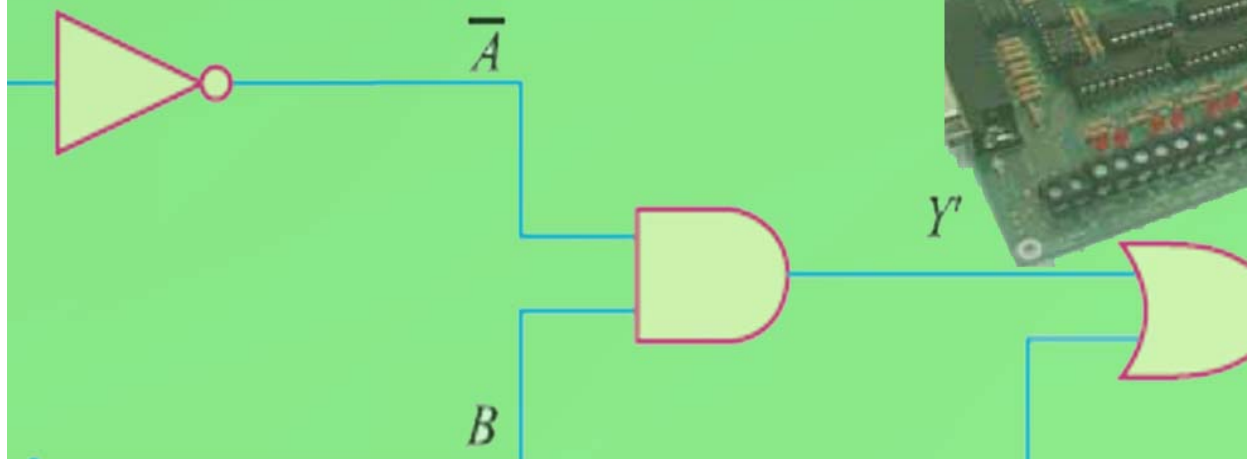


A.M. Paşayev, A.R. Həsənov  
İ.Ə. İsgəndərov, F.A. Abdurəhimov



# ELEKTRON QURĞULARININ ƏSASLARI

Cild 3  
RƏQƏM QURĞULARI





**Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi**  
**«Azərbaycan Hava Yolları» Qapalı Səhmdar Cəmiyyəti**  
**Milli Aviasiya Akademiyası**

A.M. Paşayev, A.R. Həsənov  
İ.Ə. İsgəndərov, F.A. Abdurəhimov

**ELEKTRON QURĞULARININ**  
**ƏSASLARI**

*Cild I. Elektron qurğularının element bazası*

*Cild II. Analoq və impuls qurğuları*

**Cild III. RƏQƏM QURĞULARI**

Ali məktəblərin texniki ixtisaslarının tələbələri üçün dərslik

Azərbaycan Respublikası  
Təhsil Nazirinin 594 saylı  
16 may 2014-cü il tarixli  
əmri ilə qrif verilmişdir

Bakı – 2014

**A.M. Paşayev, A.R. Həsənov, İ.Ə. İsgəndərov, F.A. Abdurəhimov**  
**ELEKTRON QURĞULARININ ƏSASLARI.**  
**Cild III. Rəqəm qurğuları. Dərslük, Bakı: MAA, 2014, - 338s.**

**Elmi redaktor:**

MAA-nın “Avionika” kafedrasının  
professoru, t.e.n.,

**M.Ə. Babayev**

**Texniki redaktor:**

T.e.n., dosent

**R.M, Rəhimov**

**Rəyçilər:**

AMEA-nın Fizika İnstitutunun  
“Bərk cisim elektronikasısı” laboratoriyasının müdiri,  
AMEA-nın müxbir üzvü, f.-r.e.d., professor

**C.Ş. Abdinov**

ADNA-nın “İnformasiya-ölçmə və kompüter texnikası”  
kafedrasının müdiri, t.e.d., professor

**R.Q. Məmmədov**

MAA-nın “İnformasiya texnologiyaları” kafedrasının  
müdiri, AMEA-nın müxbir üzvü, t.e.d., professor

**A.Z. Məlikov**

MAA-nın Trenajor mərkəzinin  
direktoru, t.e.d., professor

**R.M. Cəfərzadə**

Dərslük, müxtəlif növ elektron qurğularının, onlar əsasında qurulan müxtəlif texniki sistemlərin işlənməsi, tətbiqi və düzgün istismarını gələcək peşə fəaliyyətində həyata keçirən texniki ixtisasların tələbələrinin istifadəsi üçün nəzərdə tutulub. Eyni zamanda elektron qurğularının işlənməsi və tətbiqi, onların əsasında qurulan sistemlərin yaradılması və istismarı ilə məşğul olan mühəndis-texniki heyət, magistr, doktorant və elmi işçilər də bu dərslükdən faydalana bilərlər.

Dərslük, MAA-nın texniki ixtisaslarında uzun illər tədris olunan “Elektronikanın əsasları”, «Sxemotexnika», “Mikrosxemotexnika və mikroprosessorlar” və digər uyğun fənlərin, ilk növbədə, bakalavriat sisteminin “05.06.14-Aviasiya texnikası avadanlıqlarının istismarı mühəndisliyi” və “05.06.27 – Elektronika, telekommunikasiya və radiotexnika mühəndisliyi” ixtisaslarında tədris olunan «Elektronikanın əsasları» fənninin proqramlarına uyğun hazırlanmışdır. Vəsait, həmçinin, digər ixtisasların bakalavr və magistratura səviyyələrində tədris olunan «Elektronikanın əsasları», «Sxemotexnikanın əsasları», “Elektronika”, «Analoq və rəqəm elektronikasısı» kimi fənlərin əsas fəsillərini də əhatə edir.

## Ön söz

“Elektron qurğularının element bazası”, “Analoq və impuls qurğuları” və “Rəqəm qurğuları” adlanan 3 cilddən ibarət olan bu dərslik, müxtəlif növ elektron qurğularının və onlar əsasında qurulan texniki sistemlərin işlənməsi, tətbiqi və düzgün istismarını gələcək peşə fəaliyyətində həyata keçirən texniki ixtisasların tələbələrinin istifadəsi üçün nəzərdə tutulub. Eyni zamanda, bu sahələrdə çalışan mühəndis-texniki heyət, magistr, doktorant və elmi işçilər də bu dərslikdən faydalana bilərlər.

Elektron qurğularının işlənməsi və tətbiqi, onlar əsasında qurulan sistemlərin yaradılması və düzgün istismarı *elektron qurğularının əsasları* və onların sxem həlləri ilə bağlı olan biliklərlə sıx bağlıdır. Ona görə də bu dərslikdə elm və texnikanın xüsusi bir sahəsi olan, texnikanın digər sahələri, xüsusən də, elektronika ilə həmahəng olaraq dinamik inkişaf edən *elektron qurğularının əsasları* və *onların sxemotexnikasının* predmeti, rolu, həll etdiyi məsələlərə baxılmış, texniki sistemlərdə geniş tətbiq olunan qurğuların sxemotexniki təsvirinə geniş yer verilmişdir.

Elektronikanın sürətli inkişafı, belə ki, funksional elektronikanın, mikroelektronikanın və elektronikanın tamam yeni bir sahəsi olan nanoelektronikanın nailiyyətləri elektron qurğularının əsaslarının və sxemotexnikasının inkişafı üçün gələcəkdə yeni imkanlar açır.

Yüksək texniki-iqtisadi göstəricilərə malik olan elektron, radioelektron və digər texniki sistemlərin yaradılması üçün onların müxtəlif sxemotexniki realizə edilmə variantlarına baxılır və bu sistemlərin təşkil olunduğu elektron qurğularının və müxtəlif hissələrinin elektrik, konstruktiv və digər növ hesabatı aparılır, element bazası və digər komponentləri seçilir. Hal-hazırda belə hesabatların ən effektiv yerinə yetirilməsinə nail olmaq üçün müasir riyazi modelləşdirmə metodlarından da geniş istifadə olunur. Qeyri standart və verilmiş istismar-texniki xarakteristikalara malik olan elektron qurğularının sxemini operativ qurmaq, laboratoriya dərslərini yerinə yetirmək üçün Micro-Cap3, MicroCapV, Electronics Workbench, MultiSim, Proteus və onların daha yeni versiyası olan müasir sxemotexniki modelləşdirmə proqramları istifadə oluna bilər ki, bu da tələbənin, yaradıcı mütəxəssisin işini xeyli sürətləndirir və asanlaşdırır.

Dərslikdə, texnikada geniş tətbiq olunan elektron qurğuların qurulma və işləmə prinsiplərinin təhlilinə və izahına geniş yer verilmiş, onların sxemotexnikasına ətraflı baxılmış, oxucuların *elektron qurğularının əsaslarını* sistemətik və sərbəst olaraq öyrənmə bilməsi üçün bu qurğularda tətbiq olunan elektron cihazlarının izahlı təsvirinə də xüsusi yer verilmişdir.

Hal-hazırda elektron qurğularının və onların elementlərinin iş prinsipinin izahı zamanı iki, bir-birinə zidd olan, biri dərin təhlil, digəri isə səthi izah

ilə fərqlənən üsullardan geniş istifadə olunur. Eyni zamanda sxemotexniki modelləşdirmə sistemlərinin müasir səviyyəsinə əsaslanan təhlillər də geniş yer tapmışdır. Bunları nəzərə alaraq, müəlliflər uyğun bölmələrdə ən əlverişli üsuldən istifadəyə üstünlük vermişdir.

Dərslinin birinci cildində elektron cihazlarının quruluşu, iş prinsipi və onlarda baş verən fiziki proseslər təsvir edilmiş, əsas elektron cihazlarının riyazi modellərinin ətraflı təsviri verilmişdir. İkinci cildə analoq və impuls qurğularının, üçüncü cildə isə rəqəm qurğularının ətraflı təsviri verilmiş, lazımi sorğu materialları və praktiki sxemlər verilmişdir.

Konkret elektron qurğuların təsviri zamanı onların sxemlərinin ətraflı təhlilinə və hesabatına xüsusi əhəmiyyət verilmişdir.

Dərslük, müəlliflərin sxemotexnika və digər elektronika yönümlü fənlər üzrə çoxillik mühazirə oxumaq və eyni zamanda malik olduqları nəzəri və praktiki biliklərinə əsaslanan təcrübəsi əsasında yazılmışdır. Onun məzmunu MAA-da uzun illər tədris olunan “Sxemotexnika” fənninin, və hal-hazırda bakalavr pilləsində tədris olunan “Elektronikanın əsasları”, “Sxemotexnikanın əsasları” və “Analoq və rəqəm elektronikasi” fənlərinin proqramlarına uyğun olub, bu fənlərin əsas bölmələrini əhatə edir.

Texniki sistemlərin əsasını müxtəlif növ analoq və rəqəm elektron qurğuları təşkil edir, ona görə də sxemotexnika elektron qurğularının işlənməsi və yaradılması prinsiplərini öyrədən bir sahə olaraq praktiki istiqamətliliyi ilə fərqlənir.

Elektron qurğularının təsvirinin asan mənimsənilməsi üçün onların real xarakteristikaları haqda məlumatların olması da zəruridir. Ona görə də sxemlərin və onların konkret elementlərinin, geniş yayılmış mikrosxemlərin xarakteristikalarının təsviri də dərslükdə öz əksini tapmışdır. Bunlarla yanaşı nanoelektronika, onun elementlərinin hazırlanma texnologiyaları, onlar əsasında qurulan qurğuların və sistemlərin sxemotexnikasının xüsusiyyətləri və tətbiqi perspektivləri haqqında ümumi məlumatlara da yer verilmişdir.

Dərslükdə bir sıra paraqrafların, məsələlərin və şəkillərin fraqmentləri digər uyğun dərslüklərin və monoqrafiyaların materialları ilə üst-üstə düşə bilər. Bu da ilk növbədə onunla bağlıdır ki, yüz ildən çox inkişaf tarixi keçmiş elektronika və digər texnika sahələrində çoxlu dərslüklər, elmi ədəbiyyat və laboratoriya praktikumları nəşr edilmişdir. Bu ədəbiyyatlarda geniş yer tapmış cihaz və qurğuların dəyişməz olan fiziki mahiyyətinin təsvirinin bir çox ədəbiyyatda, o cümlədən, geniş oxucu kütləsi üçün nəzərdə tutulan bu dərslükdə də eyni cür verilməsi qaçılmazdır.

Müəlliflər dərin minnətdarlıq hissi ilə kitab barədə faydalı iradları, şərhləri, təklifləri və qeydləri Bakı, Binə qəsəbəsi, MAA nəşriyyatı, [islam.nus@mail.ru](mailto:islam.nus@mail.ru), t.497-26-00 (24-26), 055 717 32 77, 050 281 29 39 ünvanında qəbul etməyə hazırdırlar.

## Əsas ixtisasların siyahısı

- AEQ - Analoq elektron qurğuları
- DEQ - Diskret elektron qurğular
- İEQ - İmpuls elektron qurğuları
- RLEQ - Rele elektron qurğuları
- REQ - Rəqəm elektron qurğuları
- KSVS - konstruktör sənədləşməsinin vahid sistemi
- VAX - volt-ampere xarakteristikası
- İYT - İfrat yüksək tezliklər
- EŞB - Elektron - şüa borusu
- QBP - qaz boşalma panelləri
- QDL - qaçan dalğa lampaları
- ƏDL - əks dalğa lampaları
- FEV - Fotoelektron vurucular
- SUD - Selvari - uçuş diodları
- MDY - metal - dielektrik –yarımkeçirici
- MOY - metal - oksid – yarımkeçirici
- MTƏ - müqavimətin temperatur əmsalı
- HİS - Hibrid inteqral mikrosxemlər
- RTBT – rəzəsi təcrid olunmuş bipolyar tranzistor (İGBT - İnsulated Gate Bipolar Transistor)
- SİT – statik induksiya tranzistorları (SİT- Static Induction Transistor)
- İMDY - İkiqat diffuziya metodu ilə hazırlanmış MDY-tranzistor
- VMDY - V şəkilli MDY tranzistor
- İMS – İnteqral mikrosxem
- İS - İnteqral sxem
- ARÇ - analoq-rəqəm çeviricisi
- RAÇ - rəqəm-analoq çeviriciləri
- BİS - böyük inteqral sxemlər
- İBİS - ifrat böyük inteqral sxemlər
- İQ - infra qırmızı
- İŞD - işıq şüalandırıcı diodlar
- OKG - Optik kvant generatorları
- MŞE - Molekulyar-şüa epitaksiya
- ATX - amplitud-tezlik xarakteristikası
- FTX - faza-tezlik xarakteristikası
- LTX - Loqarifmik ATX
- AİS - Analoq inteqral sxem

ATG – Aşağı tezlik gücləndiricisi  
DG - Diferensial gücləndirici  
SCG – Sabit cərəyan gücləndiricisi  
ƏG – Əməliyyat gücləndiricisi  
İQM - İkinci qida mənbəyi  
ME - məntiq elementi  
DRM – Diod-rezistor məntiqi  
DTM – Diod-tranzistor məntiqi  
TTM – Tranzistor – tranzistor məntiqi  
TTMŞ – Şottki diodlu TTM  
EƏM – Emitter əlaqəli məntiq  
MOY ME – Metal-oksüd yarımqeçirici məntiqi elementi  
KMOY ME – Komplementar MOY məntiqi elementi  
MP - Mikroprosessor  
HMQ - Hesab-məntiq qurğusu  
YQ - yaddaş qurğusu  
DYQ - daimi yaddaş qurğusu  
OYQ - operativ yaddaş qurğusu  
PYQ - proqramlaşdırıla bilən yaddaş qurğusu  
CISC - Complicated Instruction Set Computer (mürəkkəb komandalar yığımına malik olan kompüter)  
RISC - Reduced Instruction Set Computer (azaldılmış komandalar yığımına malik olan kompüter)  
RES - radioelektron sistem  
REQ - radioelektron qurğu  
İO - idarəetmə obyektləri  
OƏQ - obyektlə əlaqə qurğusu  
SK - sistem kontrolleri  
VŞ - verilənlər şininə  
ÜŞ - ünvan şininə  
İŞ - idarə şininə  
HQ - hesablama qurğusu



## Giriş

Elektron qurğularının yüksək texniki-iqtisadi göstəricilərinə nail olmaq üçün onlarda tətbiq olunan sxem həllərinin və element bazasının düzgün seçilməsi məsələlərinə xüsusi diqqət vermək lazımdır. Belə ki, nəqliyyat avadanlıqlarında, xüsusən də, aviasiyada tətbiq olunan elektron qurğularının ölçü, çəki, etibarlılıq, parametrlərinin stabilliyi, dəqiqliyi və s. kimi göstəriciləri ilk növbədə element bazası, **elektron qurğularının əsasları** və bu qurğularda tətbiq olunan sxem həlləri ilə təyin olunur. Elektron qurğularının optimal sxem həllərinin realizə edilməsi, onların layihələndirilməsi və tədqiqi ilə məşğul olan elm və texnika sahəsi **sxemotexnika** adlanır.

Sxemotexnika texnikanın bir çox sahələrində, ilk növbədə elektronikada, radiotexnikada, avtomatikada, hesablama texnikasında və başqa sahələrdə tətbiq olunan elektron qurğularının analiz və sintezi problemlərini əhatə edən bir elmi-texniki istiqamət olub, elektron qurğuları tərəfindən verilmiş funksiyaların optimal yerinə yetirilməsi üçün onların sxemlərinin düzgün seçilməsi və qurulması, bu qurğuların və onların tərkibinə daxil olan elementlərin hesabı və seçilməsi məsələlərinin həllini təmin etmək məqsədinə xidmət edir.

Hər bir sahədə olduğu kimi mülki aviasiyada da informasiyanın toplanması və çevrilməsi, avtomatik və avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemlərindən, enerji hasil edilməsi və çevrilməsi məsələlərini həyata keçirən texniki sistemlərdən geniş istifadə olunur. Texniki sistemlərdə tətbiq olunan **elektron qurğularının əsasları** və onların **sxemotexnikası** elektronika sahəsindəki biliklərlə və nailiyyətlərlə bir başa əlaqəlidir. Məhz buna görə də elektronikanın sahələrinin, inkişaf mərhələlərinin və istiqamətlərinin, onların xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

**Elektronika** elm, texnika və istehsalatın elektron cihaz və qurğularının işlənməsi, hazırlanması və tətbiqi ilə məşğul olan sahəsidir. Elektronikanın elektron cihazlarının işlənməsi və hazırlanması ilə məşğul olan sahəsi *fiziki elektronika*, onların əsasında elektron qurğularının yaradılması ilə məşğul olan sahəsi isə *sənaye (texniki) elektronikas* adlanır.

Müasir elektronikanın elektron vasitələrinin işlənməsi ilə məşğul olan sahəsi *funksional elektronika* adlanır və iki əsas hissəyə – *analoq* və *rəqəm elektronikasına* ayrılır.

*Analoq elektronikas* fasiləsiz funksiya qanunu ilə dəyişən siqnalların çevrilməsi və emal edilməsi üçün istifadə olunan elektron vasitələrindən bəhs edən bölməyə deyilir.

*Rəqəm elektronikas*ı diskret funksiya qanunu ilə dəyişən siqnalların çevrilməsi və emal edilməsi üçün istifadə olunan elektron vasitələrindən bəhs edən bölməyə deyilir.

Elektronika sənayesinin inkişafını iki istiqamətə – *energetik (güc)* və *məlumat elektronikas*ı istiqamətlərinə ayırmaq olar.

*Energetik elektronika* elektroenergetika, metallurgiya və s. sənaye sahələrinin ehtiyacları üçün əsasən, sabit və dəyişən cərəyanın çevrilməsini təmin edən elektron vasitələrini əhatə edir.

*Məlumat elektronikas*ı isə müxtəlif sənaye və elmi - tədqiqat sahələrinin avtomatlaşdırılmasını, müxtəlif proseslərin ölçülməsini, nəzarətini və idarə olunmasını təmin edən elektron vasitələrini əhatə edir.

Elektron sənayesinin inkişafı XX əsrin əvvəllərinə təsadüf edir. 1904-cü ildə ingilis alimi D. Fleminq ilk elektron lampasını – diodu, 1907-ci ildə amerikalı alim L.Forest dioda idarəedici tor əlavə edərək triod lampasını yaratmışdır. Triod lampası artıq elektrik rəqslərini generasiya etməyə və gücləndirməyə imkan verirdi. 1914-cü ildə Rusiyada N.D. Papaleksi ilk elektron lampasını yaratmağa nail olmuşdur.

XX əsrin 30-cu illərində akademik A.F. İoffe tərəfindən yarımkeçirici materialların elektronikada istifadə oluna bilməsi imkanları tədqiq olunur. 1948-ci ildə Amerika alimləri tərəfindən ilk *tranzistor* yaradılır. Belə cihaz bir qədər sonra sovet alimi A.V. Krasilov tərəfindən yaradılır. Tranzistorun yaradılması elektronikanın sürətli inkişafına təkan vermişdir.

Elektronikanın sonrakı inkişafı *integral sxemlərin* (İS) yaradılması ilə əlaqədardır. İS-lərin sənayedə istehsalı 60-cı illərin əvvəllərinə təsadüf edir. İS-lər, əsasən, məlumat elektronikasının sürətli inkişafına təkan vermiş, böyük və ifrat böyük İS-lər bu prosesi daha da sürətləndirmiş və artıq mikro-EHM-lərin əsas elementlərinə çevrilmişlər.

Elektron qurğularının mikrominuatürləşdirilməsi, İS-lərin işlənib hazırlanması ilə məşğul olan elektronika sahəsi *mikroelektronika* adlanır.

Hazırda İS-lər, o cümlədən, böyük və ifrat böyük İS-lər, həmçinin, diskret yarımkeçirici cihazların ayrı-ayrı növləri müasir elektron vasitələrinin element bazasının əsasını təşkil edirlər.

