MicroPC,
- WinCon,
- WinAC,
- CoDeSys SP/SP RTE,
- S2 Netbox,
- ICP DAS.

Oddiygina (i8088/8086/8051 va shunga o'xshash.) mikroprotessorlar bazasidagi **ДМК**

- ICP DAS,
- Advantech
- Vishay PLC – bir platali kontroller “Vishay Israel Co.” kompaniyasi mahsuloti;

Kontroller ЭСУД

- elektron boshqaruv bloki -kontroller ESUD (motorni boshqarishning elektron tizimi).
- ECM (Engine Control Module) - motorni boshqaruv Moduli.
- ECU (Electronic Control Unit) - elektron boshqaruv bloki, istalgan elektron boshqaruv bloki uchun umumiy termin.

DMK ning interfeyslari

DMK o'z tarkibida inson uchun klaviatura va displey kabi interfeysga ega emas. Ularni dasturlash, tashxislash (ruscha – диагностика), xizmat ko'rsatish bu maqsadda ulanadigan dasturlagich (программатор)lar – eng zamonaviy texnologiyalar bazasidagi personal kompyuterlar yoki noutbuk, maxsus interfeyslari va maxsus dasturiy ta'minoti (masalan, PLK SIMATIC S7-300 bo'lgan holda SIMATIC STEP 7 yoki SIMATIC S7-400) bo'lgan maxsus qurilma yoki qurilmalar tomonidan bajariladi. Texnologik jarayonlarni boshqarish tizimlarida, DMK inson-mashina interfeysi tizimlari (masalan operator pultlari)

ning yoki operatorning, ko'pincha sanoat tarmoqlari orqali sanoat PK li, ish joylarining turli xil komponentlari bilan o'zaro ta'sirlarda bo'ladi

4.4. Dunyo ishlab chiqaruvchilarining sanoat kompyuterlari

Ishlab chiqarish tizimlarini boshqarishning zamonaviy texnologiyalari quyidagi vazifalarni hal qilishga yo'naltirilgan [27,41,61,62]:

➤ ishlab chiqarishning texnik-iqtisodiy samaradorligini oshirish, axborotni yig'ish, qayta ishlash jarayonini va undan boshqarish maqsadida foydalanishni yaxshilash evaziga; vazifani yechishning samaradorligi loyihalash narxi va vazifani realizatsiya qilish bilan, inson-operator va dasturiy -texnik qismi tizim (inson-mashina interfeysi va h.k.) ning tezkor (operativ) o'zaro ta'sirlashuvining qulayligi va ta'minlanishi bilan baholanadi;

➤ ishlab chiqarishning xavfsizligini ta'minlash va uning mavjud yevropa talablariga mos kelishi;

➤ ushbu vazifani yechishning samaradoligi ko'rsatkichlari: ishonchlilik, ekologiklik (ekologichnost), ishlab chiqarishning element sifatida boshqarish tizimini o'z ichiga oladigan xavfsizligi, va h.k.

Korporatsiya **Advantech** dunyoda sanoat avtomatlashtirilishi uchun hisoblash texnikasini eng yirik ishlab chiqaruvchidir.

Advantech markasi ostida bugungi kunda mahsulotning 1000 dan ortiq turi *sanoat kompyuterlari va kontrollerlar*, internet-serverlar, boshqaruv panellari, ma'lumotlarni yig'ish va uzatish qurilmalari va, boshqa ko'plari:

- panel kompyuterlari va ish stansiyalari;
- sanoat kompyuterlari uchun shassi i va 20 tagacha kengaytirish platalarini o'z ichiga oladigan korpuslar;
- sanoat serverlari va **RAID** massivlar;
- **Compact PCI** standartdagi kompyuterlar;
- integratsiyalangan sanoat va **PCI, NLX, Compact PCI, ISA, PC/104** shinalari bo'lgan ichki joylashtiriladigan bir platali kompyuterlar;
- **PCI, Compact PCI, ISA, PC/104** formatlaridagi ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlov berish qurilmalari;
- analog signallarni me'yorlash (normalizatsiya) va o'zgartirish modullari;
- ketma-ket interfeyslarning ko'p portli kontrollerlari;
- ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlov berishning tarqalgan tizimlari;
- universal dasturlagichlar;
- dasturiy ta'minot va drayverlar.