Elektronikanın ən müasir sahəsi olan *nanoelektronikanın* yaranması və sürətli inkişafı yeni element bazasının və elektronika qurğularının işlənib hazırlanması sahəsində çox böyük perspektivlər açır. Nanoelektronika materiyanın çox kiçik ölçülərində (onlarla nanometr;  $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ ) atom və molekulyar səviyyəsində dəyişdirilməsi ilə məşğul olan bir elmdir. Bu elm son zamanlar bərk cisimlər fizikasında, kvant elektronikasında, fiziki kimyada və

yarımkeçiricilər elektronikasını texnologiyasında baş verən nailiyyətlərə əsaslanaraq formalaşmışdır.

Elektronika inkişaf etdikcə yaradılan elektron qurğularının tətbiq sahələri daha da genişlənir. Praktiki olaraq hər bir mürəkkəb texniki sistem müxtəlif növ elektron qurğularından təşkil olunur. Elə bir texnoloji proses göstərmək olmaz ki, orada idarəetmə elektronika qurğularından istifadə etmədən həyata keçirilsin. Bu qurğuların effektiv və etibarlı fəaliyyəti onların sxemotexnikasından çox asılıdır.

Hər hansı bir obyektin idarə olunması üçün nəzərdə tutulan sistemin misalında *elektron qurğularının* və onların *sxemotexnikasının* əhəmiyyətini nəzərdən keçirək. Müasir obyektin idarəetmə sistemində nəzarət olunan kəmiyyətlər haqqında informasiyaya malik olan analoq (kəsilməz) elektrik siqnalları uyğun vericilərlə hasil edilir. Bu siqnallar filtrasiya olunaraq, gücləndirilir və analoq-rəqəm çeviriciləri (ARÇ) vasitəsilə rəqəm formasına çevrilirlər. Sonra bu informasiya kompüter ilə qarşılıqlı əlaqədə olan mikroprosessorlu blok vasitəsilə emal edilir. Mikroprosessorlu blok vasitəsilə formalaşmış rəqəmli idarəetmə siqnalları rəqəm-analoq çeviriciləri (RAÇ) vasitəsilə analoq formaya çevrilirlər, gücləndirilirlər və birbaşa idarə olunan obyektə təsir edən icraedici qurğularını idarədən güc elementlərinə verirlər.

Göründüyü kimi belə sistemin tərkibində analoq siqnalları ilə işləyən elektron qurğularını (süzgəclər, gücləndiricilər, güc elektron qurğularını), rəqəm siqnallarını emal edən qurğular (mikroprosessor bloku, kompüter), həmçinin, analoq siqnalını rəqəm siqnalına və əksinə çevirən qurğular var. Ona görə də bu sistemin xarakteristikası onun tərkibindəki elektron qurğularının növü, sxemotexniki yerinə yetirilmə variantı və bu qurğuların təşkil olunduqları elementlərin xarakteristikaları ilə müəyyən olunur.

Sxemotexnikanın əsas sahəsi, elektron qurğularının sxemotexniki həlləri ilə məşğul olan *elektron sxemotexnikasıdır*. Ona görə də dərslikdə elektron qurğularının element bazasına, geniş tətbiq olunan analoq, impuls və rəqəm qurğularının, ARÇ və RAÇ-ların, onların qida mənbələrinin sxemotexnikasına geniş yer verilmişdir.

# Fəsil 1. RƏQƏM MİKROXEMLƏRİ, NÖVLƏRİ, PARAMETRLƏRİ VƏ TƏTBİQ SAHƏLƏRİ

## 1.1. Ümumi məlumat

Rəqəm İS-ləri ilk vaxtlar, sonradan kompüter adını almış elektron hesablama maşınlarının qurulması üçün işlənib hazırlanmışlar. Yəni bu İS-lərinin ilk təyinatı çoxlu sayda hesablamalarla müşayiət olunan işlərdə insanı əvəz etmək və bu əməliyyatları sürətləndirməkdən ibarət idi.

Lakin rəqəm İS-lərinin kütləvi istehsalından sonra aydın olmuşdur ki, onlar bir sıra obyektlərin idarə olunmasında çox əlverişlidir. Belə ki, idarə olunan sxem adətən, iki halda ola bilər. Məsələn, sxem qoşula bilər, yaxud, söndürülə bilər, işıq diodu yana bilər, yaxud yanmaya bilər, telefon stansiyasında qoşulma ola bilər, ya da olmaya bilər, radiostansiya ötürmə, yaxud qəbul rejimində ola bilər.

Nəticədə sadalanan tipli məsələlərin həllində demək olar ki, İS-lər hələ ondoqquzuncu əsrdən cihazların idarə olunması üçün istifadə olunan elektromaqnit relelərini və perfokartları tamamilə sıxışdırıb çıxarmışdır.

Obyektin vəziyyətinin təsviri üçün idarəetmə məsələsini yerinə yetirən zaman iki qiymətin: yüksək, yaxud aşağı (müsbət, yaxud mənfi) gərginliyin, cərəyan axması, yaxud axmamasının olması kifayətdir. Bu xüsusiyyətlər analoq sxemlərdə baş verən xoşa gəlməz hallardan azad olmağa imkan vermişdir. Məsələn, səhv və maneə siqnalları sxemdən keçərkən artmır, lakin bəzi hallarda kompensasiya oluna bilər. Rəqəm İMS-lər özü düzgün istifadə edildikdə səhvlər və maneələr daxil etmirlər. Rəqəm İMS-lərinin məhz bu xassələri rəqəm texnikasının sürətli inkişafına gətirib çıxarmışdır.

Sadalanan üstünlükləri ona gətirib çıxarıb ki, sonralar rəqəm texnikası başqa məsələlərin də həllində istifadə olunmağa başlandı. Məsələn, radiotexniki avadanlıqlarda yüksək stabillikli rəqslərin formalaşdırılmasında, yaxud saatlarda etalon zaman intervalları formalaşdırıcıları qismində və s.. Bu qurğularda generasiya olunan siqnalın gərginliyinin müxtəlif səviyyələrini formalaşdırmaq vacib deyil, yalnız generasiya olunan rəqslərin tezliyinin stabil olması kifayətdir.

Sonralar analoq siqnalların formalaşdırılması üçün rəqəm mikrosxemlərinin tətbiqi metodları və nəzəriyyəsini işləməyə başladılar. Burada əsas amillərdən biri əvvəlcədən küylərin səviyyəsinin proqnozlaşdırılması imkanının olmasıdır. Belə ki, küylərin səviyyəsi yalnız sxemin mürəkkəbliyindən asılıdır, maneənin keçdiyi sxemlərin sayından asılı deyil. Bu siqnalın istənilən məsafəyə ötürülməsi (yaxud onun istənilən sayda surətini yaratmaq) imkanına gətirib çıxarır.

Məlumatların işlənməsinin rəqəm üsulları elm və texnikanın bütün sahələrində geniş tətbiq edilir və sürətlə inkişaf etməkdədir. Bununla əlaqədar olaraq rəqəm sistemlərinin, yəni rəqəm məlumatlarının qəbulu, yadda saxlanması, işlənməsi, çevrilməsi və ötürülməsi kimi prosesləri yerinə yetirən texniki vasitələrin tətbiq sahələri sürətlə genişlənməkdədir.

Elektronikanın inkişafı elektron hesablama maşınlarının, mikroprosessor texnikasının və rəqəm sistemlərinin inkişafına təkan verir və onlardan insan fəaliyyətində daha geniş istifadə etməyə imkan yaradır. Onların funksional imkanları genişlənir, cəldliyi və etibarlığı artır. Mikroprosessor texnikasının sürətli inkişafı hesabına indiyə qədər analoq qurğularla yerinə yetirilən güclənmə, spektr çevrilmələri, modulyasiya, süzgəcləmə və s. kimi funksiyalar artıq rəqəm texnikası vasitələri ilə yerinə yetirilir. Artıq elm və texnikanın, rəqəm sistemlərinin yaradılma prinsiplərini, layihələndirmə metodlarını və onların texniki vasitələrlə həyata keçirilməsi üsullarını öyrənən rəqəm texnikası kimi müstəqil sahəsi yaranmışdır. Rəqəm texnikası öz inkişaf prosesində riyazi məntiq, kibernetika, elektronika və s. kimi qonşu fundamental və tətbiqi elmlərin nailiyyətlərindən geniş istifadə edir.

Rəqəm texnikasının inkişafına mikroelektronika böyük təkan vermişdir. İnteqral mikrosxemlər, o cümlədən böyük və ifrat böyük inteqral mikrosxemlər müasir EHM, MP və digər rəqəm sistemlərinin yaradılmasının element bazasını təşkil edir. Mikroelektronika ilə rəqəm texnikasının qarşılıqlı nüfuz etməsi sayəsində elm və texnika sahəsi olan rəqəm mikrosxem texnikası meydana gəlmişdir. Bu sahənin inkişafı artıq məlumatın işlənməsinin mürəkkəb funksiyalarını yerinə yetirən müstəqil rəqəm inteqral mikrosxemlərin yaradılmasına imkan vermişdir.

## **1.2. Rəqəm qurğularının xüsusiyyətləri, növləri və işarələnmə qaydası**

**1.2.1. Rəqəm qurğularının xüsusiyyətləri.** Bütün rəqəm İS-ləri sadə rəqəm elementlərindən təşkil olunmuşdur. Sadə rəqəm elementlərinin əsasında istənilən mürəkkəbliyə malik olan rəqəm qurğularını realizasiya etmək olar. Bütün bunlar məntiq cəbrinin əsaslarının və rəqəm siqnallarının yadda saxlanması metodlarının istifadəsi hesabına mümkün olur.

Rəqəm İS-lərinin əsas xüsusiyyətlərindən biri odur ki, məntiq siqnallarının səviyyələri, onlar rəqəm sxemindən keçdikdə azalmırlar. Bu onunla bağlıdır ki, rəqəm İS-in elementləri lazımi güclənməni təmin edir. Eyni zamanda məntiq səviyyələri məntiq qurğusunun çıxışında girişdəki ilə eynidir, yəni məntiq elementindən keçdikdə artmır. Bu onunla təmin olunur ki, rəqəm mikrosxemin çıxışında siqnalın səviyyəsinin məhdudlanması baş verir.

Rəqəm mikrosxemləri qurğularda əsasən, açar rejimində işləyirlər, bu İS-lərin əsas aktiv elementləri olan tranzistorlar yalnız ya açıq, ya da bağlı ola bilər. Nəticədə ideal tranzistorda enerji səpilməsi baş verir, və bu da o deməkdir ki, 100%-ə yaxın olan f.i.ə. əldə etmək olar.

**1.2.2. Rəqəm İS-lərinin növləri, onların şərti-qrafiki işarələnməsi və konstruktiv tərtibatı.** Hal-hazırda aşağıda verilmiş növ məntiq elementlər əsasında qurulmuş rəqəm İS-ləri geniş istifadə olunurlar:

- Diod-tranzistor məntiqli (DTM);
- Tranzistor-tranzistor məntiqli (TTM, TTL);
- Şottki diodlu TTM (TTMŞ);
- Komplementar MOY tranzistorlar (KMOY, CMOS) əsasında məntiqli;
- Komplementar MOY və bipolyar tranzistorlar əsasında məntiqli (BiCMOS);

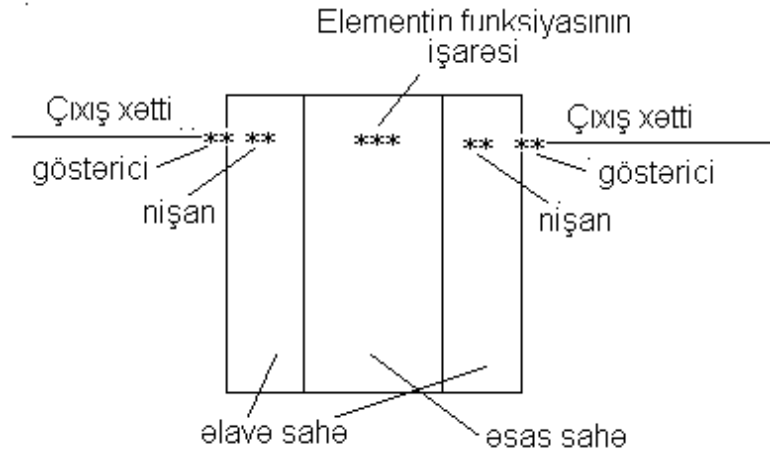
İlk vaxtlar TTM texnologiya üzrə yaradılmış rəqəm İS-ləri geniş tətbiq tapmışdır. Ona görə də indiyə qədər bu texnologiya üzrə qurulan, yaxud bu mikrosxemlərlə qida gərginliyinə, məntiq səviyyələrinə və sükəllanmasına (işarələnməsinə) görə uyğunlaşdırılan çoxlu sayda mikrosxemlər mövcuddur.

Mikrosxemlər iki qrupa bölünür: analoq və rəqəm mikrosxemləri. Analoq mikrosxemləri analoq siqnallarla, rəqəm mikrosxemləri isə uyğun olaraq, rəqəm siqnalları ilə işləyirlər.

Ən geniş tətbiq olunan rəqəm qurğuları: triggerlər, sayğaclar, registrlər, şifratorlar, deşifratorlar, multipleksorlar, komparatorlar, DYQ və SYQ-lər, mikroprosessorlar və mikrokontrollerlərdir.

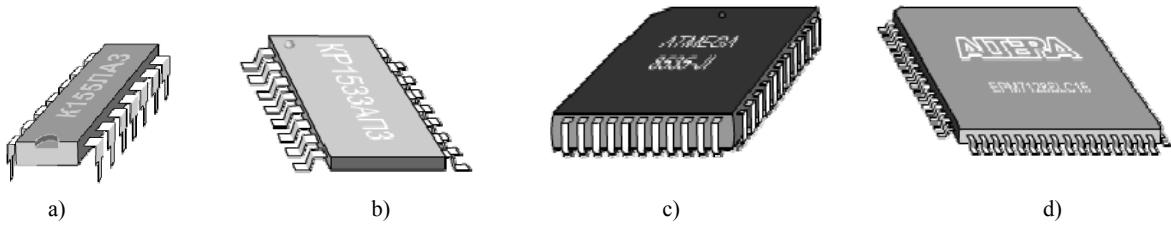
Rəqəm, yaxud mikroprosessor mikrosxemi, onun elementi, yaxud komponenti, rəqəmli mikroyığım, onun elementi, yaxud komponenti prinsipial sxemlərdə uyğun standart müvafiq olaraq şərti-qrafiki işarələrlə işarələnir. Sxemlərdə bu mikrosxemlərin şərti-qrafiki işarəsi çıxışlarının xətləri birləşdirilmiş düzbucaqlı şəklində olur və üç sahədən: əsas, və soldan və sağdan yerləşdirilən iki əlavə sahədən təşkil olunur (şək.1.1.). Əsas sahədə elementin yerinə yetirdiyi funksiyayı göstərən işarə verilir. Əsas sahənin növbəti sətirlərində standart üzrə məlumat yerləşdirilir.

Rəqəm mikrosxemin şərti-qrafiki işarəsində əlavə sahələr olmaya da bilər. Adətən şərti-qrafiki işarədə solda girişlərə, sağda isə çıxışlara uyğun olan çıxış xətlərini yerləşdirirlər. Mikrosxemin çıxışının sıra sayını çıxış xəttinin üstündə korpusa yaxın göstəririlər.



Şək.1.1. Rəqəm mikrosxemin şərti-qrafiki işarəsi

Mikrosxemlər müxtəlif korpuslarda buraxılırlar. Ən geniş yayılmış modifikasiyalar şəkil 1.2-də göstərilmişdir.

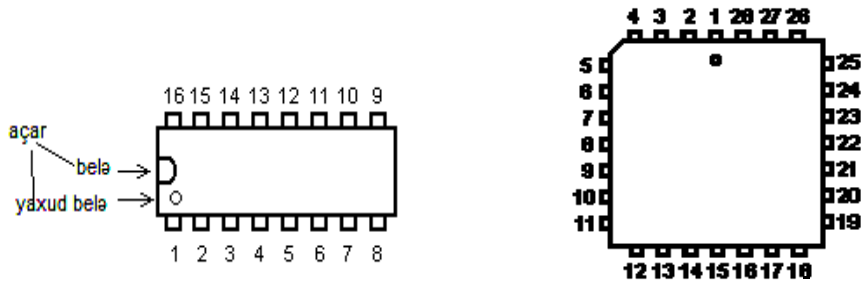


Şək.1.2.. Mikrosxemlərin korpuslarının konstruktiv quruluşu.

- a- DIP (Dual Inline Package );      b- PLCC (Plastic J-leaded Chip Carrier);  
c - SOIC (Small Outline Integral Circuit); d- TQFP (Thin Quad Flat Package)

Korpusda çıxış uclarının sayı 8,14,16,20,24,28,32,40,48, yaxud 56 ola bilər. Bu mikrosxemin markasından və funksional təyinatından asılıdır. Çıxış ucları arasındakı məsafə (addım) 2,5mm (SSRİ, Rusiya), yaxud, 2,54mm (xaricdə) təşkil edir. Ucların eni 0,5mm-ə yaxın olur.

Şəkil 1.3-də mikrosxemin çıxış uclarının nömrələnmə qaydası (korpusa üstdən baxdıqda) verilmişdir. Mikrosxemin 1-ci ucunu tapmaq üçün korpusunda “açar”-ı tapmaq lazımdır.



Şək. 1.3. Mikrosxemin çıxış uclarının nömrələnmə qaydası

DIP tipli korpuslarda olan mikrosxemlərin çıxış ucları (ayaqları) çap platasında açılmış uyğun deşiklərə oturdulur və lehirlənir.

Planar mikrosxemlər – bu tip mikrosxemlərdə uclar korpusun yerləşdirildiyi tərəfdən çap lövhəsinə lehirlənir.

Çıxış uclarının sayı və onların nömrələnməsi DIP tipli korpuslarda olduğu kimidir. Uclar arasındakı məsafə (addım) 1,25mm (SSRİ,Rusiya), yaxud 1.27mm (xarici), ucların eni 0,33...0,51mm təşkil edir.

Kvadrat (nadir hallarda düzbucaqlı) korpusda olan SOİC və TOFP tipli mikrosxemlərdə çıxış ucları korpus boyunca dörd bir tərəf üzrə yerləşdirilmişdir. Bu mikrosxemlər ya birbaşa planar olaraq plataya lehirlənir, ya da ki, panelə oturdulurlar. İkinci hala üstünlük təşkil edir. Korpusda çıxış uclarının sayı 20,28,32,44,52,68,84 ola bilər. Uclar arasındakı məsafə (addım) 1.27mm, ucların eni 0,66...0,82mm təşkil edir. Digər tip mikrosxemlərdə olduğu kimi mikrosxemin 1-ci ucu açarın yanında olur, qalan ucların nömrəsi saat əqrəbi istiqamətində artır.

TQFP tipli korpuslarda ucların yerləşməsi və quruluşu SOIC və PLCC korpuslarında olanların orta vəziyyət tutur. Ucların sayı 32-dən 144-ə qədər, addım 0,8mm, ucların eni 0,3...0,45mm olur. Ucların nömrələnməsi kəşik küncdən saat əqrəbinin əksi istiqamətində aparılır.

### **1.3. Rəqəm mikrosxemlərinin əsas parametrləri və xarakteristikaları**

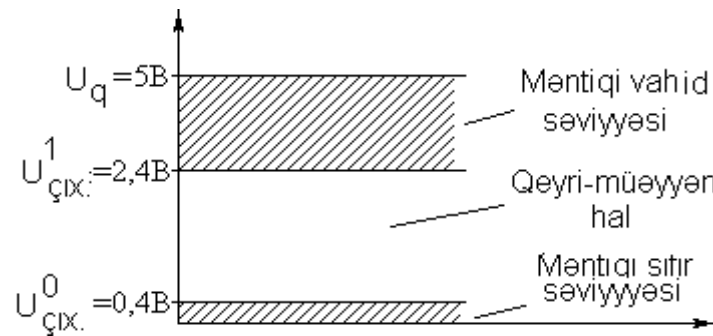
Analoq sxemlər kimi rəqəm sxemləri də hər hansı parametrləri ilə təsvir olunurlar. Analoq mikrosxemləri işləyə bildikləri qida gərginliyi ilə xarakterizə olunurlar. Hal-hazırda qida gərginlikləri +5V və +3,3V olan mikrosxemlər daha geniş tətbiq tapmışlar. Lakin 1,5...15V gərginlik diapazonunda işləyə bilən mikrosxemlər də mövcuddur.

**1.3.1. Məntiqi sıfır və vahid səviyyələri.** Qeyd olunduğu kimi rəqəm mikrosxemləri onunla xarakterizə olunurlar ki, yalnız iki halda ola bilərlər. Mikrosxemin bu halları ikilik say sisteminin əsasını təşkil edən 0 və 1 rəqəmləri ilə təsvir oluna bilər. Belə ki, mikrosxemin vəziyyətlərini (hallarını) müxtəlif parametrlərlə xarakterizə etmək olar. Məsələn, mikrosxemin dövrələrindəki cərəyan, yaxud gərginliklərlə, mikrosxemin çıxışındakı tranzistorların açıq, yaxud bağlı olması ilə, işıq diodunun işıqlanıb, işıqlanmaması ilə və s.

Əsasən, rəqəm mikrosxemlərinin məntiqi halları kimi onların girişində və çıxışındakı gərginliklərin səviyyələri qeydə alınır. Belə ki, yüksək gərginliyin vahid kimi, aşağı gərginliyin sıfır kimi hesab olunması qəbul olunub. İdeal halda mikrosxemin çıxışında gərginlik qida gərginliyinə, yaxud sxemin ümumi



məftilinin (şinin) gərginliyinə bərabər olmalıdır. Real sxemlərdə belə olmur. Hətta tam açıq olan tranzistorda da gərginlik düşküsi var. Nəticədə rəqəm mikrosxeminin çıxışında gərginlik həmişə qida gərginliyindən az və ümumi xəttin gərginliyindən çox olacaq. Ona görə də qərara alınmışdır ki, verilmiş həddən az olan gərginlik (məntiqi sıfır səviyyəsi) sıfır hesab edilsin, amma gərginlik verilmiş səviyyədən çox olduqda (məntiqi vahid səviyyəsi) vahid hesab olunsun. Əgər mikrosxemin çıxışındakı gərginliyin qiyməti məntiqi sıfır səviyyəsindən çox, amma məntiqi vahid səviyyəsindən az olduqda, onda mikrosxemin belə halı qeyri-müəyyənlik halı adlanır. Şəkil 1.2-də TTM mikrosxemlərinin çıxış siqnallarının yol verilə bilən səviyyələri verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi çıxış gərginliyi nə qədər qida gərginliyinə, yaxud sxemin ümumi xəttindəki gərginliyə nə qədər yaxın olsa rəqəm mikrosxemin f.i.ə.-si bir o qədər çox olur.



Şəkil 1.2. TTM rəqəm mikrosxemlərinin çıxışında məntiq siqnallarının səviyyəsi

Gərginlik bir mikrosxemin çıxışından məftillə o birisinin girişinə verilir. Ötürmə prosesi zamanı bu məftilə hər hansı bir maneə generatorlarından gərginlik təsir edə bilər (ışığı lampası, radioötürücü, impuls generatorları). Rəqəm mikrosxemlərinin maneədayanlılığı məntiqi sıfırı məntiqi vahidə çevirə bilməyən maksimal maneə gərginliyi ilə qiymətləndirilir və rəqəm mikrosxeminin məntiq səviyyələrinin fərqiindən asılı deyil

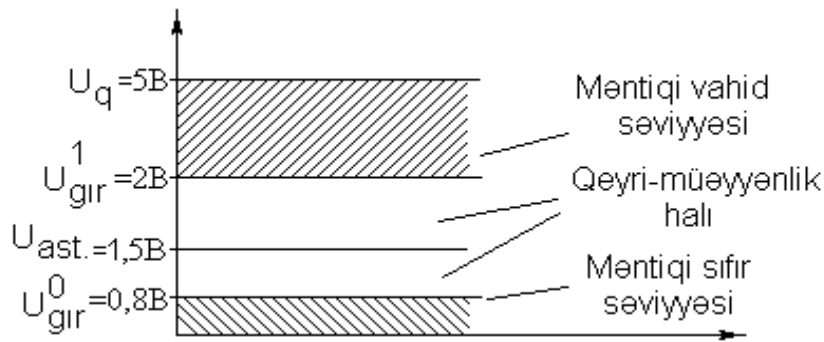
$$U_{\text{nom}}^- = U_{\text{çix1min}} - U_{\text{gir1min}}$$

Eyni ilə məntiqi sıfırı məntiqi vahidə çevirən maneələr üçün

$$U_{\text{nom}}^+ = U_{\text{çix0max}} - U_{\text{gir0max}}$$

olur.

$U_{gir1min}$  və  $U_{çix0max}$  arasındakı fərq nə qədər kiçik olsa rəqəm mikrosxemi bir o qədər çox güclənməyə malik olur. TTM mikrosxemlərində gərginliyə görə güclənmə 40-a bərabər olur. Bu ona gətirib çıxarır ki, bu mikrosxemin girişinə  $U_{ast}$  gərginliyindən 40 mV az, və ya daha az olan gərginlik versək, bu gərginlik mikrosxem tərəfindən məntiqi sıfır kimi qəbul olunacaq, mikrosxemin çıxışında normal məntiqi səviyyə (mikrosxemin məntiq elementlərinin növündən asılı olaraq məntiqi 0 və ya 1) alarıq. Əgər  $U_{ast}$  gərginliyindən 40 mV artıq, və ya daha çox gərginlik versək bu gərginlik mikrosxem tərəfindən məntiqi vahid kimi qəbul ediləcək və çıxışda uyğun məntiqi səviyyə yaranacaq. TTM mikrosxemlərinin məntiqi sıfır və vahid səviyyələrinin sərhədləri şəkil 1.3 – də verilmişdir.



Şək.1.3. TTM mikrosxeminin girişində məntiq siqnallarının səviyyələri

Qeyd etmək lazımdır TTM mikrosxemləri üçün qəbul olunmuş praktiki məntiqi vahid səviyyəsi 2,4V-dan az olmayan, məntiqi sıfır səviyyəsi isə 0,4V-dan çox olmayan gərginlikdir. Nəticədə TTM mikrosxeminin girişinə həтта 0,96V-a qədər gərginlikli maneə təsir etsə belə rəqəm informasiyasının təhrif olunması baş verməyəcəkdir.

Bununla yanaşı mikrosxemlər temperaturun dəyişməsi, mikrosxemin köhnəlməsi, radiasiyanın təsiri və s. kim bir sıra arzuolunmaz amillərin təsiri altında işləyirlər, ona görə də bəzi şirkətlər bu amillərin mikrosxemlərin parametrlərinə təsirlərini aradan qaldırmaq üçün xüsusi texnoloji tədbirlər görürlər.

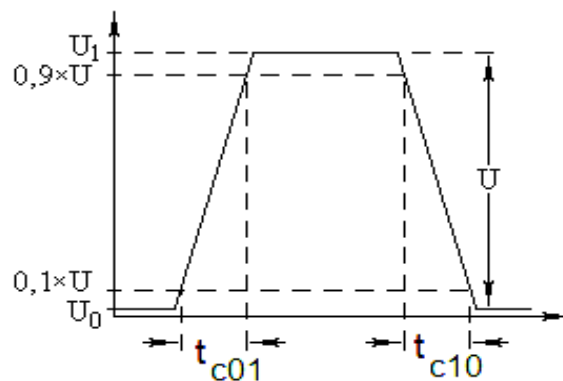
KMOY strukturlu mikrosxemlərin girişləri çox böyük müqavimətə malik olduqlarından, bu mikrosxemlər maneələrə daha həssasdırlar. Ona görə də bu mikrosxemlərin girişlərini qoşulmamış saxlamaq olmaz, çünki girişə daxil olan böyük statik gərginliklərin hesabına bu mikrosxemlər sıradan çıxma bilirlər. Ümumiyyətlə, rəqəm mikrosxeminin elementlərinin hər hansı hissəsi istifadə olunmursa, onda onların girişlərini qida mənbəyinə, yaxud ümumi xəttə qoşmaq lazımdır.

**1.3.2. Rəqəm mikrosxemlərinin giriş və çıxış cərəyanları.** Bu cərəyanlar rəqəm mikrosxemlərinin vacib parametrlərindən olub yol verilə bilən sərhəd qiymətləri ilə xarakterizə olunurlar. Uyğun olaraq məntiqi vahidə (yüksək potensiala) və sıfıra (aşağı potensiala) uyğun cərəyanlar var. Rəqəm mikrosxemlərində bu cərəyanların qiymətləri fərqlənir.

Çox hallarda mikrosxemin çıxışından siqnalı eyni vaxtda bir neçə başqa mikrosxemlərin girişinə vermək lazım olur. Bu halda mikrosxemin çıxış cərəyanı çıxışa qoşulan mikrosxemlərin giriş cərəyanlarının cəmi ilə müəyyən olunacaq. Eyni vaxtda mikrosxemin çıxışına qoşula bilən eyni tip mikrosxemlərin sayı **mikrosxemin yüklənmə qabiliyyətini** təyin edir.

Rəqəm mikrosxemi bir neçə mikrosxemlə yüklənə bilməsi üçün giriş cərəyanı çıxış cərəyanından az olmalıdır. TTM mikrosxemləri üçün yüklənmə qabiliyyəti adətən, 10 təşkil edir. KMOY mikrosxemlər üçün isə 100-ə çatır. Yəni TTM mikrosxemlərin çıxışına 10-a qədər TTM mikrosxem, KMOY mikrosxemlərinin çıxışına isə 100-ə qədər KMOY mikrosxem qoşula bilər.

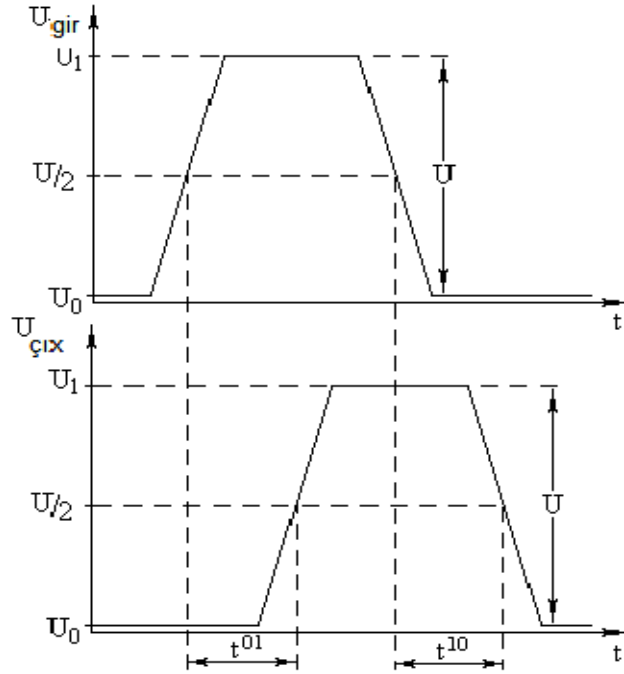
**1.3.3. Rəqəm mikrosxemlərinin cəld işləmə qabiliyyətini təyin edən parametrləri.** Rəqəm mikrosxemlərinin cəld işləməsi onların bir vəziyyətdən o biri vəziyyətə keçmə sürəti ilə təyin olunur. Belə ki, cəld işləmə çıxış siqnalının giriş siqnalına nəzərən ləngimə müddəti ilə təyin olunur. Bu vaxtı rəqəm mikrosxeminin çıxış impulsunun cəbhəsinin uzunluğu ilə qarışdırmaq olmaz. Ümumi halda ön cəbhənin (rising – artan) və arxa cəbhənin (falling – azalan) uzunluğu üst-üstə düşür. Cəbhənin uzunluğu çıxış siqnalının  $0,1U$  gərginliyindən  $0,9U$  gərginliyinə qədər artması (azalması) müddəti ilə təyin olunur ki, bu da  $U$  – məntiqi vahid və məntiqi sıfır gərginliklərinin fərqidir. Şəkil 1.4-də ön (rising– artan) cəbhənin uzunluğu  $t_{c01}$ , arxa cəbhənin (falling – azalan) uzunluğu isə  $t_{c10}$  kimi işarə olunmuşdur.



Şəkil 1.4. Çıxış impulsunun ön və arxa cəbhəsinin təyin edilməsi

Çıxış siqnalının giriş siqnalına nəzərən ləngimə müddəti adətən, cəbhənin uzunluğundan çoxdur, və məhz bu parametərə rəqəm mikrosxeminin, onun cəld

işləməsini təyin edən xarakteristikası qismində baxılır. Bu vaxt giriş və siqnallarının hüdud (astana) səviyyəsini kəsməsi nöqtəsinə görə təyin edilir. Rəqəm mikrosxemlərinə ön cəbhənin və arxa cəbhənin ləngimə müddətləri üst-üstə düşürlər. Şəkil 1.5 - də verilmiş zaman diaqramlarında ön və arxa cəbhələrinin ləngimə müddətləri  $t^{01}$  və  $t^{10}$ -nin təyin olunması göstərilmişdir.



Şək.1.5.. Rəqəm mikrosxeminin ləngimə müddətinin təyin olunması

**1.3.4. Rəqəm sxemlərinin məntiq funksiyasının təsviri.** İstənilən sxemin təhlilini sadələşdirmək üçün sxemin hər hansı parametrlərini fiksə edirlər. Siqnalların yayılmasının ləngimələrinin rəqəm mikrosxemlərinin çıxış siqnallarına təsirini aradan qaldırmaq üçün bu siqnallara statik rejimdə baxmaq olar.

Rəqəm qurğularının konkret sxem həllərinin, həmçinin, çıxış gərginliyinin və cərəyanlarının konkret qiymətlərinin təsirini aradan qaldırmaq üçün rəqəm sxeminin giriş və çıxış siqnallarını “0” və “1” rəqəmləri ilə təsvir etmək olar.

Çıxış siqnalları sadə rəqəm sxemlərinə yalnız giriş siqnallarından asılıdır, və onların əvvəlki zaman anlarındakı qiymətlərindən asılı deyil.

Belə rəqəm qurğuları kombinasional rəqəm qurğuları adını almışdır. Adətən, bu qurğular həqiqilik cədvəllərinin köməyi ilə təsvir edilirlər.

**Həqiqilik cədvəli** – rəqəm qurğusunun girişindəki məntiq siqnallarının bütün mümkün kombinasiyalarının və hər kombinasiya üçün çıxış siqnallarının qiymətlərinin toplusudur. Giriş siqnallarının heç bir kombinasiyasını qaçırmamaq üçün onları ikilik kod şəklində yazırlar. Misal olaraq verilmiş hər

hansı bir məntiqi funksiyanı yerinə yetirən üç girişli və iki çıxışlı kombinasiyalı rəqəm mikrosxeminin həqiqilik cədvəli cədvəl 1.1-də verilmişdir.

Kombinasiyalı rəqəm sxemlərinin iş prinsiplərini təsvir etmək üçün həqiqilik cədvəli tam kifayət edir. Həm də bu cədvəl rəqəm qurğusunun prinsipial sxeminin yaradılması üçün kifayətdir.

Cədvəl .1.1. Rəqəm mikrosxeminin həqiqilik cədvəli

Kombinasiyanın №-si	Gir.1	Gir.2	Gir.3	Çıx.1	Çıx.2
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1
2	0	1	0	0	1
3	0	1	1	1	0
4	1	0	0	0	1
5	1	0	1	1	0
6	1	1	0	1	0
7	1	1	1	1	1

#### 1.4. Rəqəm qurğularının riyazi təsviri

**1.4.1. Say sistemləri haqqında məlumat.** EHM və MP texnika-sında ikilik, səkkizlik, onaltılıq dərəcəli say sistemlərindən istifadə edilir.

İkilik (binar) say sistemində 0 və 1 simvolları kimi iki simvol istifadə olunduğuna görə sayın əsası 2, çəkisi isə 2 üstlü ədəddir. İkilik sistem sxematik olaraq onluq sistem kimidir. Odur ki, burada onluq say sistemindəki hesab əməliyyatlarından istifadə etmək olar. Bütün dərəcəli say sistemlərində hesab qaydaları oxşardır. Ona görə də ikilik sistemdə əməliyyatları sütun şəklində yerinə yetirmək olar.

Onluq say sistemində, məsələn  $5 + 7 = 12$  halında, onluq 1 simvolu yüksək mərtəbəyə köçürüldüyü kimi, ikilik say sistemində də  $1 + 1 = 10$  halında 1 simvolu yüksək mərtəbəyə köçürülür və bu simvolun çəkisi  $2^{i+1}$  olur (burada  $i \geq 0$  əvvəlki kiçik mərtəbənin nömrəsidir).

İkilik say sistemində *cəmləmə əməliyyatı* aşağıdakı kimi yerinə yetirilir.

Məsələn,

$$\begin{array}{r}
 101101 \quad - \text{1-ci toplanan} \\
 + 11101 \quad - \text{2-ci toplanan} \\
 \hline
 1001010 \quad - \text{cəm}
 \end{array}$$

Burada cəmin 2 – ci, 4 – cü, və 7 – ci mərtəbələrindəki 1 simvolları yüksək mərtəbəyə olan köçürmələrdir. Burada göstərilən köçürmələrdən başqa 5 – ci, 6 – cı mərtəbələrdə gizlin köçürmələr də vardır.

İkilik sistemdə *ədədlərin çıxılması əməliyyatında*, lazım olan hallarda, yüksək mərtəbədən “1” borc götürülür. Borc götürmə hər dəfə çıxılan dərəcədəki rəqəm uyğun azalan mərtəbədəki rəqəmdən böyük olduqda həyata keçirilir. Məsələn,

$$\begin{array}{r}
 101101 \quad - \text{azalan} \\
 - 010010 \quad - \text{çıxılan} \\
 \hline
 011011 \quad - \text{fərq}
 \end{array}$$

Burada çıxılanın 2-ci və 5-ci mərtəbələrində ədədlərin çıxılması zamanı uyğun olaraq azalanın 3 – cü və 6 – cı mərtəbələrindən borc alınmışdır.

Çıxma əməliyyatı rəqəm sistemlərində toplama əməliyyatı vasitəsilə yerinə yetirilir. Bu zaman çıxılan xüsusi kodlar vasitəsi ilə təsvir edilir. Belə kodlardan biri əks kod adlanır. Bu kod verilmiş ədədin bütün 0 simvollarını 1 simvolları ilə və 1 simvollarını 0 simvolları ilə əvəz etməklə alınır.

Rəqəm sistemlərində toplama və çıxma əməliyyatlarını yerinə yetirmək üçün mənfi ədədləri əks kodda, müsbət ədədləri isə adi ikilik kodda vermək daha məqsəduyğundur.

Çıxma əməliyyatı toplama əməliyyatı ilə əvəz edilən zaman çıxılan müsbət ədədirsə onu əks koda çevirmək, mənfidirsə onu adi kodla vermək lazımdır. Əgər nəticə mənfi ( $z = 1$ ) olarsa, o, əks kodla, müsbət ( $z = 0$ ) olarsa adi kodla göstərilir.

Əgər işarə mərtəbəsində köçürmə alınarsa, onu, yəni “1” simvolunu nəticənin kiçik mərtəbəsinə əlavə etmək lazımdır. Belə əlavə etmə *silsiləli (tsikli) köçürmə* adlanır. **Misal:**

$$\begin{array}{r}
 1) \quad \begin{array}{c|c} \text{İşarə} & \text{Say} \\ \hline Z_A \rightarrow 0 & 01100 \leftarrow A_2 = A_{10} = 12 \\ + & \\ Z_B \rightarrow 1 & 11011 \leftarrow \bar{B}_2 = B_{10} = -4 \\ \hline & -10 \quad | \quad 00111 \\ & \hline Z_C \rightarrow 0 & 01000 \leftarrow C_2 = C_{10} = 8 \end{array} \quad \rightarrow 1 \leftarrow \text{tsikli köçürmə}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l}
2) & \text{İşarə} & \text{Say} \\
& Z_A \rightarrow 0 & 01010 \leftarrow \bar{A}_2 = A_{10} = -21 \\
& - & \\
& Z_B \rightarrow 1 & 10001 \leftarrow \bar{B}_2 = B_{10} = -14 \\
& \hline
& 1 & 01010 \leftarrow \bar{A}_2 \\
& + & \\
& 0 & 01110 \leftarrow \bar{B}_2 \text{ (}\bar{B}_2 \text{ əks koda çevrilir)} \\
& \hline
& Z_C \rightarrow 1 & 11000 \leftarrow \bar{C}_2 = C_{10} = -7
\end{array}$$

Bu əməliyyatların yerinə yetirilməsi zamanı bir çox hallarda “əks” kod əvəzinə “əlavə” koddan istifadə edilir. Bu kod əks koddan onun kiçik mərtəbəsinə “1” əlavə etməklə alınır. Burada köçürməyə ehtiyac qalmır. Bütün mənfi saylar əlavə koddan verilir. Ədədin işarə mərtəbəsində yarana biləcək köçürmə nəzərə alınmır.

Çıxma əməliyyatı toplama əməliyyatı ilə əvəz olunduğundan çıxılan ədəd müsbət olduqda onu “əlavə” koddan, mənfi olduqda isə əlavə koddan adi koda keçməklə təsvir edirlər. Əgər nəticənin işarə mərtəbəsi  $Z = 1$  olarsa, onda alınan say mənfi və “əlavə” koddan verilmiş olur,  $Z = 0$  olarsa, alınan say müsbət və adi koddan verilmiş olur ( $\sim$  - ədədin əlavə kodunu göstərir).

**Misal,**

$$\begin{array}{r|l}
1) & \text{İşarə} & \text{Say} \\
& Z_A \rightarrow 0 & 01100 \leftarrow A_2 = A_{10} = 12 \\
& + & \\
& Z_B \rightarrow 1 & 11011 \leftarrow \bar{B}_2 = B_{10} = -4 \\
& \hline
& 10 & 00111 \\
& \hline
& Z_C \rightarrow 0 & 01000 \leftarrow C_2 = C_{10} = 8
\end{array}$$

$$\begin{array}{r|l}
2) & \text{İşarə} & \text{Say} \\
& Z_A \rightarrow 0 & 01010 \leftarrow \tilde{A}_2 = A_{10} = -21 \\
& - & \\
& Z_B \rightarrow 1 & 10001 \leftarrow \tilde{B}_2 = B_{10} = -14 \\
& \hline
& 1 & 01011 \leftarrow \tilde{A}_2 \\
& + & \\
& 0 & 01110 \leftarrow \tilde{B}_2 \\
& \hline
& Z_C \rightarrow 1 & 11001 \leftarrow \tilde{C}_2 = C_{10} = -7
\end{array}$$

İkilik ədədlərin vurulması əməliyyatı natamam hasillərin təşkil edilməsi və sonradan onların toplanması yolu ilə həyata keçirilir. Yəni, vurma əməliyyatı sürüşmə və toplama əməliyyatlarını birləşdirir. Vergülün vəziyyəti onluq ədədlərin vurulmasındakı kimi təyin edilir.