Kompaniya **Octagon Systems** sanoat i **IBM PC** moslashtiriladigan kompyuterlarni og'ir ekspluatatsiya sharoitlari uchun ishlab chiqarishda dunyo liderlarining biridir. Kompaniyaning kompyuterlari, 5-10g gacha titrashlarga, 20-40g gacha zarbalarga bardoshlilikka, ishchi haroratlarining -40°C dan +85°C diapazoniga ega, turli sohalarda avtomatlashtirishning har qanday vazifalarini amalda yechishni ta'minlaydi.

Octagon Systems mahsulotining yuqori ishonchliligi undan samolyotlarda, kosmik kemalarda, suv osti apparatlarida, temir yo'l transportida, neft va gaz sanoatida foydalanilishi bilan tasdiqlanadi va *ISO-9001* sifat sertifikatini bilan tasdiqlanadi [27,41,61,62]:

- MicroPC protsessor platalari;
- PC-moslashtiriladigan kontrollerlar;
- bir platali kompyuterlar;
- PC/104 protsessor platalari.

Siemens AG (Germaniya) – xalqaro konsern, elektrotexnika, elektronika, energetik jihozlar, transport, medicina jihozlari va yorug'lik texnikasi, shuningdek sanoatning turli sohalarida ixtisoslashtirilgan xizmatlar, transport va aloqa sohalarida ishlaydigan. Shtab-kvartiralarini Berlinda va Myunxenda joylashgan.

NPE ECO – tejamkor sanoat kompyuteri. Linux bazasida bajarilgan, dasturlanadigan kontroller 2G/3G-modemga ega.

NPE-ECO sanoat interfeyslarining keng spektri bilan jihozlangan, GPRS/3G bo'yicha ulanish imkoniyatini ham hisobga olib. Sanoat kompyuteri standart bayonnomalar, masalan Modbus, SNMP bilan ishlaydi, shuningdek maxsus foydalanuvchi bayonnomalarini o'rnatish imkoniyati mavjud. Qurilma ichki joylashtirilgan *FLASH*, xotira hajmi 1 GB va SD karta bilan ishlay olish evaziga, ma'lumotlarni qayd qilishning tanho imkoniyatlariga ega. *NPE ECO* ma'lumotlarni bevosita SCADA qurilmasidan yozadi (ruscha—*воспроизводит*), bu bilan joriy va arxiv ma'lumotlari vizuallashtiriladi, qurilmani masofadan boshqarish imkoniyati mavjud. DMK-sxemalarda algoritmlar uchun tayyor dasturiy ta'minot mavjud.

Apparatli ta'minotning xususiyatlari

• *NPE ECO* sanoat sharoitlarida doimiy ishlatishga moslashtirilgan (ruscha—*адаптирован*),

• *RISC* texnologiyali samarali energiya tejamkor protsessor,

• bir necha bog'liqmas servislarni ishga tushirish uchun katta hajmli operativ xotira,

• *I/O* interfeyslarning katta to'plami, raqamli va analogli kirish/chiqishlarni, ketma-ket RS-232/RS-485 portlarni, releli chiqishlarni o'z ichiga olib,

• ichki o'rnatilgan Ethernet (*LAN*) va GPRS/3G-modem (modelga bog'liq),

• I-Wire, odatda temperatura datchiklaridan ma'lumotlarni sanash uchun (modelga bog'liq),

• versiyalarni foydalanuvchining buyurtmasiga ko'ra (masalan, USB-port bilan) yetkazib berish imkoniyati.

Dasturiy ta'minotning xususiyatlari

- dasturiy ta'minot (DT), Linux Kernel 2.6.28 ga asoslangan, qurilma ishining barqarorligini va xavfsizligini ta'minlashga imkon beruvchi,

- yo'l qo'yilgan interfeyslarning sonini oshirish uchun kengaytirish modullari,

- tayyor instrumentlar va oldindan kompiliyatsiyalangan paketlar; VPN, SSh, SQL, PHP, JAVA i C/C++ lar bilan qo'llab-quvvatlash,

- ishlanma beruvchining vositalari, texnik qo'llab-quvvatlash, foydalanuvchining qo'llanmasi va axborot materiallari,

- DT ni uzoqdan yangilash,

- innovation iMod platforma va NX Dynamics veb-modul bilan ishlash uchun yangilanish imkoniyati,

- maxsus portal va TEChBASE Solution Partner dastur bo'yicha to'la texnik qo'llab-quvvatlash.