İkilik ədədlərin vurulması və bölünməsi əməliyyatlarını yerinə yetirmək üçün müxtəlif üsullardan istifadə edilir. Bu üsullardan daha geniş yayılanı

aşağıda verilir.  $2^k=2, 4, 8, 16,$  və s. ikilik ədədlərin vurulması və bölünməsi zamanı vurulan ədəd uyğun olaraq sola və ya sağa  $k= 1, 2, 3, 4,$  və s. mərtəbə sürüşdürülür. İkilik ədədlərin vurulmasının yüksək mərtəbələrdən başlayaraq vurulması üsulu daha tez-tez istifadə edilir. Bundan ötrü  $B_2$  vuruğu əvvəlcədən  $n_A$  mərtəbə qədər sola sürüşdürülür.  $N_A$  vurulan  $A_2$  ədədinin mərtəbələrinin sayıdır. Sonra vurulan ədədin kiçik  $a_0$  mərtəbəsinin qiyməti yoxlanılır. Əgər  $a_0=1$  olarsa, birinci  $R_1$  vuruğu  $A$  və  $B \cdot 2^{n_A}$  ədədlərinin hesab cəmlənməsi və cəmin sağa sürüşdürülməsi yolu ilə əmələ gəlir. Bu zaman cəmin sağ kənar mərtəbəsi mərtəbə torundan kənara çıxır və nəzərə alınmır. Əgər  $a_0=0$  olarsa, birinci  $R_1$  vuruğu ancaq sağa bir mərtəbə sürüşdürmə yolu ilə yaradılır. Bu zaman kənar sağ mərtəbə itirilir. Alınmış hasilin kiçik mərtəbəsinin  $(r_0)_1$  qiyməti yoxlanılır və  $R_1$  və  $B \cdot 2^{n_A}$  ədədlərinin cəmlənməsi  $((r_0)_1 = 0)$  yolu ilə vurmanın ikinci hissəsi formalaşır. Bu qayda ilə hissə-hissə vurma  $n_B$  dəfə təkrarlanır.  $N_B$  ədədi vurulanın mərtəbələrinin sayını göstərir. Sonuncu hissə-hissə hasil vurmanın  $C_2=R_{n_B}$  son nəticəsi olur. Beləliklə, ikilik ədədlərin vurulması cəmləmə və sürüşmə əməliyyatlarının ardıcıl olaraq yerinə yetirilməsi yolu ilə həyata keçirilir. Odur ki, vurma əməliyyatı cəmləmə və çıxma əməliyyatlarına nəzərən daha çox vaxt tələb edir.

**Məsələn:**

$$\begin{array}{r}
 1101 \leftarrow A_2 = A_{10} = 13, \quad n_A = n_B = 4, \\
 \times \\
 1011 \leftarrow B_2 = B_{10} = 11, \\
 \hline
 00001101 \rightarrow a_0 = 1 \text{ (cəmləmə və sürüşmə)}, \\
 + \\
 10110000 \leftarrow B_2 \cdot 2^{n_A}, \\
 \hline
 10111101 \rightarrow \text{cəmin sürüşməsi}, \\
 R_1 \rightarrow \underline{01011110} \rightarrow (r_0)_1 = 0 \text{ (sürüşmə)}, \\
 R_2 \rightarrow 00101111 \rightarrow (r_0)_2 = 1 \text{ (cəmləmə və sürüşmə)}, \\
 + \\
 10110000 \leftarrow B_2 \cdot 2^{n_A}, \\
 \hline
 11011111 \rightarrow \text{cəmin sürüşməsi}, \\
 R_3 \rightarrow 01101111 \rightarrow (r_0)_2 = 1 \text{ (cəmləmə və sürüşmə)}, \\
 + \\
 10110000 \leftarrow B_2 \cdot 2^{n_A}, \\
 \hline
 10001111 \rightarrow \text{cəmin sürüşməsi}, \\
 R_4 \rightarrow 10001111 \rightarrow C_2 = C_{10} = 143.
 \end{array}$$

İkilik ədədlərin bölünməsi onluq ədədlərin bölünməsinə uyğundur.

İkilik ədədlərin bölünməsi üçün çox vaxt bərpa olunmaqla bölmə üsulu ilə həyata keçirilir. Əgər bölünən  $A_2$  ədədi bölən  $B_2$  ədədindən böyük olarsa,  $A_2' < B_2$  şərtini əldə etmək üçün əvvəlcə  $A_2$  bölünəninin 1 mərtəbə sağa sürüşdürülməsi yolu ilə miqyaslanması yerinə yetirilir. Sonra  $A_2'$  ədədini bir



mərtəbə sola sürüşdürməklə  $2A_2'$  ədədi yaradılır və  $(2A_2' - B_2)$  çıxması yerinə yetirilir. Əgər alınmış aralıq  $R_1 = (2A_2' - B_2)$  qalığı mənfi işarəyə ( $Z_{R_1} = 1$ ) malik olarsa, qismətin yüksək mərtəbəsi  $S_{-1} = 0$ , müsbət işarəli olarsa,  $S_{-1} = 1$  olur.  $S_{-1} = 1$  olduqda  $R_1$  qalığı sağa sürüşdürməklə iki qat artır.  $S_{-1} = 0$  olduqda qalıq əvəzinə  $2A_2'$  ədədi istifadə olunur. Bu ədəd də iki qat artır. Alınmış  $2R_1$  və ya  $4A_2'$  ədədindən  $B_2$  ədədi yenidən çıxılır. Əgər  $R_2$  nəticəsi mənfidirsə qismətin sonrakı növbəti mərtəbəsi  $S_{-2} = 0$ , müsbətdirsə  $S_{-2} = 1$  olur.  $S_{-2}'$  qismətin  $k$ -cı işarəyə qədər dəqiqliklə almaq üçün bu əməliyyatlar  $k$  dəfə təkrarlanır. Bu zaman hər bir aralıq  $Z_{R_i}$  qalığı təhlil edilir və sonrakı qalıq  $R_{i+1} = (2X_i - B_2)$  fərqi təyin edilir. Burada  $Z_{R_i} = 0$  olduqda  $X_i = R_i$ ,  $Z_{R_i} = 1$  olduqda isə  $X_i = 2R_{i-1}$  olur ( $i = 0, 1, \dots, k$ ;  $X_0 = 2A_2$ ). Nəticədə  $A_2$  ədədinin  $B_2$  bölünməsindən  $S_2' = 0$ ,  $s_{-1}$ ,  $s_{-2}$ , ...,  $s_{-k}$  düzgün kəsr şəklində qismət və  $P_2' = P_k \cdot 2^{-k}$  bölmə qalığı alınır.  $S_2$  qisməti və  $P_2$  qalığının qiymətləri  $S_2'$  və  $P_2'$  ədədlərinin sola 1 mərtəbə sürüşməsinin köməyi ilə miqyasın bərpa olunması nəticəsində alınır.

$A_2 = 0,0111$  ədədinin  $B_2 = 0,1100$  ədədinə bölünməsi aşağıdakı kimi yerinə yetirilir.  $A_2 < B_2$  olduğundan miqyaslanmaya ehtiyac yoxdur.

$$\begin{array}{r}
 X_0 = 2A_2 \rightarrow 0,1110 \\
 \underline{B_2 \rightarrow 0,1100} \\
 R_1 = (2A_2 - B_2) \rightarrow +0,0010 > 0, s_{-1} = 1, \\
 X_1 = 2R_1 \rightarrow 0,0100 \\
 \underline{0,1100} \\
 R_2 = (2R_1 - B_2) \rightarrow -0,1000 < 0, s_{-2} = 0, \\
 X_2 = 4R_1 \rightarrow 0,1000 \\
 \underline{B_2 \rightarrow 0,1100} \\
 R_3 = (4R_1 - B_2) \rightarrow -0,0100 < 0, s_{-3} = 0, \\
 X_3 = 8R_1 \rightarrow 1,0000 \\
 \underline{B_2 \rightarrow 0,1100} \\
 R_4 = (8R_1 - B_2) \rightarrow 0,0100 > 0, s_{-4} = 0.
 \end{array}$$

Beləliklə, ədədlərin bölünməsi, çıxma və sürüşdürmə əməliyyatlarının ardıcıl olaraq yerinə yetirilməsi yolu ilə həyata keçirilir.

Vurma və bölmə əməliyyatları zamanı nəticənin işarəsi  $Z_A = Z_B = 1$  halında yaranan köçürmə nəzərə alınmadan, işarə dərəcələrinin cəmlənməsi ilə alınır.

İkilik say sistemində istənilən ədəd ikilik simvolların ardıcılığı kimi göstərilir.

$$x = a_m \cdot a_{m-1} \dots a_1 a_0, a_{-1} \cdot a_{-2} \dots$$

$a_i - 0$  və ya 1 simvollarıdır.

Bu yazılışı

$$x = a_m \cdot 2^m + a_{m-1} \cdot 2^{m-1} + \dots + a_1 \cdot 2^1 + a_0 \cdot 2^0 + \\ + a_{-1} \cdot 2^{-1} + a_{-2} \cdot 2^{-2} \dots$$

kimi də yazmaq olar.

**Məsələn** 110110101,101 ikilik ədədi

$$(110110101,101) = 1 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + \\ + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3}$$

bərabərliyi kimi yazıla bilər. Bu ədədin onluq say sistemindəki qiyməti

$$256 + 128 + 0 + 32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{8} = (437,625)_{10}$$

olur.

Göründüyü kimi, ikilik say sistemində mərtəbələrin sayı onluq say sistemində nəzərə alınmayan bir neçə dəfə çoxdur. Buna baxmayaraq, EHM və MP texnikası ikilik say sistemində əsaslanmışdır, çünki bu qurğularda iki dayanıqlı vəziyyətə malik element bazasından istifadə edilir.

Səkkizlik say sistemində 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 kimi 8 simvoldan istifadə olunur. Səkkizlik say sistemi ədədləri yığcam şəkildə yazmaq üçün əlverişlidir. Səkkizlik say sistemində istənilən ədəd aşağıdakı rəqəm ardıcılığı kimi göstərilə bilər:

$$x = b_i \cdot b_{i-1} \cdot \dots \cdot b_i \cdot b_0 \cdot b_{-1} \cdot b_{-2} \cdot \dots$$

Burada  $i$  0 - dan 7 - yə kimi qiymətlər alır. Bu yazılışı

$$x = b_i \cdot 8^i + b_{i-1} \cdot 8^{i-1} + \dots + b_1 \cdot 8^1 + b_0 \cdot 8^0 + b_{-1} \cdot 8^{-1} + b_{-2} \cdot 8^{-2} + \dots$$

şəklində də təsvir etmək olar. Məsələn:

$$(507,51)_8 = 5 \cdot 8^2 + 0 \cdot 8^1 + 7 \cdot 8^0 + 5 \cdot 8^{-1} + 1 \cdot 8^{-2}$$

Bu ədədin onluq say sistemindəki qiyməti

$$5 \cdot 16 + 7 \cdot 1 + 5 \cdot \frac{1}{8} + 1 \cdot \frac{1}{64} = 87 + \frac{41}{64} = (87,640625)_{10}$$

olur.

Onaltılıq say sistemində 16 simvoldan istifadə olunur. Bu say sistemini onluq say sistemindən fərqləndirmək üçün 10 – dan 15 - ə qədər olan ədədləri latın hərfləri ilə işarə edirlər: A(10), B(11), C(12), D(13), E(14), F(15).

Beləliklə, onaltılıq say sistemində ədədlər

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

simvolları ilə işarələnirlər. Burada istənilən ədəd aşağıdakı ardıcılıqla yazıla bilər.

$$x = a_i \cdot a_{i-1} \cdot \dots \cdot a_1 \cdot a_0 \cdot a_{-1} \cdot a_{-2}$$

Burada  $a_i$  0 – dan F(15) - ə kimi istənilən 16 qiymətdən birini ala bilər.

Bu yazılışı

$$x = a_i \cdot 16^i + a_{i-1} \cdot 16^{i-1} + \dots + a_1 \cdot 16^1 + a_0 \cdot 16^0 + a_{-1} \cdot 16^{-1} + a_{-2} \cdot 16^{-2}$$

yazmaq olar. Məsələn,  $(A5D, B)_{16}$  ədədinin

$$10 \cdot 16^2 + 5 \cdot 16^1 + 13 \cdot 16^0 + 11 \cdot 16^{-1}$$

kimi göstərmək olar. Bu ədədin onluq say sistemindəki qiyməti

$$10 \cdot 125 + 5 \cdot 16 + 13 \cdot 1 + 11 \cdot \frac{1}{16} = (2653,375)_{10}$$

olur

#### **1.4.2. Məntiq sabitləri və dəyişənləri. Bul cəbrinin əməliyyatları.**

Riyazi məntiq formal məntiqin bir hissəsidir və rəqəm qurğularının, EHM, MP texnikasının yaradılmasının nəzəri əsasını təmin edir. Riyazi məntiqin daha çox tətbiq olunan sahəsi cəbri məntiqdir. Bəzən buna cəbri məntiqin əsasını qoyan D. Bulun şərəfinə Bull cəbri də deyilir.

Bull cəbri riyazi sistem olub, iki anlayışla: həqiqi olan hadisə və həqiqi olmayan hadisə anlayışları ilə əməliyyat aparır. Bu anlayışlar ikilik say sistemində istifadə olunan rəqəmlərlə - uyğun olaraq məntiqi vahid və məntiqi sıfır adlanan “1” və “0” rəqəmləri ilə təsvir olunur. Bull cəbrinin bu iki elementi sabitlər (konstant) adlanır.

Cəbri məntiqin əsasını fikirlərin həqiqiliyi, qeyri həqiqiliyi və onlar arasında əlaqə anlayışları təşkil edir.

Söylənilən fikir və yaxud məntiqi arqument, mənasından asılı olaraq həqiqi və qeyri həqiqi olur.

Söylənilən fikrin mənası vəziyyətdən asılı olaraq dəyişə bilər, yəni fikir özünün həqiqi qiymətini dəyişə bilər. Məntiq nöqtəyi-nəzərindən söylənilən fikir üç cür ola bilər:

1. Daimi həqiqi olan fikirlər. Bunlar riyazi olaraq «1»-ə bərabər qəbul edilir. Məsələn, «günəş - işıq mənbəyidir», «sürət- zamana görə yolun törəməsidir», və s.

2. Daimi həqiqi olmayan fikirlər. Bunlar riyazi olaraq «0» -a bərabər qəbul edilir. Məsələn, «ay- istilik mənbəyidir», «qənd acıdır».

3. Müəyyən şəraitdən asılı olaraq həqiqi və qeyri həqiqi fikirlər. Bunlar riyazi olaraq «1» və ya «0»-a bərabər qəbul edilir. Məsələn, «həyətdə yağış yağır». Nə qədər ki, yağış yağır bu fikir «1»-ə, yağış kəsildikdən sonra «0»-a bərabər olur.

Fikirlər məzmununa görə sadə və mürəkkəb olurlar. Sadə fikirlər - yəni məntiqi arqument mürəkkəb fikrin - yəni məntiq funksiyasının tərkibinə daxil olur.

Rəqəm qurğusunun strukturunu və işləmə alqoritmini Bul cəbrinin köməyi ilə təsvir etmək üçün onun giriş, çıxış və daxili düyünlərinə ancaq iki qiymət alan bul dəyişənləri verilir. Bu dəyişənlər

$$\begin{aligned}x \neq 1 \text{ deyilsə } & x = 0 \\x \neq 0 \text{ deyilsə } & x = 1\end{aligned}$$

qiymətlərini alır. Ümumi halda məntiqi ifadə  $x$  məntiqi dəyişənlərin  $F(x)$  funksiyasından ibarətdir.

Əgər  $k$  sayda məntiqi dəyişənlər varsa, bu halda 0 və 1 qiymətlərindən təşkil edilmiş  $2^k$  sayda mümkün məntiq yığımları (funksiyalar) tərtib oluna bilər. Məsələn,  $k=1$  halında  $x=0$  və  $x=1$ ;  $k=2$  halında  $x_1x_2=00, 01, 10, 11$  qiymətlərini alır.

Hər bir məntiq dəyişənlər yığımları üçün  $F(x)$  funksiya da 0 və 1 kimi iki qiymət alır. Odur ki,  $k$  sayda dəyişənlər üçün  $f_k = 2^{2k}$  sayda müxtəlif məntiq funksiyaları tərtib oluna bilər.

$x$  dəyişənlərin (arqumentlərin) bütün mümkün  $f$  məntiq funksiyalarını üç əsas əməliyyatlarla - məntiqi inkar, məntiqi cəmləmə və məntiqi vurma əməliyyatları ilə tərtib etmək olar.

$x$  dəyişənlərin məntiqi inkarı elə  $F(x)$  funksiyasına deyilir ki,  $x$  həqiqət (1) olduqda  $F(x)$  qeyri həqiqət (0) və əksinə,  $x$  qeyri həqiqət olduqda  $F(x)$  həqiqət olsun. Bu məntiq riyazi olaraq

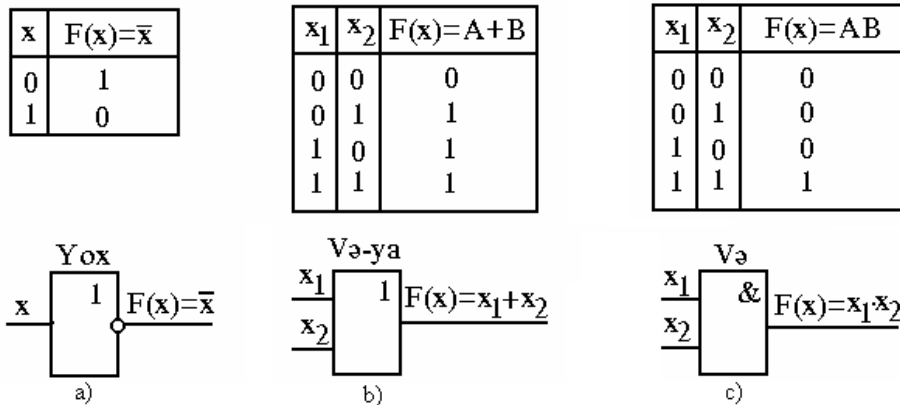
$$F(x) = \bar{x}$$

kimi yazılır.  $x$  dəyişəninin üstündəki xətt onun inkarını göstərir. İnkər əməliyyatı «Yox» ifadəsi ilə verilir. İnkər əməliyyatının işçi cədvəli və qrafiki işarəsi şəkil 1.6,a - da göstərilmişdir.

x dəyişənlərinin məntiqi cəmlənməsi elə  $F(x)$  funksiyasına deyilir ki, x dəyişənlərindən heç olmasa biri həqiqət (1) olduqda  $F(x)$  funksiyası da həqiqət (1) olsun. Bu məntiq riyazi olaraq

$$F(x) = x_1 + x_2 = x_1 \vee x_2$$

kimi yazılır və «Və-ya» ifadəsi ilə verilir. «Və- ya» əməliyyatı bəzən dizyunksiya ( $\vee$ ) əməliyyatı da adlanır. «Və- ya» əməliyyatının həqiqilik cədvəli və qrafiki işarəsi şəkil 1.6,b - də göstərilmişdir.



Şəkil 1.6. Məntiq funksiyalarının həqiqilik cədvəlləri və məntiq sxemlərindəki qrafiki işarələri

X dəyişənlərinin məntiqi vurulması elə  $F(x)$  funksiyasına deyilir ki, bütün x dəyişənləri eyni zamanda həqiqət (1) olduqda  $F(x)$  funksiyası da həqiqət olsun. Digər hallarda isə  $F(x)$  qeyri-həqiqət olur. Bu məntiq riyazi olaraq

$$F(x) = x_1 x_2 = x_1 \wedge x_2$$

kimi yazılır və «Və» ifadəsi ilə verilir. «Və» əməliyyatı bəzən konyunksiya ( $\wedge$ ) əməliyyatı da adlanır. «Və» əməliyyatının həqiqilik cədvəli və qrafiki işarəsi şəkil 1.6,c - də göstərilmişdir.

Əsas məntiq əməliyyatları üçün bir sıra aksiom və qanunlar mövcuddur. Bunlar cədvəl 1.2-də verilmişdir.

Məntiqi vurma üçün paylanma və inversiya qanunlarının riyaziyyatda analogları yoxdur və ancaq cəbri məntiq üçün xarakterikdir.

Cədvəldə göstərilən aksiom və qanunlardan iki nəticə alınır:

1. İkilik arqumentlərin və funksiyaların məntiqi cəmi özündə bir-birini inkar edən iki toplanana malikdirsə, onda bu cəm «1»-ə bərabərdir (həqiqətdir)

$$x + y + z + xyz + \bar{x}y + \bar{x} = 1$$

$$A + U + K + G + \bar{A} = 1$$

2. İkilik arqument və funksiyaların məntiqi hasilini bir-birini inkar edən iki vuruğa malikdirsə, onda bu hasil «0»-a bərabərdir (qeyri-həqiqətdir).

$$\begin{aligned}x \cdot y \cdot z \cdot \bar{x} &= 1 \\ A \cdot U \cdot K \cdot G \cdot \bar{A} &= 1\end{aligned}$$

Verilmiş aksiom və qanunlardan istifadə edərək yeni məntiq ifadələri almaq və həmçinin bu və ya başqa qanunu digərlərinin köməyi ilə isbat etmək olar. Məsələn, paylanmanın ikinci qanununun və 4-cü aksiomun köməyi ilə

$$x_1 + \bar{x}_1 \cdot x_2 = (x_1 + \bar{x}_1)(x_1 + x_2) = 1 \cdot (x_1 + x_2) = x_1 + x_2$$

çevrilməsini almaq olar.

Paylanmanın 1-ci qanunundan, 1-ci aksiomdan və qruplaşdırma qanunundan istifadə edərək udma qanununun formülünü isbat etmək olar:

$$x_1(x_1 + x_2) = x_1x_1 + x_1x_2 = x_1 + x_1x_2 = x_1(1 + x_2) = x_1 \cdot 1 = x_1.$$

Göründüyü kimi, aksiom və qanunlara əsasən məntiq funksiyalarını sadələşdirmək və lazım olan yazılışı almaq mümkündür.

Cədvəl 1.2

Adları	Riyazi ifadələri	
Aksiomlar	$I + x = I$ $0 \cdot x = 0$	1
	$0 + x = x$ $I \cdot x = x$	2
	$x + x = x$ $x \cdot x = x$	3
	$x + \bar{x} = I$ $x \cdot \bar{x} = 0$	4
	$x = x$	5
Kommutativlik qanunu (yerdəyişmə)	$x_1 + x_2 = x_2 + x_1$ $x_1 \cdot x_2 = x_2 \cdot x_1$	6
Assosiativlik qanunu (qruplaşdırma)	$x_1 + x_2 + x_3 = x_1 + (x_2 + x_3)$ $x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 = x_1 \cdot (x_2 \cdot x_3)$	7
Distributivlik qanunu (paylama)	$x_1 \cdot (x_2 + x_3) = x_1 \cdot x_2 + x_1 \cdot x_3$ $x_1 + (x_2 \cdot x_3) = (x_1 + x_2)(x_1 + x_3)$	8
Duallıq qanunu De-Morqan teoremi İnversiya qanunu	$\overline{x_1 + x_2} = \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2$ $\overline{x_1 \cdot x_2} = \bar{x}_1 + \bar{x}_2$	9
Udma qanunu	$x_1 + x_1 \cdot x_2 = x_1$ $x_1(x_1 + x_2) = x_1$	10

Qruplaşdırma qanunundan istifadə edərək istənilən çoxdəyişənli ( $k>2$ ) məntiq funksiyasını iki dəyişənli funksiyaların kombinasiyaları şəkilində təsvir etmək olar.

İki dəyişənli  $2^{2 \cdot 2}=16$  məntiq funksiyalarının bütün variantları cədvəldə verilmişdir. Hər bir funksiya iki dəyişən üzərində aparıla biləcək 16 mümkün məntiq əməliyyatlarından birini göstərir. Bu funksiyaların hər birinin öz adı və şərti işarəsi vardır. Məsələn, «Və ya» əməliyyatı yerinə yetirilən zaman iki dəyişənin qeyri-bərabərliyi siqnalı alınır:  $x_1 \neq x_2$  olduqda  $F_6=1$ ,  $x_1=x_2$  olduqda isə  $F_6=0$  olur.

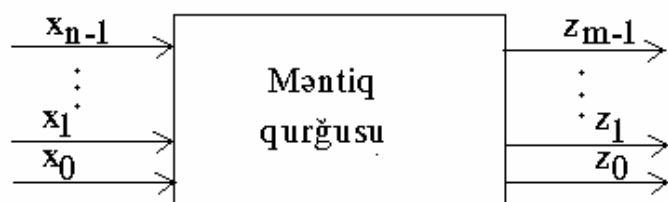
Cədvəl 1.3-də mürəkkəb funksiyalar inversiya, düzyunksiya və konyunksiya kimi elementar əməliyyatlar vasitəsilə verilmişdir.

Cədvəl 1.3

№	0	0	1	1	Şərti işarə və cəbri ifadə	Funksiyanın adı
F <sub>0</sub>	0	0	0	0	$\Phi_0 = 0$	Sabit «0»
F <sub>1</sub>	0	0	0	1	$\Phi_1 = x_1 x_2$	Konyunksiya
F <sub>2</sub>	0	0	1	0	$\Phi_2 = x_1 = x_2 = x_1 x_2$	Qadağa
F <sub>3</sub>	0	0	1	1	$\Phi_3 = x_1$	$x_1$ -yə eynilik
F <sub>4</sub>	0	1	0	0	$\Phi_4 = x_2 = x_1 = \bar{x}_1 x_2$	Qadağa
F <sub>5</sub>	0	1	0	1	$\Phi_5 = x_2$	$x_2$ -yə eynilik
F <sub>6</sub>	0	1	1	0	$\Phi_6 = x_1 \oplus x_2 = x_1 \bar{x}_2 + \bar{x}_1 x_2$	Yalnız «Vaxud» (qeyri bərabərlik)
F <sub>7</sub>	0	1	1	1	$\Phi_7 = x_1 + x_2$	Dizyunksiya
F <sub>8</sub>	1	0	0	0	$\Phi_8 = x_1 \downarrow x_2 = \overline{x_1 + x_2}$	Pirs oxu «Vaxud-yox»
F <sub>9</sub>	1	0	0	1	$\Phi_9 = x_1 \approx x_2 = x_1 x_2 + \bar{x}_1 \bar{x}_2$	Ekvivalentlik (bərabər qiymətli)
F <sub>10</sub>	1	0	1	0	$\Phi_{10} = \bar{x}_2$	$x_2$ -nin inkarı
F <sub>11</sub>	1	0	1	1	$\Phi_{11} = x_2 \rightarrow x_1 = x_1 + x_2$	$x_2$ -dən $x_1$ -ə olan implikasiya
F <sub>12</sub>	1	1	0	0	$\Phi_{12} = \bar{x}_1$	$x_1$ -in inkarı
F <sub>13</sub>	1	1	0	1	$\Phi_{13} = x_1 \rightarrow x_2 = x_1 + x_2$	$x_1$ -dən $x_2$ -ə olan implikasiya
F <sub>14</sub>	1	1	1	0	$\Phi_{14} = x_1 / x_2 = \overline{x_1 x_2}$	Şeffər funksiyası (ştrixi) (Və-yox)
F <sub>15</sub>	1	1	1	1	$\Phi_{15} = 1$	Sabit 1

**1.4.3. Cəbri məntiq funksiyalarının yazılış qaydaları.** Girişində  $n$ -mərtəbəli  $x_{n-1} \dots x_1 x_0$  ikilik kod, çıxışında uyğun olaraq  $m$ -mərtəbəli  $z_{m-1} \dots z_1 z_0$  ikilik kodu olan hər hansı məntiq qurğusuna baxaq (şəkil 1.7).

Bu qurğunun işini təsvir etmək üçün  $m$  çıxış dəyişənlərindən hər bir  $z_i$  dəyişənin giriş  $x_{n-1} \dots x_1 x_0$  ikilik kodundan asılılığını müəyyən etmək lazımdır.



Şəkil 1.7. Məntiq qurğusunun ümumiləşmiş sxemi

Çıxış  $z_i$  dəyişənlərin cəbri məntiqin əməliyyatları vasitəsilə giriş  $x_{n-1} \dots x_1 x_0$  dəyişənləri yığımından olan asılılığı cəbri məntiq funksiyası (CMF) adlanır. Bu asılılıq bəzən açar (çevirmə) funksiyası adlanır. Bu funksiyanın verilməsi  $x_{n-1} \dots x_1 x_0$  dəyişənlərinin bütün mümkün kombinasiyaları üçün  $z_i$  qiymətini müəyyən etmək deməkdir. Odur ki,  $n$ -mərtəbəli  $x_{n-1} \dots x_1 x_0$  ikilik kodu üçün  $z_i$  dəyişəninin  $2^n$  sayda müxtəlif qiymətləri mümkündür.

$2^n$  sayda qiymətləri verilən funksiya tam təyin edilmiş funksiya adlanır. Qiymətlərinin bir hissəsi verilməyən funksiya bir hissəsi təyin edilən və ya qeyri müəyyən funksiya adlanır.

Qurğunun iş şəraitindən (prinsipindən) asılı olaraq, bəzən müəyyən giriş kodunun verilməsi mümkün olmur və bu səbəbdən CMF-nin qiyməti bu kodlarda verilmir. Bu zaman funksiyanın fakültativ (qeyri-məcburi), mütləq olmayan və təsadüfi verilə bilən qiymətləri yaranır. Bu qiymətlərə uyğun gələn giriş kodları qadağan olunmuş adlanırlar.

İş prinsipi CMF-nin köməyi ilə təsvir olunan qurğular məntiq qurğuları adlanır.

CMF müxtəlif üsullarla təsvir olunur. Bu üsullara funksiyanın sözlə, həqiqilik (doğruluq) cədvəli şəklində, cəbri ifadələrlə, onluq say ardıcılığı və kub formalı kompleks təsviri üsulları aid edilə bilər.

CMF-nin sözlə təsviri: məs., üç dəyişənli məntiq funksiyası o zaman 1 qiymət alır ki, giriş dəyişənlərindən heç olmasa ikisi 1-ə bərabər olsun. Sözlə təsvir, adətən məntiq qurğusunun işinin ilkin, başlanğıc hallarında istifadə edilir.

CMF-nin həqiqilik (doğruluq) cədvəli şəklində təsviri: Giriş dəyişənlərinin bütün mümkün kombinasiyalarından və onlara uyğun çıxış  $z_i$  dəyişənlərindən ibarət cədvəl həqiqilik (vəziyyətlər, doğruluq) cədvəli adlanır. Ümumi halda bu cədvəl  $2^n$  sətir və  $m+n$  sütunlardan ibarət olur ( $n$  – kodun mərtəbələrinin sayıdır;  $m$  – çıxış dəyişənlərinin sayıdır). Məs., əvvəlki məntiq funksiyası üçün həqiqət (doğruluq) cədvəli aşağıdakı kimi verilə bilər.

CMF-nin cəbri ifadə şəklində təsviri: cəbri ifadə şəklində təsvir olunan CMF üçün iki standart yazılışdan: dizyunktiv və konyunktiv normal formalardan istifadə edilir.



$X_2$	$X_1$	$X_0$	$Y$
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Dizyunktiv normal forma elementar məntiq hasillərinin məntiqi cəminə deyilir:  $Y = X_0 \cdot X_1 + X_0 \cdot X_2 + X_1 \cdot X_2$ . Elementar məntiq hasillərində arqument və ya onun inkarı bir dəfə iştirak edir. Bu formanı məntiq cədvəlindən aşağıdakı alqoritmdən istifadə etməklə almaq olar:

a) dəyişənlərin, CMF vahid olan hər bir yığımı üçün giriş dəyişənlərinin elementar məntiq hasilləri yazılır. Burada qiyməti sıfır olan dəyişənlər inkar formasında yazılır. Alınmış hasil vahidlər konstituentləri adlanır;

b) bütün vahidlər konstituentləri məntiqi olaraq cəmlənir.

Məsələn,

$$y(x_2, x_1, x_0) = \bar{x}_2 x_1 x_0 + x_2 \bar{x}_1 x_0 + x_2 x_1 \bar{x}_0 + x_2 x_1 x_0$$

Vahidlər konstituentlərinin məntiqi cəmlənməsi yolu ilə alınan dizyunktiv normal forma mükəmməl dizyunktiv normal forma (MDNF) adlanır.

Konyunktiv normal forma elementar məntiq cəmlərinin məntiqi hasilinə deyilir. Elementar məntiq cəmlərində arqument və ya onun inkarı bir dəfə iştirak edir. Bu forma məntiq cədvəlindən aşağıdakı alqoritmdən istifadə etməklə almaq olar:

a) dəyişənlərin, CMF-ı 0-a bərabər olan hər bir yığımı üçün giriş dəyişənlərinin elementar məntiq cəmləri yazılır. Burada 1-ə bərabər olan dəyişənlər inkar formasında yazılır. Alınmış cəm sıfırlar konstituentləri adlanır;

b) bütün sıfırlar konstituentləri məntiqi olaraq vurulur.

Məsələn:

$$y(x_2, x_1, x_0) = (\bar{x}_2 + x_1 + x_0)(x_2 + \bar{x}_1 + x_0)(x_2 + x_1 + \bar{x}_0)(x_2 + x_1 + x_0)$$

Sıfırların konstituentlərinin məntiqi cəmlənməsi yolu ilə alınan konyunktiv normal forma mükəmməl konyunktiv normal forma (MKNF) adlanır.

Baxılan metodikalar funksiyanın özü üçün yazılışın riyazi formasını almağa imkan verir. Bəzən CMF-nin özünü yox, onun inkarını tətbiq etmək

faydalı olur. Bu halda yuxarıda göstərilən yazılışda funksiyanın MDNF üçün sıfır, MKNF üçün isə vahid qiymətlərini götürmək lazımdır.

Məsələn: MDNF üçün

$$\bar{y}(x_2, x_1, x_0) = \bar{x}_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0 + \bar{x}_2 \bar{x}_1 x_0 + \bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0 + x_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0$$

MKNF üçün

$$\bar{y}(x_2, x_1, x_0) = (\bar{x}_2 + \bar{x}_1 + \bar{x}_0)(\bar{x}_2 + \bar{x}_1 + x_0)(\bar{x}_2 + x_1 + \bar{x}_0)(x_2 + \bar{x}_1 + \bar{x}_0)$$

CMF-nin onluq ədədlər ardıcılığı şəklində təsviri: Bəzən yazılışın qısaltılması məqsədi ilə CMF onluq rəqəmlər ardıcılığı şəklində təsvir edilir. Bu zaman uyğun vahid və ya sıfır konstituentlərinin ikilik kodlarının onluq ekvivalentlərini ardıcıl olaraq yazırlar.

Məsələn, MDNF və MKNF üçün yuxarıda göstərilən CMF-nin ardıcıl onluq ədədlər şəklində yazılışına baxaq.

MDNF üçün axırıncı vahid konstituent  $(x_2, x_1, x_0)$  cədvəldəki 011 koduna uyğun gəlir. Bu kodun onluq ekvivalenti 3-ə bərabərdir. Digər konstituentlər də bu qayda ilə yazılır:

$$y(x_2, x_1, x_0) = \sum (7, 6, 5, 3) = \vee (7, 6, 5, 3)$$

$$y(x_2, x_1, x_0) = \Pi (4, 2, 1, 0) = \wedge (4, 2, 1, 0)$$

CMF-nin kub kompleksləri şəklində təsviri: CMF-nin kub kompleksləri şəklində təsviri geniş tətbiq edilir. Bu cür təsvir nisbətən az sayda simvollarından istifadə etməyə imkan verir ki, bu da rəqəm İS və qurğuların layihələndirilməsinin avtomatlaşdırılması prosesini asanlaşdırır.

Kub formasının əsasını hər bir giriş dəyişənləri yığımını n-ölçülü vektor şəklində təsvir edilməsi təşkil edir. Bu vektorların təpələri (ucları) həndəsi olaraq n-ölçülü kubun təpələri kimi təsvir edilə bilər. Vektorların təpələrini (uclarını) CMF vahid olan nöqtələrlə qeyd edərək funksiyanın kub şəklində həndəsi təsvirini alırıq.

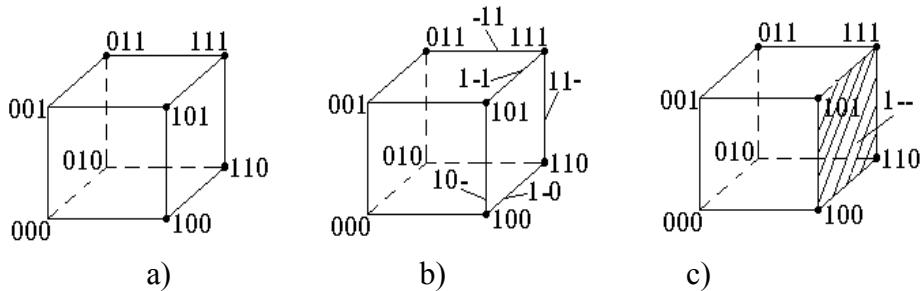
**Məsələn**,  $z(x_2, x_1, x_0) = \sum (3, 4, 5, 6, 7)$  CMF-1 üçün kub şəklində həndəsi təsvir şəkil 1.8,a-da göstərilmişdir.

Göründüyü kimi, kubun tilinin sonunda yerləşən dəyişənlər yığımı ancaq bir dəyişənlə fərqlənir. Belə yığımlar (kodlar) qonşu yığımlar adlanır. Kubun, funksiyanın 1 qiymətini alan hər bir təpəsi sıfır kub (0-kub) adlanır. 0-kublar, onun giriş dəyişənlərinin əmələ gətirdiyi ardıcılığı ilə, yəni vahid konstituentlərə uyğun gələn kodla yazılır. 0-kublar çoxluğu CMF-nin 0-kubik kompleksini  $K_0$  əmələ gətirir.

Əgər  $K_0$  kompleksinin iki 0-kubu biri-birindən ancaq bir koordinatla (dəyişənlə) fərqlənirsə, yəni CMF vahid olan iki dəyişənlər yığımı qonşu olurlar və onlar vahid kub (1-kub) əmələ gətirirlər. Həndəsi olaraq bu, n-ölçülü kubun ilkin (başlanğıc) tilinə uyğun gəlir (şəkil 1.8,b). 1- kub, onu əmələ gətirən 0-kubların ümumi elementləri ardıcılığı ilə (uyğun gəlməyən elementləri xətləməklə) yazılır. 1- kublar çoxluğu vahid kubik kompleks  $K_1$  əmələ gətirir.

Analoji olaraq,  $K_1$  kompleksinin iki 1- kubu bir koordinatla fərqlənərsə, bu 1-kublar ikilik kub (2- kub) əmələ gətirir. Həndəsi olaraq bu başlanğıc n-ölçülü kubun tərəfinə uyğun gəlir (şəkil 1.8,c). 2- kublar, onu əmələ gətirən 1-kubların ümumi elementləri (uyğun gəlməyən elementləri xətləməklə) ardıcılığı ilə yazılır. 2- kublar çoxluğu ikilik kubik kompleks  $K_2$  əmələ gətirir, və s.

Məsələn, əvvəlki nümunədə göstərilən CMF üçün kubik kompleksini yazsaq. Sıfır kubik kompleks CMF-nin vahid konstituentlərinin (kontinentlərinin) sayına görə beş üzvə malikdir.  $K_0=(011, 100, 101, 110, 111)$ .



Şəkil 1.8. CMF üçün kub şəklində həndəsi təsvir

Yazılmış 0- kubları müqayisə edərək görürük ki, 1- ci və 5-ci kublar ancaq birinci üzvü ilə fərqlənirlər. Odur ki, onlar  $-11$  şəklində 1- kub əmələ gətirilir. Analoji olaraq, 2- ci və 3- cü 0- kublar  $10-$  şəklində 1- kub əmələ gətirilər və s.. Verilmiş CMF-nin vahid kubik kompleksini  $K_1 = (-11, 10-, 1-0, 11-, 1-1)$  şəklində olur.

Analoji olaraq, bir 2- kubdan ibarət olan ikilik kubik kompleks almaq olar:  $K_2=(1--)$ .

Göründüyü kimi, kubun ölçüsü (onun rəngi) uyğun gəlməyən koordinatların sayı ilə, yəni onun yazılışındakı xətlərin sayı ilə təyin edilir.

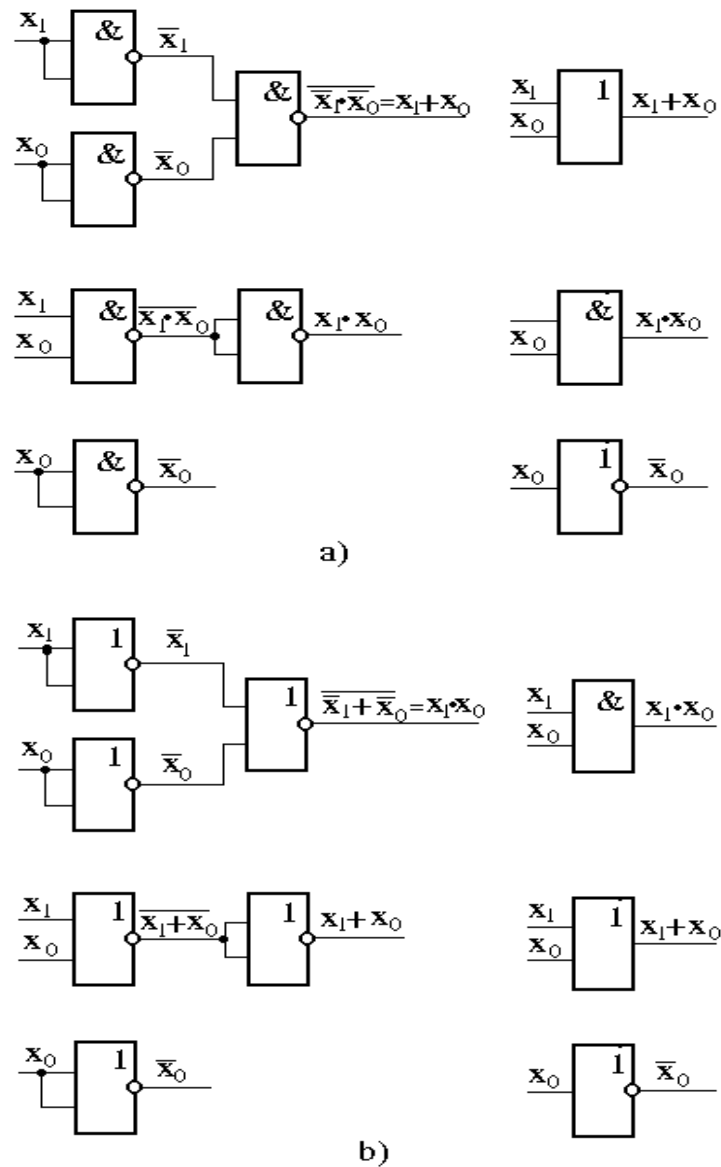
$K_0, K_1, K_2, \dots, K_m$  kubik komplekslərin birləşməsi p-dəyişənli CMF üçün onun  $K(z)=\vee(K_0, K_1, \dots, K_m)$  kubik kompleksini əmələ gətirir.