IMOD – ixtisoslashtirilgan DT li sanoat kompyuteri.

Platforma iMod ning asosiy afzalliklaridan biri – bu undan foydalanishning oddiyligi va yo'l qo'yilgan funksiyalarning xilma-xilligi. Yo'l qo'yishli SDK tufayli, platformani yangi, ixtisoslashtirilgan funksiyalar bilan kengaytirish mumkin.

Platforma iMod NPE kompyuterni, murakkab DT ni ishlanma berishsiz, tez ishga tushirishni va to'la ishlatilishini kafolatlaydi. Bu tizim to'liq konfiguratsiyalanuvchi, turkumiy foydalanish C-L-V ni amalga oshirishni tasvirlaydi:

- *bayonnoma va interfeys konverterining funkcionalligi* (Konverter) ma'lumotlarni yig'ishning kirish interfeyslari (masalan, Ethernet yoki USB), konvertatsiya va chiqish interfeyslariga, ZigBee, GPRS yoki tashqi modullarni uzatish. Barcha bayonnomalarni, kompyuter iMod bilan qo'llab-quvvatlanadigan (M-Bus, Modbus, I-Wire, TCP/IP, SNMP) ham manba sifatida, ham konversiyani manzili sifatida foydalanilishi mumkin.

- *ma'lumotlarni qayd qilish qurilmasi (Jurnal)ning funkcionalligi.* iMod sanoat kompyuteri biriktirilgan qurilmalardan katta tezlikda ma'lumotlarni sanab olishi mumkin. Ma'lumotlar qurilmada (ichki flesh-karta yoki SD/MMC kartaga) saqlanishi mumkin yoki asinxron ravishda tashqi ma'lumotlar bazasi (Postgre SQL yoki SQLite) ga uzatilishi mumkin. Barcha arxivlashtiriladigan ma'lumotlar tashqi yoki ichki masalan, SCADA vositasida tarqatilishi mumkin,.

Kompaniya **AXIOMTEK** 1990-yilda Tayvanning yosh va ixtirochi muhandislari guruhi tomonidan asos solingan. AXIOMTEK – sanoat kompyuterlarini loyihalash va ishlab chiqarish sohasida eng oldingi kompaniyalardan biri [37, 62].

eBOX830 – yuqori hisoblash quvvatiga ega ko'p funkcionalli kompyuter tizimlarining rusumi.

Xususiyatlari:

- Socket M Intel® Core™2 Duo yoki Celeron® M 1.5 GHz gacha protsessor,
- Intel® 945GME+ICH7M/-DH chipseti,
- 2 IEEE 1394a, 3 RS-232 i 1 RS-232/422/485 portli, 6 USB 2.0 portlarni qo'llab quvvatlash,
- ikkita 10/100/1000Mbps Ethernet portlari,
- bitta 2.5" SATA/IDE HDD otsek,
- PCI kengayish sloti,
- Watchdog taymer.

XULOSA

Hozirgi vaqtda sanoat avtomatlashtirilishi elektron vositalarining barcha majmualarida ma'lumotlarni raqamli usulda uzatish asboblarning turi paydo bo'ldi, ya'ni 25 yilcha hukmronlik qilgan 0...20 mA (4...20 mA va boshq.) standart o'rniga boshqarish va rostlash tizimlarida axborotni ikkilik tasvirlash tizimi kelmoqda [27,62]. Ushbu usulning afzalliklari: ma'lumotlarni uzatishning yuqori tezligi, uzatishda xatoliklarni payqash va tuzatish imkoniyati, bitta aloqa liniyasini bir nechta qurilmalar ishlashi uchun ishlatish, shuningdek bitta uzatish liniyasidan ham analog, ham raqamli signallarni uzatishda foydalanish (masalan, HART-bayonnoma) imkoniyati va hokazolar [27,40,62,64].