**1.4.4. Məntiq əməliyyatlarında ikilik prinsipi.** «Və» və «Və yaxud» məntiq əməliyyatları üçün həqiqilik cədvəlini müqayisə etdikdə aydın olur ki, «Və» əməliyyatını müəyyən edən bütün dəyişənləri və funksiyaları onların inkarı ilə əvəz etdikdə və vurma işarəsini cəmləmə işarəsi ilə dəyişdirdikdə «Və ya» əməliyyatı yerinə yetirilmiş olur. Belə ki,

$x_1 x_0 = z$  olarsa,  $\bar{x}_1 + \bar{x}_2 = z$  ;

$x_1 + x_0 = z$  olarsa,  $\bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 = z$  yazmaq olar.

Məntiq vurmanın və cəmləmənin bu cür qarşılıqlı çevrilməsi xüsusiyyəti ikilik prinsipi adlanır. Bu prinsip məntiq funksiya və sxemləri «Və» və «Yox» və ya «Və ya» və «Yox» kimi iki tip əməliyyatların köməyi ilə tərtib etməyə imkan verir. Təcrübədə bu əməliyyatları birləşdirən «Və - yox» və «Və ya - yox» elementlərindən geniş istifadə edilir. Bu elementlər uyğun olaraq Şeffər ştrixi və Pirs oxu adlanır. Bu elementlərin hər birinin köməyi ilə istənilən mürəkkəb məntiq funksiyasını və ya sxemini tərtib etmək olar. Məs., «Və - yox» (a) və «Və ya - yox» (b) elementlərinin hər birinin köməyi ilə «Və», «Və ya» və «Yox» əməliyyatlarını aşağıdakı kimi yerinə yetirmək olar (şəkil 1.9).



Şəkil 1.9. «Və», «Və ya» və «Yox» əsas məntiq əməliyyatlarının a) «2Və - yox» və «2Və ya - yox» elementləri bazasında yerinə yetirilməsi sxemləri.

**1.4.5. Cəbri məntiq funksiyalarının minimallaşdırılması.** Siqnalların verilmiş çevrilmə alqoritmlərini həyata keçirən məntiq sxeminin sintezini, qeyd edildiyi kimi, MDNF və MKNF formasında verilən ifadələrin köməyi ilə yerinə yetirmək olar. Lakin bu zaman alınan məntiq sxemi, onun həyata keçirilməsi nöqtəyi-nəzərindən optimal olmur. Odur ki, başlanğıc CMF minimallaşdırılır.

Məntiq qurğularının minimallaşdırılmasında məqsəd, onun texniki cəhətdən həyata keçirilməsi dəyərini aşağı salmaqdan, mürəkkəb sxemlərin daxili strukturunun universallığını və xarici çıxışların sayının azaldılmasını əldə etməkdən, etibarlılığını artırmaqdan və elementar məntiq elementlərinin sayının azaldılmasından ibarətdir.

Elementar məntiq elementlərinin sayının azaldılması kriterisinə görə CMF-nin minimallaşdırılması üsullarına baxaq.

CMF-nin minimallaşdırılmasının daha sadə üsulu, onun kubik təsvirindən istifadə edilməsinə əsaslanmışdır. İstənilən  $n$ -dəyişənli məntiq funksiyası özünün  $K_0, K_1, \dots, K_{n-1}$  kubik komplekslərindən yaranan  $K(z)$  kubik kompleksi ilə xarakterizə olunur.  $K(z)$  kubik kompleksindən həmişə  $K_0$  kompleksinin hər bir üzvü, yəni kubun təpəsi (ucu)  $P(z)$  çoxluğundakı heç olmasa bir kuba daxil olan  $P(z)$  kublar çoxluğunu ayırmaq olar.  $P(z)$  kublar çoxluğu  $K(z)$  kubik kompleksinin və ya məntiq funksiyasının örtüyü adlanır. Buradan görünür ki, istənilən CMF üçün bir neçə örtük mövcuddur. Hər bir  $P(z)$  örtüyünə, o cümlədən hər bir kompleksin özünə CMF-nin ayrılmış kublarına uyğun gələn məntiq vuruqlarının məntiq cəmlənməsi yolu ilə alınan dizyunktiv normal forma uyğun gəlir.

**Misal 1.5.1.** Kubik komplekslər üçün verilmiş nümunədən istifadə edərək CMF-nin örtüyünü tapan.

CMF-nin kubik kompleksi

$$K(z) = (011; 100; 101; 110; 111; -11; 11-; 1-1; 10-; 1-0; 1--)$$

şəklindədir.

Sıfır kubik kompleksə kubun bütün ucları daxildir (şəkil 1.9). Odur ki, bu funksiyanın

$$P_1(z) = K_0 = (011; 100; 101; 110; 111)$$

örtüyünü əmələ gətirir.

Kubun bütün ucları həmçinin  $K_1$  vahid kubik kompleksə daxildir. Odur ki, bu da CMF-nin

$$P_2(z) = K_1 = (-11; 11-; 1-1; 10-; 1-0)$$

örtüyünü əmələ gətirir.

Beləliklə, müxtəlif rəngli kubların ucları üçün CMF-nin aşağıdakı örtüklərini yazmaq olar:

$$P_3(z) = K_2 = (011; 11-; 10-),$$

$$P_4(z)=K_3=(-11; 1-1; 1-0),$$

$$P_5(z)=K_4=(011; 1--),$$

$$P_6(z)=K_5=(-11; 1--) \text{ və s.}$$

Göstərilən örtüklərə uyğun dizyunktiv normal formalar üçün aşağıdakıları yazmaq olar:

$$z_1(x) = \bar{x}_2 x_1 x_0 + x_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0 + x_2 \bar{x}_1 x_0 + x_2 \bar{x}_0 x_1 + x_2 x_1 x_0$$

$$z_2(x) = x_1 x_0 + x_2 x_1 + x_2 x_0 + x_2 \bar{x}_1 + x_2 \bar{x}_0$$

$$z_3(x) = \bar{x}_2 x_1 x_0 + x_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1$$

$$z_4(x) = x_1 x_0 + x_2 x_0 + x_2 \bar{x}_0$$

$$z_5(x) = \bar{x}_2 x_1 x_0 + x_2$$

$$z_6(x) = x_1 x_0 + x_2$$

Bu cür alınmış DNF «örtüyün qiyməti» ( $\bar{O}_q$ ) anlayışı ilə xarakterizə olunur. Bu qiymət örtüyü təşkil edən bütün kubların qiymətləri cəminə bərabərdir. Öz növbəsində, n-dəyişənli CMF-nin bir r-kubunun qiyməti giriş dəyişənlərinin tam sayı ilə uyğun kubun rancı (r) fərqinə bərabərdir:  $\bar{O}_{q,k} = n - r$ . Beləliklə, 3 dəyişənli CMF üçün 0- kubun qiyməti 3, 2- kubun qiyməti 10 olur.

Deyilənlərə uyğun olaraq, CMF-nin minimallaşdırılması məsələsi  $K(z)$  kubik kompleksin minimum qiymətə malik  $P(z)$  örtüyünün axtarışına gətirib çıxarır.

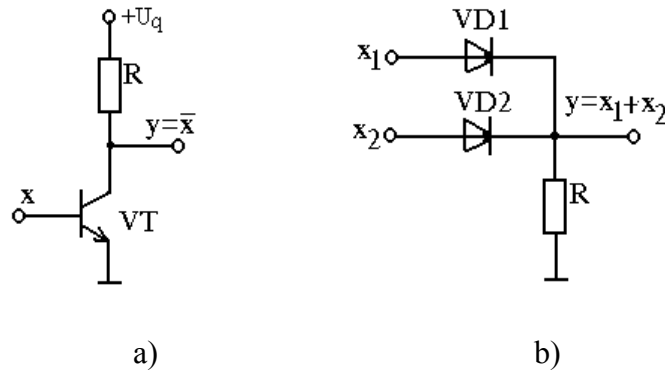
$K(z)$  kompleksinin minimum qiymətə malik  $P(z)$  örtüyü  $K_{\text{vayn}}$  örtüyü adlanır. DNF-nin buna uyğun örtüyü minimal DNF adlanır.

**1.4.6. Əsas məntiq elementləri.** «Yox» məntiq elementi  $\Phi(x) = \bar{x}$  inkar funksiyasını yerinə yetirir və tranzistor üzərində yaradılan açar sxemindən ibarətdir (şəkil 1.10,a).

Sxemin girişinə «0» səviyyəli gərginlik verdikdə tranzistor bağlanır, onun emitter-kollektor keçidinin müqaviməti  $R_k$  müqavimətinə nəzərən çox böyük olur. Odur ki,  $E_k$  qida gərginliyinin çox hissəsi tranzistorun kollektor emitter keçidində düşür, yəni kollektorda - çıxışda «1» səviyyəli gərginlik alınır. Girişə «1» səviyyəli siqnal verdikdə tranzistor açılır və doyma rejimində işləyir. Bu rejimdə kollektor - emitter keçidinin müqaviməti çox kiçik olur və onda düşən gərginlik də «0» səviyyəli gərginliyə uyğun gəlir.

«Və-ya» (YAXUD) məntiq elementi  $F(x) = x_1 + x_2$  funksiyasını yerinə yetirir və diodlar üzərində yaradıla bilər (şəkil 1.10,b). «Və-ya» məntiq elementinin girişlərindən heç olmasa birinə «1» səviyyəli gərginlik verdikdə uyğun diod açılır və ondan axan cərəyan  $R$  müqavimətində «1» səviyyəli gərginlik düşküsü yaradır. Bütün girişlərə «0» səviyyəli gərginlik verdikdə

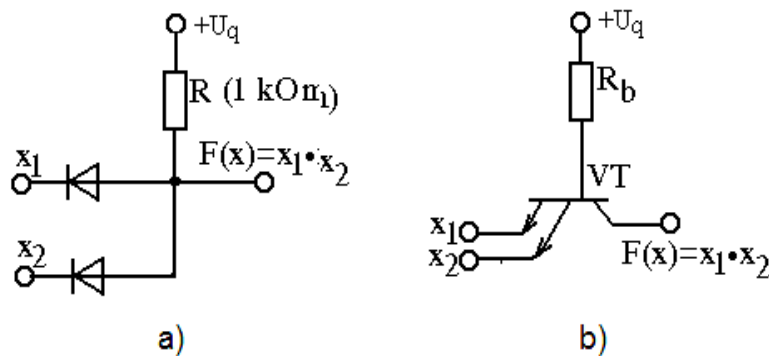
diodlar bağlıdır, R müqavimətindən cərəyan axmır və bu rezistorda gərginlik düşküsü də «0» səviyyəsinə uyğun olur.



Şəkil 1.10. «Yox» (a) və «Və ya» (b) məntiq elementləri

«Və» məntiq elementi  $F(x) = x_1 x_2$  məntiq funksiyasını yerinə yetirir və diodlar, çoxemitterli tranzistorlar üzərində yaradıla bilər (şəkil 1.11).

Girişlərdən heç olmasa birində «0» səviyyəli gərginlik olduqda uyğun diod açılır, onun düzünə müqaviməti kəskin azalır və onda düşən gərginlik də «0» səviyyəsinə uyğun gəlir (şək. 1.11,a). Bütün girişlərdə eyni zamanda «1» səviyyəli gərginlik olduqda diodun anod-katod aralığında potensial fərqi azalır, diodlar bağlanır və onların düzünə müqavimətləri artır. Onlarda düşən gərginlik «1» səviyyəli gərginliyə uyğun olur.



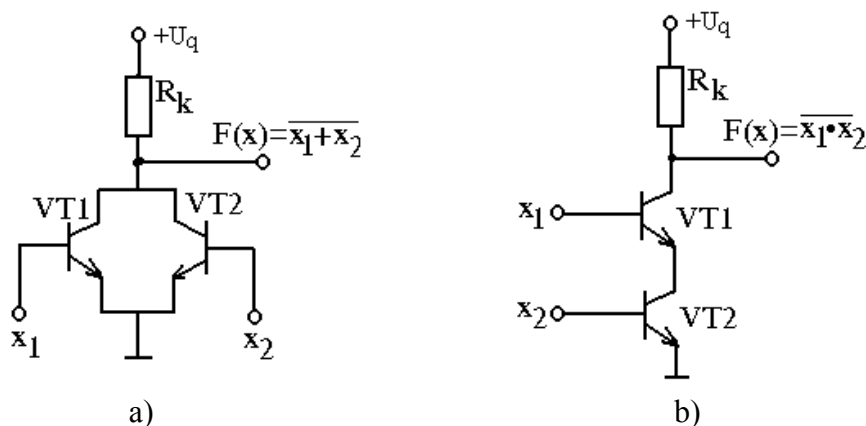
Şəkil 1.11. «Və» məntiq elementləri: a) diodlar əsasında; b) çoxemitterli tranzistor əsasında qurulan məntiq elementi.

Çoxemitterli tranzistor halında (şək. 1.11,b) heç olmasa emitterlərin birində «0» səviyyəli siqnal olduqda uyğun emitter keçidi açılır və  $E_b$  gərginliyinin yaratdığı cərəyan bu keçiddən axır. Kollektor keçidindən cərəyan axmır və kollektor çıxış gərginliyi də «0» səviyyəli gərginliyə uyğun olur.

Bütün emitterlərə eyni zamanda «1» səviyyəli gərginlik verildikdə keçidlər bağlı olur.  $E_b$  gərginliyinin yaratdığı cərəyan kollektor dövrəsindən axır və onda «1» səviyyəli gərginlik yaradır.

«Yaxud - yox» məntiq elementi  $\Phi(x) = \overline{x_1 + x_2}$  funksiyasını yerinə yetirir və paralel qoşulmuş tranzistorlar üzərində yaradıla bilər (şəkil 1.12,a).

Girişlərin heç olmasa birində «1» səviyyəli siqnal olduqda uyğun tranzistor açılır, onun kollektor-emitter keçidinin müqaviməti çox kiçik olur və digər bağlı tranzistoru şuntlayır (qapayır). Kollektorda düşən gərginlik də «0» səviyyəli gərginliyə uyğun gəlir. Bütün girişlərdə eyni zamanda «0» səviyyəli siqnal olduqda bütün tranzistorlar bağlanır və ümumi kollektordakı gərginlik də «1» səviyyəli gərginliyə uyğun olur.



Şəkil 1.12. «Yaxud - yox» (a) və «Və - yox» (b) məntiq elementləri

«Və - yox» məntiq elementi  $\Phi(x) = x_1 x_2$  funksiyasını yerinə yetirir və ardıcıl qoşulmuş tranzistorlar üzərində yaradıla bilər (şəkil 1.13,b). Girişlərin heç olmasa birində «0» səviyyəli siqnal olduqda uyğun tranzistor bağlanır, kolektor-emitter keçidinin müqaviməti çox böyük olur. Kollektorda düşən gərginlik «1» səviyyəli siqnala uyğun gəlir. Bütün girişlərdə eyni zamanda «1» səviyyəli siqnal olduqda isə bütün tranzistorlar açılır, onların emitter-kollektor keçidlərinin müqavimətləri çox azalır və onlarda ayrılan gərginlik «0» səviyyəli gərginliyə uyğun gəlir.



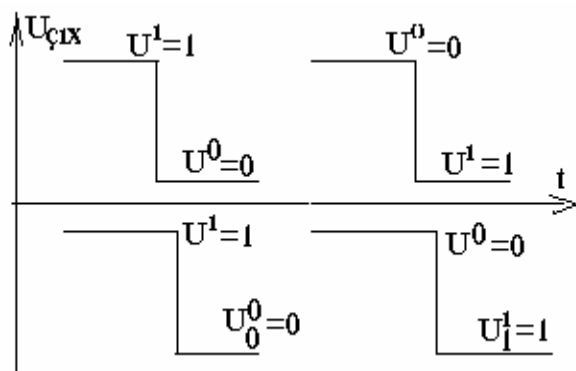
## FƏSİL 2. BAZA MƏNTİQ ELEMENTLƏRİ

### 2.1. Məntiq dəyişənlərinin elektrik siqnalları ilə təsviri üsulları

Elektrik sxemlərində məntiq argument və funksiyalarının qiymətlərinə gərginlik və cərəyanların müxtəlif qiymətləri uyğunlaşdırıla bilər. Bu qiymətlər qərarlaşmış müəyyən qiymətlər və ya elektrik impulslarının parametrləri ola bilər. Buna uyğun olaraq, məntiq dəyişənlərinin təsviri potensial və impuls üsullarına ayrılır.

Potensial üsulla təsvir zamanı 0 və 1 məntiq qiymətlərinə gərginlik və ya cərəyanın iki müxtəlif səviyyələri uyğun gəlir. Bu səviyyələrdən hansının 0 və 1 qiymətlərinə uyğun olmasından asılı olaraq, məntiq müsbət və ya mənfi məntiqə ayrılır.

Müsbət məntiq halında 1 məntiq qiymətinə gərginlik və ya cərəyanın böyük qiyməti, 0 məntiq qiymətinə isə gərginlik və ya cərəyanın kiçik qiyməti uyğun gəlir. Mənfi məntiq halında isə əksinə, 1 məntiq qiymətinə gərginlik və ya cərəyanın kiçik qiyməti, 0 məntiq qiymətinə isə gərginlik və ya cərəyanın böyük qiyməti uyğun gəlir. Bu hal gərginliyin istənilən işarəsində və ya cərəyanın istənilən istiqamətdə axması halında doğrudur (şəkil 2.1). Müsbət məntiq halında «VƏ» funksiyasını yerinə yetirən məntiq elementi mənfi məntiq halında «VƏ-YAXUD» funksiyasını yerinə yetirmiş olur.



Şəkil 2.1. Məntiq “1” və “0” dəyişənlərinin potensial üsulu ilə təsviri

İmpuls üsulu ilə təsvir zamanı, məsələn, 1 məntiq qiymətinə impulsun olması və ya impulsun ön cəbhəsi, 0 məntiq qiymətinə impulsun olmaması və ya onun arxa cəbhəsi uyğun gəlir.

Potensial üsulla təsvir zamanı məntiq dəyişənlərinin qiymətləri istənilən təsadüfi zaman anlarında müəyyən edilə bilər. İmpuls üsulu ilə təsvir zamanı məntiq dəyişənlərinin qiymətləri müəyyən diskret zaman anlarında müəyyən

edilə bilər. Başqa sözlə, potensial təsvir zamanı məlumatın həm sinxron, həm də asinxron oxunması mümkündür. İmpuls üsulu ilə təsvir zamanı məlumatın ancaq sinxron oxunması mümkündür.

Gələcəkdə məntiq dəyişənlərinin təsvirinin potensial üsuluna müsbət potensial halında baxılacaqdır.

## 2.2. Baza elementlərinə olan əsas tələblər

Real məntiq qurğularının çox funksionallığı, giriş siqnallarının və yüklərin müxtəlifliyi və çoxluğu, onların hazırlanmasında istifadə olunan hibrid və yarımkeçirici İS texnologiyaların müxtəlifliyi elektron blokunun hər bir elementinin ayrılıqda tənzimlənməsinə və köklənməsinə imkan vermir. Odur ki, rəqəm qurğularının etibarlı işləməsi üçün onun tərkibində olan elementlər və elementar bloklar aşağıdakı xüsusiyyətlərə malik olmalıdırlar:

- giriş və çıxış siqnallarının səviyyələrinin uyğunluğu;
- yüklənmə qabiliyyəti;
- formalaşdırma xüsusiyyəti (siqnalın kvantlanması xüsusiyyəti);
- maneədavamlılığı.

Çoxlu sayda məntiq elementlərinin birgə işləyə bilməsi üçün onların giriş və çıxış siqnallarının səviyyələrinin uyğunluğu təmin edilməlidir, yəni məntiq elementlərinin çıxış gərginliyinin qərarlaşmış qiymətlərinin xarici faktorların təsiri və məntiq elementlərin parametrlərinin qiymətlərinin səpələnməsi nəticəsində fərqlənməsi verilmiş qiymətdən kənara çıxmamalıdır. Belə ki, aşağıdakı şərtlər ödənilməlidir:

$$\begin{aligned} U_{\min}^1 &< U_{(t)}^1 < U_{\max}^1 \\ U_{\min}^0 &< U_{(t)}^0 < U_{\max}^0 \end{aligned} ,$$

burada  $U(t)$  – məntiq elementinin çıxış gərginliyinin cari qiymətidir.

Rəqəm qurğularının işinin etibarlılığını artırmaq üçün məntiq elementinin (ME) giriş siqnalının məntiq səviyyəsinə uyğun gələn dəyişmə oblastı çıxış siqnalından geniş olmalıdır:

$$\begin{aligned} U_{\text{çıxış}}^{1,0} &< U_{\text{giriş}}^{1,0} \\ U_{\text{çıxış}}^{1,0} &> U_{\text{giriş}}^{1,0} \end{aligned}$$

Beləliklə, ME-nin giriş siqnalının buraxıla bilən dəyişmə oblastı çıxış siqnallarının dəyişmə oblastını da əhatə etməlidir.

ME-nin yüklənmə qabiliyyəti bir neçə məlumat mənbəyindən siqnal almaq və eyni zamanda bir neçə kənar elementlər üçün məlumat mənbəyi olmaq qabiliyyəti ilə xarakterizə olunur. Bu zaman giriş və çıxış siqnalları yuxarıda verilən bərabərsizlikləri ödəməlidir. Yüklənmə qabiliyyətini qiymətləndirmək üçün iki əmsaldən: girişə görə birləşmə və çıxışa görə budaqlanma əmsallarından istifadə edilir.

Girişə görə birləşmə əmsalı  $K_{bir}$  elementin girişinə qoşula biləcək eyni tipli ME-nin çıxışlarının maksimum sayına bərabərdir və 2...8 arasında dəyişir.

Çıxışa görə budaqlanma əmsalı  $K_{bud}$  elementin çıxışına qoşula biləcək eyni tipli ME-nin girişlərinin maksimum sayına bərabərdir və 4 ... 30 arasında dəyişir.

Elektrik siqnalının ME-nin ardıcıl qoşulmuş dövrəsindən keçdiyi zaman onun forma və amplitudası buraxıla bilən dəyişmə sərhədindən kənara çıxmamalıdır. Bundan ötrü ME formalaşdırma xüsusiyyətinə malik olmalıdır. Formalaşdırma xüsusiyyəti ME-nin amplitud ötürmə xarakteristikasının növü ilə təyin edilir. Amplitud ötürmə xarakteristikası çıxış gərginliyinin giriş gərginliyindən olan asılılığına deyilir:  $U_{çix} = f(U_{gir})$ .

ME-nin formalaşdırma xüsusiyyəti olduğu üçün məntiq siqnallarının qısamüddətli təhrif olunması alınan nəticələrin həqiqiliyinin itirilməsinə gətirib çıxara bilər. Odur ki, ME yüksək maneədavamlılığa malik olmalıdır. Maneədavamlılığı (maneədayanıqlılığı) dedikdə, ME-nin giriş siqnalının dəyişmələrinə qeyri-həssaslığı xüsusiyyəti başa düşülür. Bir çox hallarda bu dəyişmələrin təsiri dərəcəsi istifadə olunan sxemotexniki həllərdən asılı olur. Rəqəm qurğularında maneələr daxili və xarici maneələrə ayrılırlar və qısamüddətli impulslar şəklində olurlar. Daxili maneələrə amplitudası və davam etmə müddəti ME-nin çıxışında gərginlik düşkünlərinin amplituda və davam etmə müddətlərindən, ME arasındakı birləşdirici xətlərin növündən və uzunluğundan asılı olan maneələr aiddir. Xarici maneələrə sənaye elektrik enerjisinin ötürülməsi zamanı yaranan elektromaqnit təsiri, güc açarları, elektrik mühərrikləri, şəhər nəqliyyatı və s. tərəfindən yaradılan maneələr aiddir.

ME-nin maneədavamlılıq zonası onun amplitud-ötürmə xarakteristikası ilə təyin edilir.

### **2.3. Baza ME-nin təsnifatı**

Hazırda İMS aşağıdakı strukturlar əsasında yaradılır:

- tranzistor-tranzistor məntiqli;
- emitter əlaqəli məntiqli;
- inteqral-injeksiyalı məntiqli;

- eyni tipli sahə tranzistor məntiqli;
- komplementar sahə tranzistor məntiqli.

Hazırda tranzistor-tranzistor məntiqli (TTM) struktura malik İMS daha geniş yayılmışlar. Onlar orta cəldliyə və orta enerji sərfinə malikdirlər.

Emitter əlaqəli məntiqli İMS daha cəld işləyirlər, lakin onların sərf etdikləri enerji TTM-lərə nəzərən çoxdur. Onların sxemotexniki həllərinin çevikliyi mürəkkəb məntiq funksiyalarını asanlıqla yaratmağa imkan verir.

İnteqral-injeksiyalı məntiqli ( $I^2M$ ) İMS BİS-də istifadə etmək üçün yaradılmışdır. Bu İMS -n vahid həcmindəki elementlərin sıxlığı TTM və ESM İMS-lərə nəzərən daha yüksəkdir. Qida gərginliyi aşağıdır və TTM İMS-lərlə razılaşması çox sadədir. Bu İMS-lərin cəldliyini sərf olunan gücü dəyişməklə geniş diapazonda tənzimləmək olar.

Sahə tranzistorlarında yaradılan İS-lər az güc sərf edirlər, onların vahid həcmdəki sıxlığı böyükdür, ölçüləri kiçikdir, hazırlanma texnologiyası daha sadədir. İşləmə cəldliyi hələlik bipolyar tranzistorlardan aşağıdır. Yaxın gələcəkdə onların, xüsusən də komplementar sahə tranzistorlu İMS-lərin istehsalı və tətbiqi daha kütləvi xarakter alacaqdır.

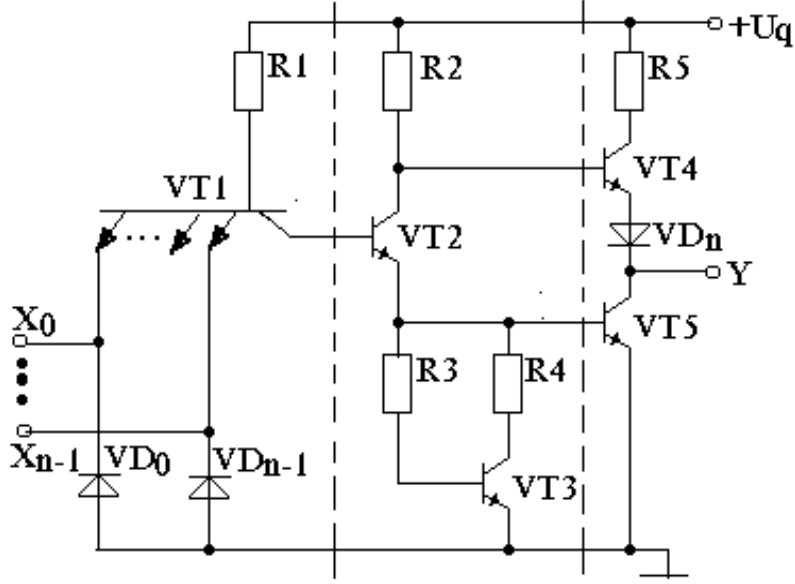
#### **2.4. TTM baza İMS-lərin tərkibi, sxemotexnikası və işləmə prinsipi**

TTM seriyasına daxil olan İMS-in çoxu sxemotexniki cəhətdən «VƏ - YOX» (Şeffər ştrixi) və «VƏ YAXUD» (genişləndirici) kimi iki baza sxeminin kombinasiyası əsasında yaradılır. «VƏ-YOX» elementi ardıcıl qoşulmuş üç kaskaddan: bazasına R1 rezistoru qoşulmuş çoxemitterli tranzistor və diodlardan ibarət və «VƏ» məntiq əməliyyatını yerinə yetirən giriş kaskadından; VT2 tranzistoru, R2 rezistoru və R3, R4 və VT3 elementlərində yaradılan qeyri-xətti korreksiya dövrəsi daxil olan faza ayırıcı kaskaddan və VT4 və VT5 tranzistorları, R5 rezistoru, VD<sub>n</sub> diodu daxil olan ikitkatlı çıxış gücləndirici kaskaddan ibarətdir (şəkil 2.2).

«VƏ-YOX» elementinin iş prinsipi aşağıdakından ibarətdir. Fərz edək ki, elementin heç olmasa bir girişi bilavasitə ümumi şinə qoşulmuşdur, yəni ona «0» səviyyəli siqnal verilmişdir. Bu halda çoxemitterli VT1 tranzistoru R1 rezistoru vasitəsilə mənbədən axan cərəyanla doymuş vəziyyətdədir. Onun kollektorundakı gərginlik «sıfır» gərginliyindən az fərqlənir. Odur ki, faza ayırıcısının VT2 tranzistoru bağlı vəziyyətdədir. VT2 tranzistorunun emitter cərəyanı sıfıra bərabər olduğundan VT5 tranzistoru da bağlı vəziyyətdə olur. R2 rezistorundan axan cərəyan VT4 tranzistorunun bazasına axır və onu doyurmağa çalışır. Bu halda VT5 tranzistorunun kollektorunda, yəni məntiq elementinin çıxışında

$$U_{\text{çix}}^1 = U_q - I_{\text{çix}} R_5 - U_{\text{ke VT4}} - U_{\text{VDn}}$$

ifadəsi ilə təyin olunan yüksək potensial yaranır. Beləliklə, sxemin istənilən girişlərindən birində aşağı səviyyəli gərginlik olduqda, onun çıxışında yüksək səviyyəli gərginlik alınır.



Şəkil 2.2. «Və - yox» TTM elementin prinsipial elektrik sxemi

Fərz edək ki, sxemin bütün girişlərinə eyni zamanda yüksək səviyyəli gərginlik verilir. Bu halda çoxemitterli tranzistorun bütün emitter keçidləri bağlı vəziyyətdə olur və onun kollektor keçidi düz istiqamətdə sürüşür. Bu zaman R1 rezistorundan, VT1 tranzistorunun kollektor keçidindən və VT2 və VT5 tranzistorlarının ardıcıl qoşulmuş emitter keçidlərindən ibarət dövrə ilə cərəyan axacaqdır. Bu cərəyan VT2 və VT5 tranzistorlarını doydurur və nəticədə elementin Y çıxışında aşağı səviyyəli gərginlik qərarlaşır. Bu gərginlik qiymətcə VT5 tranzistorunun doyma gərginliyinə bərabərdir:

$$U_{\text{çix}}^0 = U_{\text{KE VT5}} = \xi_{\text{çix}} I_{\text{çixVT5}}$$

VT2 tranzistoru doymuş olduğundan onun kollektorundakı gərginlik iki ardıcıl qoşulmuş p-n keçidlərinin (VT4 tranzistorunun emitter keçidi və VD<sub>n</sub>) düzünə sürüşməsi üçün lazım olan gərginliyi təmin edə bilmir. VT4 tranzistoru bağlıdır. Beləliklə, əgər sxemin bütün girişlərində yüksək səviyyəli gərginlik olarsa, sxemin çıxışında aşağı səviyyəli gərginlik olacaqdır.

Müsbət məntiq halında «VƏ-YOX» elementinin təsvir olunan iş alqoritmi «VƏ-YOX» əməliyyatını yerinə yetirir:

$$Y = \overline{X_1 \cdot X_2 \cdots X_{n-1}} .$$

Sxemin ayrı-ayrı elementlərinin təyinatına baxaq.

Çıxış kaskadının iki taktlı sxem üzrə yaradılması eyni zamanda elementin cəldliyinin artırılması və enerji sərfinin azaldılması kimi iki məsələni həll etməyə imkan verir. Belə ki, elementin yükü adətən tutum xarakterli olduğundan iki taktlı çıxış kaskadının istifadə olunması yükün tutumunun yenidən dolma cərəyanını artırmağa imkan verir və qərarlaşmış «0» məntiq rejimində çıxış kaskadından ancaq yük cərəyanı axır.

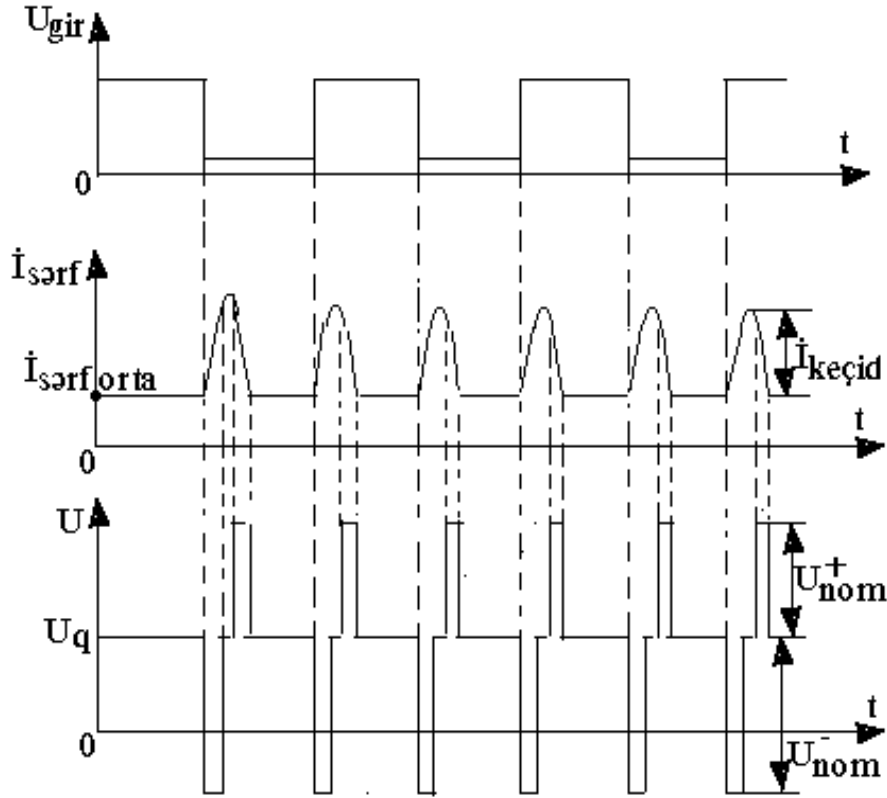
Çoxemitterli tranzistorun giriş dövrəsinə qoşulmuş əlavə  $VD_0 - VD_{n-1}$  diodları məntiq elementini, onun girişində yarana biləcək əks işarəli gərginlikdən qoruyur.

R3, R4 və VT3 elementlərindən ibarət qeyri-xətti korrektə dövrəsi elementin cəldliyini artırır və amplitud keçid xarakteristikasının düzbucaqlı olmasına imkan yaradır. Bu dövrənin işi onun müqavimətinin VT5 tranzistorunun vəziyyətindən olan asılılığına əsaslanmışdır. Əgər bu tranzistor bağlıdırsa, VT3 tranzistoru da bağlı olur. VT5 tranzistorunun emitter keçidini şuntlayan dövrənin ümumi müqaviməti, əsasən, R3 rezistorunun böyük olan müqaviməti ilə təyin olunur. Odur ki, elementin çıxışında «0» gərginlik səviyyəsinin formalaşdırılması prosesinin başlanğıc mərhələsində VT2 tranzistorunun bütün emitter cərəyanı VT5 tranzistorunun bazasına axır və onun qoşulmasını başa çatdırır. VT5 tranzistoru qoşulduqdan sonra VT3 tranzistoru doyma rejiminə keçərək VT5 tranzistorunun emitter keçidini aşağı Omlu (müqavimətli) R4 rezistoru ilə şuntlayır. Bu VT5 tranzistorunun doyma dərəcəsini azaldır və onun sonrakı açılması zamanı baza oblastından artıq qeyri-əsas yükdaşıyıcıları kənar edən cərəyanı artırır. Hər iki amil VT5 tranzistorunda yükdaşıyıcıların sorulması müddətini azaldır ki, bu da elementin cəldliyini artırır.

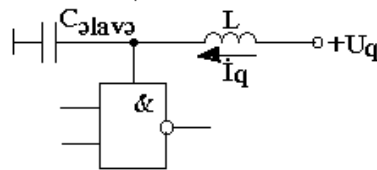
Məntiq elementinin çevrilməsi zamanı cərəyan bir başa onun çıxış dövrəsinə axır. Bu cərəyan bağlanan tranzistorun sorulması müddətində iki taktlı çıxış gücləndiricinin hər iki tranzistorunun doymuş vəziyyətləri ilə əlaqədardır. Bu zaman elementin enerji sərfi impuls xarakterli olur (şəkil 2.3). Odur ki, çevrilmə tezliyi artdıqca elementin sərf etdiyi cərəyanın orta qiyməti artır. Bundan əlavə, birləşdirici naqillərin yaratdığı induktivliyin təsiri ilə cərəyan impulslarının axması qonşu elementlərin səhvən işə düşmələrinin yaranmasına səbəb ola bilər.

Bir başa axan cərəyanının qiymətinin məhdudlaşdırılması üçün VT4 tranzistorunun kollektor dövrəsinə R5 rezistoru qoşulur. Lakin bu rezistorun müqavimətinin həddən çox böyük olması elementdə ayrılan gücün artmasına və onun yüklənmə qabiliyyətinin azalmasına səbəb olur. Odur ki, maneələrin

təsirini aradan qaldırmaq üçün qida şininin məxsusi induktivliyi kiçik olmalıdır və bütün xətt boyunca kiçik parazit induktivliyə malik əlavə kondensatorlarla şuntlama aparmaq lazımdır (şəkil 2.4). Bu cür texniki həllin istifadə olunması daxili maneələrin qurğuya təsirini minimuma qədər azaltmağa imkan verir.



Şəkil 2.3. TTM elementinin qida gərginliyinin və cərəyan sərfinin zaman diaqramları.



Şəkil 2.4. TTM elementinin qida şininin kondensatorla şuntlanması.

TTM məntiq baza elementlərinin istifadə edilməsi zamanı bir xüsusiyyətə də fikir vermək lazımdır. Elementin iş prinsipindən görünür ki, sxemin girişi siqnal mənbəyinə qoşulmayan halda, hesab etmək olar ki, onun girişinə «1» məntiq siqnalı verilir. Odur ki, təcrübədə, istifadə olunmayan girişlərin əlavə rezistor  $R_{\text{əlavə}}$  ilə  $+U_{\text{qida}}$  çıxışına qoşulması tövsiyə olunur. Əks halda, «1» məntiq siqnalı halında element böyük giriş müqavimətinə malik olduğundan,

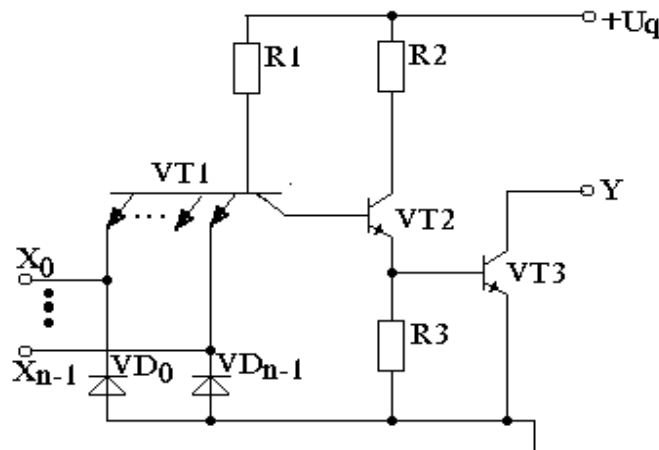
maneələrin ona təsir etmə ehtimalı kəskin artır, elementin etibarlılığı aşağı düşür. Əlavə müqavimətin qiyməti aşağıdakı şərtədən təyin edilə bilər:

$$R_{\text{əlavə}} < (U_{\text{qida}} - U_{\text{gir. min}}^1) / n I_{\text{gir. max}}^1,$$

$n$  – məntiq elementinin rezistora qoşulan girişlərinin sayıdır.

Son zamanlar TTM seriyasına açıq kollektorlu və üç vəziyyətə malik xüsusi sxemlər də daxil edilmişdir.

Açıq kollektorlu «VƏ-YOX» elementi məntiq sxemlərini xarici icra və indikator qurğuları (ışiq diodları, közərti lampası, rele sarğısı və s.) ilə razılaşdırılması üçün istifadə edilir. Bu sxem öz yükünə malik olmayan bir taktlı çıxış güc gücləndiricisi sxemi üzrə yaradılır. Belə sxemə malik məntiq elementi şəkil 2.5 - də göstərilmişdir. Bu element məntiq qurğusunun çıxışında yerləşdirildiyindən onda korreksiya dövrəsi olmur. Sxemin açıq kollektorlu tranzistoru (VT3), adətən, kollektor cərəyanının və gərginliyinin böyük buraxıla bilən qiymətinə hesablanır.



Şəkil 2.5. Açıq kollektorlu «Və - yox» TTM elementinin prinsipial elektrik sxemi

Standart TTM elementlərindən fərqli olaraq, burada çıxış uclarının paralel qoşulmasına icazə verilir. Bu halda hər bir element çıxış signalına nəzərən «VƏ» məntiq əməliyyatını yerinə yetirir:  $Y = y_1 y_2 \dots y_n$ . Bu, iki məsələni həll etməyə imkan verir:

- «VƏ» əməliyyatını yerinə yetirən əlavə elementlərin aradan götürülməsi hesabına qurğunun sxemi sadələşir.

- bir neçə çıxışın bir şinə işləməsinə imkan verir, yəni məlumatın zamana görə ayrılması rejimini həyata keçirir.

Üçüncü vəziyyətə (yüksək impedanslı) malik «VƏ-YOX» məntiq elementi ümumi şinə bir neçə elementin birgə işləməsinə təmin etmək üçün



nəzərdə tutulmuşdur. Məlumdur ki, bir neçə standart TTM elementin çıxışlarını bilavasitə birləşdirmək mümkün deyildir. Əks halda, çıxış güc gücləndiricisinin tranzistorlarının sıradan çıxması baş verə bilər. Paralel qoşulmuş elementlərdən heç olmasa birinin çıxışında «0» məntiq signalının yaranması çıxışda «1» signalı formalaşdırmağa çalışır və qalan elementləri çıxışa nəzərən qısa qapanma rejiminə keçirir. Buna isə icazə verilmir.

Çıxışa nəzərən üçüncü vəziyyətə (yüksək impedanslı) malik «VƏ-YOX» elementinin prinsiplial elektrik sxemi şəkil 2.6-da göstərilmişdir.