Sanoat kontrollerlari va kompyuterlari turli sohalardagi avtomatlashtirishning har qanday vazifalarini amalda yechishni ta'min-laydi. Avtomatlashtirishning texnik vositalarining rivojlanishi bilan o'lchash metodlari hamda, o'lchash va boshqarish tizimlarining o'zini qurish ideologiyasi ham o'zgaradi. Zamonaviy kontrollerlar va sanoat kompyuterlarining raqamli va mikroprotsektorli qurilmalarini tadqiq qilish, ularning rivojlanish tendensiyalarini o'rganish asosida quyidagilarni xulosa qilish mumkin:

1. Raqamli va mikroprotsektorli qurilmalarning tamoiliy asoslari va funk-sional elementlari bayon qilingan.

2. Ularning apparatli bajarilishi va tuzilmalari, raqamli qurilmalarda axborotni qayta ishlashning xususiyatlari, shuningdek raqamli va mikroprotsektorli qurilmalarning axborotni yig'ish va boshqarish tizimlarida qo'lanilishi qarab chiqilgan.

3. Raqamli va mikroprotsektorli qurilmalar tizimlarini ekspluatatsiya qilishning, ularga texnik xizmat ko'rsatishning va sinovdan o'tkazishning xususiyatlari tushuntirib berilgan.

4. Ishlab chiqarishni boshqarish uchun zamonaviy kontrollerlar va dunyo ishlab chiqaruvchilarining sanoat kompyuterlari to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

5. Katta tizimlarni boshqarishning zamonaviy nazariyasini va kibernetika metodlarini qo'llab ilmiy izlanishlarni rivojlantirish, texnik vositalarni, metodlarni, modellarni va algoritmlarni takomillashtirish elektrotexnik majmua va tizimlarni boshqarish ishonchliligini oshirishning muhim vazifasini hal qilishga imkon beradi.

1. Каримов И.А. Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры его преодоления в условиях Узбекистана. — Ташкент, Узбекистан, 2009.— 48с.
2. Аллаев К.Р. Электроэнергетика Узбекистана и мира. — Ташкент, Фан ва технология, 2009.— 463 с.
3. Аллаев К.Р. Энергетика мира и Узбекистана. — Ташкент, Молия, 2007. — 388 с.
4. Alan V. Flatman. Low-cost local network for small systems grows from IEEE 802) 3 standard, Electronic Design, 26 Jul. 1984.
5. Alan Wiltshire. Fault location in optical fibres, Electronics and Power, Feb.1986.
6. A. Eckert, W. Schmid. Optical stimulus and receivers for parametric testing in fibre optics, Hewlett Packard Journal, Jan. 1985.
7. A. M. Dahod. Local network responds to changing system needs, Computer Design, 1 Jun. 1984.
8. A. Sanloni. Microprocessor development systems, EDN, 28 Apr. 1982.
9. Балашов Е.П., Частиков А.П. Эволюция вычислительных систем. — М.: Знание, 1981. — 288 с.
10. Балашов Е.П. Пузанков Д.В. Микропроцессоры и микропроцессорные системы. — М.: Радио и связь, 1981. — 386 с.
11. Bob Milne. Emulators, backed by strong debugging, mimic latest microprocessors. Electronic Design, 18 Oct. 1984.
12. B. Ableidinger. Real-time analyzer furnishes high-level look at software operation, Electronic Design, 19 Sep. 1985.
13. V. Schricker. Emulation for a complete 32-bit microprocessor family. Electronics, Industry, Oct. 1985.
- 14.Г. Гамильтон. Логический анализатор, позволяющий определить количественные показатели программ при работе в реальном времени. Электроника, т. 56. № 9 (665), с. 25-32, 1983.).
15. Головкин Б.А. Параллельные вычислительные системы. — М.: Радиоисвязь. 1981. — 346 с.
16. G.S. Gardiner.A multiprocessor data communications link, Electronic Product Design, May. 1984.
17. David Peri, Israel Fainaro. Direct display of optical fibre perform deflection functions, Test and Measurement World, Sep. 1985.
18. David Fynn. Trace control improves logic analyser performance, New Electronics, Feb. 1985.
19. Дж. Теус и др. Информационные шины. Электроника, т. 57, № 14 (695) , с. 35— 41, 1984.

20. Douglas Lundin, Michael Crovitz. Triple-threat instrument debugs microprocessor based systems, Electronic Design, 9 Feb. 1984.

21. J. Victor. Multibus II, VME bus clash in 32-bit arena, Mini-Micro Systems, Aug. 1985.

22. J. M. Wiesenfeld, J. Slone. New methods for measuring dispersion and light loss in optical fibres, Test and Measurement World, Mar. 1985.

23. Жалилов Р.Б. Предпосылки создания автоматизированных систем управления промышленным энергоснабжением. // Главный энергетик, 2006 г., выпуск 6. С. 41-43.

24. Жалилов Р.Б. К вопросу о создании и внедрении энергоэкономичных технологий в отраслях промышленности республики Узбекистан. // «Замонавий илгор ва инновацион технологиялар» мавзусида Республика илмий-амалий анжумани мақолалар тўплами. Бухоро – 2012. – С.290-292.

25. Жалилов Р.Б. Об особенностях применения комплексного метода для оценки надёжности электроснабжения потребителей. // Промышленная энергетика, выпуск 11, 2007г. С. 11-17.

26. Жалилов Р.Б. Новый подход к созданию интеллектуальной автоматизированной подстанции. // Промышленная энергетика, выпуск 4, 2008г. С. 15-18.

27. Жалилов Р.Б. и др.. Цифровые и микропроцессорные устройства современных контроллеров и промышленных компьютеров. Ташкент, изд-во. «ChAShMA PRINT», 2014. –178 с.

28. Заморин А.П. и др. Вычислительные машины, системы и комплексы. Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 456 с.

29. Золотарев С.В. Системы SCADA в среде ОС QNX // Мир ПК. – 1996. - № 4. -С. 114.

30. International Standarts to Develop and Promote Energy Efficiency and renewable Energy Sources, OECD/ IEA, 2008.

31. Кавалерчик Б.Я., Гринкан А.И. О повышении производительности вычислительных систем//. Управляющие системы и машины. 1986. №4, С.23–27.

32. Королев Л.Н. Структура ЭВМ и их математическое обеспечение. – М.:Наука,1988.– 254 с.

33. Ken Rush. Probing high speed logic, Test Electronics, Mar. 1985.

34. K. Crater. When Technology Standards Become Counterproductive, Control Technology Corporation, 1996 // <http://www.control.com/tutorials/ language/counter.htm>.

35. Ларионов А.М. и др. Вычислительные комплексы, системы и сети.–Л.: Энергоатомиздат,1987– 326 с.

36. Майерс Г. Архитектура современных ЭВМ: Пер. с англ.– М.: Мир,1985, кн.1и 2.

37. Мейзда Ф. Электронные измерительные приборы и методы измерений. Перевод с английского канд. Физ.-мат. наук В.Д. Новикова.— Москва, 1990. — 535 с.

38. Michael Sykes. Hardware/software integration in microprocessor based systems. Electronic Engineering, Nov, 1984.

39. Морозов А.Г. Электротехника, электроника и импульсная техника, — Москва, «Высшая школа», 1989. — 448 с.

40. M. Burg, S. T. Chen. Of local networks, protocols and the OSI Reference Model, Data Communications, Nov. 1984.

41. Олссон Г., Пиани Д. Цифровые системы автоматизации и управления. — СПб.: Невский диалект, 2001. — 557 с.

42. Перспективы развития вычислительной техники./ Под ред. Ю.М. Смирнова. Кн. 3: ЭВМ общего назначения. М.: Высшая школа, —1989. — 143 с.

43.Р. Розенберг. Состояние дел и ближайшие перспективы сферы компьютерных шин. Электроника, т. 58 № 24(731), с. 57— 64, 1985.

44. Peler Kleindienst. Teach yourself logic analysis, Test Electronics, Mar. 1985.

45. R. Rickenbach, P. Wendt. Fibre optics cable fault location. Test and Measurement World, Nov. 1986.

46. Roger Allan. LANs stake their claims and opt for coexistence, Electronic Design, 26 Jul. 1984.

47. Садуллаев Н.Н. Информационно-аналитическая система для исследования энергоэффективности в промышленности. —Ташкент, изд.-во «CHASHMAPRINT», 2013. —171с.

48. Симонс Дж. ЭВМ пятого поколения: компьютеры 90- годов: Пер. с англ. — М.: Финансы и статистика, 1986.— 346 с.

49. Синк П. Восемь открытых промышленных сетей и Industrial Ethernet// <http://www.mka.ru/?p=42499>.

50. S. Joshi, V. Iyer. New standards for local networks push upper limits for lightwave data, Data Communications, Jul. 1984.

51. SCADA-продукты на российском рынке// Мир компьютерной автоматизации. - 1999. - № 3. -С. 25-33.

52. S. Barber. Optical fibre testing, Telecommunications, Jul. 1985.

53. Charles H. Smalt. Logic analyzers evolve in response to high-level languages, EDN, 6 Feb. 1986.

54. S. Joshi, V. Iyer. New standards for local networks push upper limits for lightwave data, Data Communications, Jul. 1984.

55. T. Balph, D. Arlusi. VME a system architecture for industrial control, New Electronics, 13 Aug. 1985.

56. Harold Winard. Focus on fibre optic cables: steadily forging the link, Electronic Design, 8 Mar. 1984.

57. Tony Stevens. Operating to different principles, Computer Systems, Oct. 1985.

58. Trevor Powet. Post processing of logic analyser data, Electronic Product Design, Feb 1985.

59. ЭВМ пятого поколения: концепции, проблемы, перспективы.: Пер. с англ./ Под ред. Т. Мото- Ока.. – М.: Финансы и статистика, 1984.– 324 с.

60. Христенсен Д. Знакомство со стандартом на языки программирования PLCIEC 1131-3.// Мир компьютерной автоматизации. -1997. -№ 2. - С.24- 25.

61. Чекрызов С.Краткий курс лекций по предмету Производственные интегрированные системы управления. Кохтла-Ярве, 2006.- 43 с.

62. Шакиров С. ULTRALOGIC - система подготовки программ для промышленных контроллеров// СТА. -1997. -№ 3.-С. 96-102.

63. Широков Ф.В. На пути к пятому поколению.– М., 1985, 246с.

64. Шмурьев В.Я. Цифровые реле. Учебное пособие . // Санкт-Петербург– 2003 г.

65. Шмелев Г.С., Ашкалиев Э.Я., Ляпин А.В. Опыт реализации стандарта МЭК 1131-3 (ISaGRAF) в среде операционной системы реального времени// Приборы и системы управления. -1997.№ 4.-С. 8 - 10.

66. V. Schricker. Emulation for a complete 32-bit microprocessor family. Electronics, Industry, Oct. 1985.

67. Van Eijkelenburg. With transitional timing analyzers boost resolution, open wider windows, Electronic Design, 15 Aug, 1985.

68. W. Damm. Analyzer module debugs 500 MHz logic with a scope's resolution, Electronic Design, 22 Aug. 1985.

69. Walt Saprnov.Gateways link long-haul and local networks, Data Communications, Jul. 1984.

70. W. Stallings. Local networks, Computing Surveys, Mar. 1984.

71. <http://www.citect.ru/>

72. <http://www.adastra.ru/>

73. http://tornado.nsk.ru/catalog/scada_intouch.shtm

74. http://www.indusoft.ru/intellution/teach_104.html

75. <http://www.abb.ee/ProductGuide/>

R.B. JALILOV, M.I. MAXMUDOV, S.P. SHOYIMOVA

**ZAMONAVIY KONTROLLERLAR
VA SANOAT KOMPYUTERLARINING RAQAMLI VA
MIKROPROTSESSORLI QURILMALARI**

(monografiya)

Muharrir: *I. Tursunova*

Badiiy muharrir: *G. Talipova*

Sahifalovchi: *N. Fayziyeva*

Nashr. Lits AI № 273, 15.07.2015

Terishga berildi: 12.06.2015. Bosishga ruxsat etildi: 02.10.2015.

Bichimi 60x84/16. Ofset usuli. Times garnituras.

Shartli bosma tabog'i 9.1. Nashr hisob tabog'i 9.0.

100 nusxada bosildi. Buyurtma № 6.

«LESSON PRESS» MCHJ nashriyoti

100071, Toshkent, komolon ko'chasi, 13

“IMPRESS MEDIA” MCHJ bosmaxonasida bosildi.

Korxona manzili: Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Qushbegi, 6