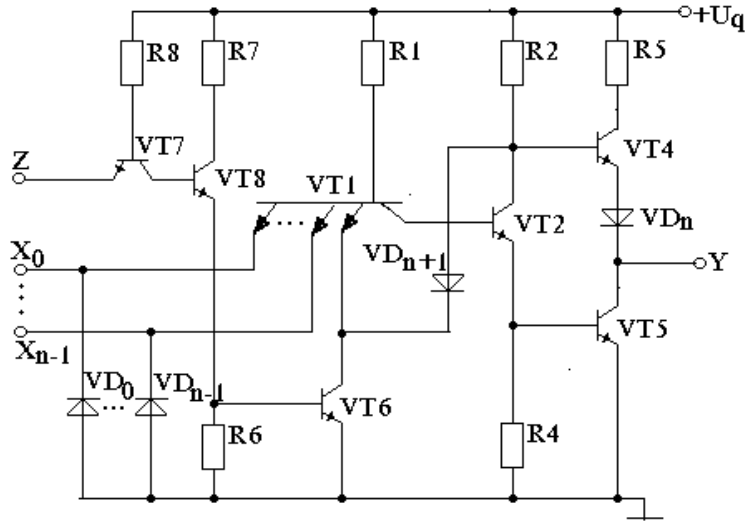
Bu sxem əsasən standart «VƏ-YOX» elementinin sxem texnikasını təkrarlayır. Üçüncü çıxış vəziyyətini təşkil etmək üçün «VƏ» əməliyyatını yerinə yetirən çoxemitterli VT1 tranzistoru, VT6 tranzistorunda yaradılan tranzistor açarı vasitəsilə ümumi şinə qoşulan, n-ci emitterlə təchiz olunur. Açarı idarə etmək üçün standart TTM elementinin giriş kaskadını təkrarlayan sxemdən istifadə edilir. Bu sxemə giriş VT7 tranzistoru və VT8 tranzistorundakı gücləndirici daxildir. Gücləndirici emitter təkrarlayıcısı sxemi üzrə qoşulur. VT7 tranzistorunun emitteri elementin üçüncü vəziyyətini idarə edən giriş olur (giriş z). Onun bazası R8 rezistoru vasitəsilə qida şininə, kollektoru isə VT8 tranzistorundakı gücləndiricinin girişinə qoşulur. R6 rezistorundan götürülən signal VT6 tranzistor açarının vəziyyətini idarə edir. VT6 tranzistorunun kollektoru əlavə olaraq,  $VD_{n+1}$  diodu vasitəsilə çıxış güc gücləndiricisinin VT4 tranzistorunun bazasına qoşulur.

Z girişindəki idarəedici signalın müxtəlif qiymətlərində bu elementin iş prinsipinə baxaq.

Z=1 olan halda, VT7 tranzistorunun emitter keçidi əks, kollektor keçidi isə düz istiqamətdə sürüşmüş olur. Cərəyan qida şinindən R8 rezistoru vasitəsilə VT8 tranzistorunun bazasına axaraq onu doyma rejiminə keçirir. Eyni zamanda VT6 tranzistor açarı da doyur. Bu zaman çoxemitterli VT1 tranzistorunun emitterlərindən biri ümumi şinə qoşulur. Bu, elementin girişinə «0» signalının verilməsinə ekvivalent olur. Odur ki, digər giriş signallarının qiymətlərindən asılı olmayaraq, element çıxışında «1» signalı formalaşdırmağa çalışır, yəni VT2 və VT5 tranzistorları bağlanır. VT4 tranzistoru da, onun giriş dövrəsi ardıcıl qoşulmuş və düzünə sürüşmüş  $VD_{n+1}$  diodu və doymuş VT6 tranzistoru vasitəsilə şuntlandığından, bağlı olur. Odur ki, Z=1 olduqda çıxış ikitəklili kaskadın hər iki tranzistoru bağlı olur və element çıxış ucundan aralanmış olur. Bu vəziyyət yüksək impedanslı vəziyyətə uyğun gəlir. Bu vəziyyətdə elementin çıxış signalı onun giriş signalının istənilən kombinasiyasında çıxış ucuna ötürülə bilmir.

Z=0 olan halda, R8 rezistorunun cərəyanı VT7 tranzistorunu doyma rejiminə keçirir. VT8 və VT6 tranzistorları bağlı olurlar. Çoxemitterli VT1

tranzistorunun əlavə girişinə verilən signal elementin işinə təsir etmir. Bu halda çıxış signalı ancaq  $x_0, x_1, \dots, x_{n-1}$  girişlərində olan məntiq dəyişənlərinin kombinasiyası ilə təyin olunur. Bu halda elementin işi standart TTM elementinin işinə uyğun olur.



Şəkil 2.6. Üç vəziyyətə malik «Və - Yox» TTM elementinin prinsiplial elektrik sxemi

## 2.5. TTM elementlərinin cəldliyinin artırılması üsulları

TTM elementlərinin cəldliyi əsasən bipolyar tranzistorların və yükün ətalətliliyi ilə müəyyən olunur. Yükün parametrləri ilə əlaqədar olan ətalətlilik konkret sxemdən və məntiq qurğusunun konstruksiyasından asılıdır. TTM elementlərinin tezlik xüsusiyyətləri ilə əlaqədar ətalətlilik sxem texnikasını və elementlərin iş rejimini dəyişməklə azaldıla bilər. Bipolyar (dreyf tran.) tranzistorların çevrilmə proseslərinin təhlili göstərir ki, tranzistor açarlarının ətalətliliyinin əsas səbəbləri onun kollektor tutumunun yenidən dolması və qeyri-əsas yükdaşıyıcıların baza oblastından sorulması müddətidir. Bu parametrlər həm tranzistorların hazırlanma texnologiyası ilə, həm də onların açar sxemindəki iş rejimləri ilə müəyyən edilir.

Kollektor tutumunun yenidən dolması ilə əlaqədar çevrilmə müddətinin azaldılması kollektor yükünün müqavimətinin azaldılması ilə əldə edilə bilər. Doğrudan da, kollektor gərginliyinin dəyişmə sürətini müəyyən edən sabit zaman müddətinin cəmi

$$\tau_{\text{cev}} = R_k C_{KB}$$

ifadəsi ilə təyin edilir.  $R_k$  müqavimətinin azaldılması  $\tau_{\text{cev}}$ -ni azaldır və beləliklə də, tranzistorun kollektor cərəyan və gərginliyinin dəyişmə müddəti azalmış olur. Bu üsul açarın işləmə cəldliyini artırmaqla yanaşı doymuş tranzistordan axan

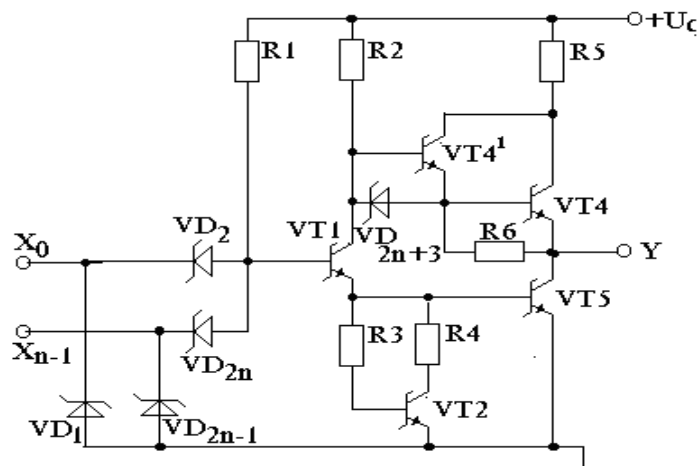
kollektor cərəyanını artırır. Bu isə elementin səpələnmə gücünü artırır. Göründüyü kimi, kondensatorun yenidən dolması müddətini qısaltmaqla elementin cəldliyinin artırılması zamanı elementdə sərf olunan güc artmış olur.

Sorulma müddətinin azaldılması üçün Şotki diod və tranzistorlarından istifadə edilir. Bipolyar tranzistor açarlarında, qeyri-əsas yükdaşıyıcıların baza oblastından sorulması ilə əlaqədar ətalətliliyin azaldılmasının daha radikal üsulu tranzistorun doymamış rejimindən istifadə edilməsinə əsaslanmışdır. Bu, kollektor keçidini Şotki diodu ilə şuntlamaqla əldə edilir.

Şotki diodu tranzistorun p-n keçidinə nəzərən daha kiçik açılma gərginliyinə malik olur. Odur ki, giriş impulsunun təsiri zamanı Şotki diodu tranzistorun kollektor keçidinə nəzərən daha tez açılır və tranzistorun baza oblastında artıq yüklərin toplanmasına imkan vermir. Şotki diodunda yüklərin toplanması baş vermir, çünki dioddakı cərəyan əsas yükdaşıyıcıların köçürülməsi ilə baş verir. Beləliklə, tranzistorun kollektor keçidinə paralel qoşulan Şotki diodu, doyma giriş gərginliyi verilən halda, kollektor-baza gərginliyini avtomatik olaraq sıfır səviyyəsinə yaxın olan səviyyədə qeyd edir. Bu halda tranzistor doyma rejiminə keçmir, onun sərhədində işləyir.

Aktiv rejimdə tranzistorun Şotki diodu ilə birgə işi onun keçidlərində gərginliyi artırır, bu isə güc sərfini bir qədər azaldır, «0» və «1» məntiq səviyyələrini (asimptotik səviyyələri) dəyişdirir.

İşləmə cəldliyinin artırılmasının digər üsulu ikitaklı güc gücləndiricisində tərkibli tranzistorun qoşulmasına əsaslanmışdır (şəkil 2.7). Bu halda giriş kaskadı «VƏ» məntiq əməliyyatını yerinə yetirir. Bu elementdə «VƏ» məntiq əməliyyatı  $VD_1, VD_2, \dots, VD_{2n-1}, VD_{2n}$  diodlarında yaradılan açarlardan istifadə etməklə təmin edilir. Elementin bütün girişlərinə yüksək səviyyəli gərginlik verdikdə giriş diod açarlarının cüt saylı diodları  $VD_2, \dots, VD_{2n}$  əks istiqamətdə sürüşürlər. Odur ki, R1 rezistorunun cərəyanı VT1 və VT5 tranzistorlarını doydurur və elementin çıxışında aşağı səviyyəli siqnal formalaşdırır.



Şəkil 2.7. Şotki dioduna malik TTM elementinin prinsipial elektrik sxemi.

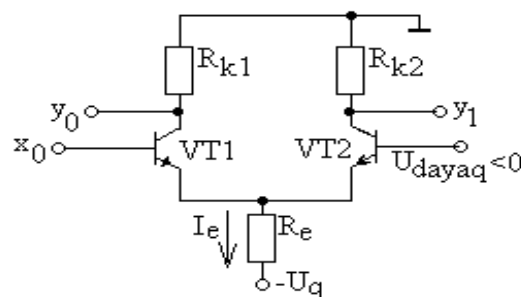
Girişlərdən birinə aşağı gərginlik verilən halda uyğun diod düz istiqamətdə sürüşür. R1 rezistorunun cərəyanı VT1 və VT5 tranzistorlarının emitter keçidlərindən yan keçərək ümumi şinə qapanır. Tranzistorlar bağlanır. Bu zaman R2 rezistorunun cərəyanı VT4<sup>1</sup> və VT4 tərkibli tranzistoru doydurur və çıxışda yüksək səviyyəli gərginlik formalaşdırır.

Bu elementdə onun giriş ucları bilavasitə qida mənbəyi şininə qoşula bilər. Standart elementlər üçün isə bu hal mümkün deyil.

## 2.6. Emitter əlaqəli məntiqli baza məntiq elementləri

Emitter əlaqəli məntiqli (EƏM) baza məntiq elementlərinin yaranması rəqəm qurğularının cəldliyinin artırılması lüzumu ilə əlaqədar olmuşdur. Məlum olduğu kimi, bipolyar tranzistorlarda yaradılan açarların ətalətliliyi qeyri-əsas yükdaşıyıcıların baza oblastından sorulması müddəti və çıxış tutumunun yenidən dolması prosesinin zaman sabiti ilə təyin edilir. Tranzistorun aktiv rejimdə işləməsi ilə sorulma müddətini tam aradan qaldırmaq mümkün olsa da, saman sabitini tam aradan qaldırmaq mümkün olmur. Zaman sabitinin təsirini ancaq tranzistorun kollektor cərəyanının artırılması ilə qismən aradan qaldırmaq olar. Tranzistorun çıxış tutumunun dolmasının dəyişməz sabit cərəyanı halında, onun bir məntiq səviyyəsindən digərinə və əksinə keçməsi müddətini azaltmaq üçün məntiq səviyyələri arasındakı gərginlik fərqi azaltmaq lazım gəlir. Bu halda çevrilmə cəldliyi artırsa da, sxemin maneədavamlılığı azalır.

EƏM baza ME-nin əsasını iki tranzistorda yaradılan cərəyan açarı təşkil edir (şəkil 2.8). Bu tranzistorlardan birinin, məsələn VT2 tranzistorunun baza-sına müəyyən sabit  $U_d$  dayaq gərginliyi verilir.  $X_0$  girişinə verilən gərginliyin  $U_d$  gərginliyindən aşağı və ya yuxarı dəyişməsi cərəyan stabilləşdirici  $R_e$  rezistoru ilə verilən sabit  $I_e$  cərəyanının VT1 və VT2 tranzistorları arasında paylanmasına gətirib çıxarır. Bu zaman tranzistorlar doyma rejiminə keçə bilmirlər və bu səbəbdən açarda qeyri-əsas yükdaşıyıcıların sorulma müddəti azalır. Beləliklə, EƏM baza ME -nin xüsusiyyəti açarın, çıxış signalının qiymətindən asılı olmayaraq, daimi cərəyan tələb etməsindədir.



Şəkil 2.8. Cərəyan açarının sxemi

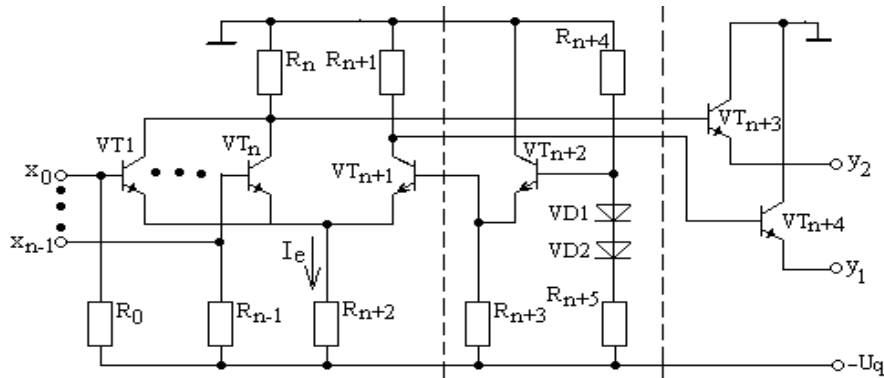
EƏM baza ME – də ümumi şin  $+U_q$  şini olur, yəni sxemin nöqtələrinin bütün potensialları ümumi şinə nəzərən mənfi olur. Buna baxmayaraq cərəyan açarında, TTM sxemlərində olduğu kimi, müsbət məntiq prinsipi həyata keçirilir, yəni “1” səviyyəsinə yüksək, ”0” səviyyəsinə isə aşağı potensial uyğun gəlir.

Cərəyan açarından eyni zamanda iki siqnal - düzünə və invers siqnallar götürülür:

$$y_1 = x_0, \quad y_0 = \overline{x_0}.$$

Cərəyan açarının sxemi sxemotexnika cəhətdən, göründüyü kimi, diferensial sabit cərəyan gücləndiricisinə uyğun gəlir.

EƏM baza ME - də çıxışlardan götürülən gərginliklər həmişə dayaq gərginliyindən böyük olurlar, çünki VT1 və VT2 tranzistorları həmişə aktiv - doymamış rejimdə işləyirlər. Bu səbəbdən bir neçə belə açarları ardıcıl qoşmaq mümkün deyildir. Belə açarları ardıcıl qoşmaq üçün razılaşıdırıcı kaskad istifadə edilir. Belə kaskad kimi emitter təkrarlayıcısından istifadə edilir. Emitter təkrarlayıcısı açarın çıxışları ilə məntiq elementinin çıxışları arasına qoşulur. EƏM baza ME-nin tam sxemlərindən biri şəkil 2.9-da göstərilmişdir.



Şəkil 2.9. EƏM baza ME-nin prinsipial elektrik sxemi

Baza elementi açarın giriş VT1 tranzistorunu paralel qoşulmuş VT1-VTn tranzistorları ilə əvəzləməklə yaradılmışdır. Sxemi 3 düyünə ayırmaq olar:

- VT1-VTn+1 tranzistorlarındakı cərəyan açarı və Rn+2 rezistoru;
- Rn+4, VD1, VD2, Rn+5 elementlərində yaradılan parametrik stabilizator və VTn+2 və Rn+3 elementlərində yaradılan emitter təkrarlayıcısı qoşulmuş etalon gərginlik mənbəyi;
- VTn+3 və VTn+4 tranzistorlarında yaradılan çıxış emitter təkrarlayıcıları.

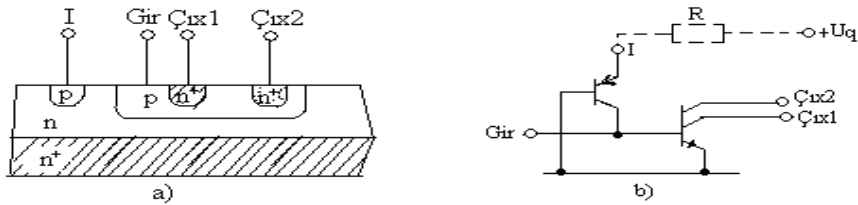
VTn+3 və VTn+4 tranzistorlarının yük dövrləri sxemdən kənara çıxarılır. Bu isə sxemdə səpələnən gücü azaldır və sxemin funksional imkanlarını genişləndirir. Etalon gərginlik mənbəyinin verici dövrəsindəki VD1 və VD2 diodları  $U_d$  gərginliyinin termokompensasiyası üçündür.

## 2.7. İnteqral-injeksiyalı baza məntiq elementləri

Elektron baza elementlərinin inteqral sxemlər şəklində hazırlanma texnologiyasını sadələşdirmək üçün onların ancaq bit növ elementdən təşkil olunan sxemotexniki həllindən istifadə etmək lazım gəlir. Bu məqsədlə Philips və İBM firmaları tərəfindən eyni zamanda inteqral injeksiyalı məntiq ( $I^2M$ ) elementlər yaradılmışdır.  $I^2M$  elementlərin xüsusiyyətləri aşağıdakılardır:

- elektrik sxemlərində rezistorların olmaması İS istehsal texnologiyasını kəskin sadələşdirir;
- tranzistorlardan birinin strukturunu əmələ gətirən yarımkəçirici oblasta cərəyanın injeksiya olunmasına imkan verən cərəyan qidalanmanın prinsipindən istifadə olunması (İS-ə gərginlik yox, cərəyan verilir);
- müxtəlif tranzistorlara aid olan oblastların yarımkəçirici kristalın həcmində həm üfüqi, həm də şaquli istiqamətdə müstəvi boyunca yerləşdirilə bilməsi (bu cür həll müxtəlif sxem elementlərinə aid olan oblastların ayrılması üçün lazım olan xüsusi tədbirlərə ehtiyac qalmır);
- məntiq səviyyələri arasındakı gərginlik fərqi kiçik qiyməti elementin cəldliyinin maksimum artırmağa imkan verir;
- injektor cərəyanını geniş diapazonda dəyişməklə elementin cəldliyini dəyişmək olur.

$I^2M$  elementlərin hazırlanma topologiyasından bir kəşik və ona uyğun prinsipial elektrik sxemi şəkil 2.10-da göstərilmişdir.



Şəkil 2.10. Topologiyanın kəsiyi (a) və  $I^2M$  baza ME-nin elektrik sxemi (b)

Sxemdəki çoxkollektolu VT2 tranzistoru giriş signalını inversləşdirmə, VT1 tranzistoru isə VT2 tranzistorunun baza cərəyanı generatoru (injektoru) funksiyasını yerinə yetirir. İnjektörün cərəyanı qrup elementlər üçün ümumi olan R rezistoru vasitəsi ilə verilir. Şəkildən görünür ki, VT1 tranzistoru planar, VT2 tranzistoru isə şaquli struktur üzrə yaradılır. VT2 tranzistorunun kollektor sahələri emitter sahəsindən az olduğundan bu tranzistor, mahiyyətcə invers rejimdə işləyir və onun doyma gərginliyini aşağı salır. Bu səbəblər üzündən göstərilən  $I^2M$  elementini TTM sxemlərdə olan bir çoxemitterli tranzistorun tutduğu sahədə yerləşdirmək mümkün olur.

İnjektorun cərəyanını 1nA-dən 1mA-ə qədər (6 tərtib) dəyişmək olur. Verilmiş sxemdə elementin çevrilmə enerjisi sabit kəmiyyət olduğundan, sxemotexniki dəyişiklik aparmadan, elementin cəldliyini də bu tərtibdən dəyişmək olar.

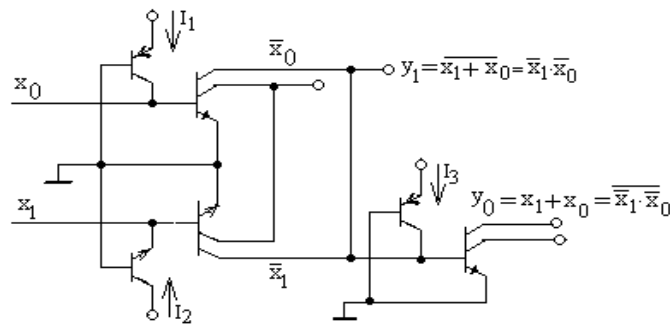
$I^2M$  elementin işləmə prinsipi aşağıdakı kimidir. Fərz edək ki, elementin girişində, yəni VT2 tranzistorunun bazasında, xarici siqnal yoxdur, yəni giriş siqnalı “1” məntiq səviyyəsinə uyğundur. Bu halda injektor cərəyanı VT2 tranzistorunun bazasına axaraq onu doyma rejiminə keçirir. Onun kollektorlarında, o cümlədən elementin çıxışların-da, VT2 tranzistorunun doyma gərginliyinə (0,1...0,2V) bərabər olan, aşağı səviyyəli gərginlik olur.

Əgər VT2 tranzistorunun bazası bilavasitə və ya doymuş tranzistor vasitəsi ilə ümumi şinə qoşulubsa,  $U_{gir} < U_{BE0}$  şərti yerinə yetirilir və VT2 tranzistoru bağlı olur (çünki injektor cərəyanı ümumi şinə qapanır). Bu halda onun kollektorlarındakı gərginlik xarici dövrələrlə təyin olunur. Bir neçə invertorun ardıcıl qoşulması zamanı bu gərginlik sonrakı tranzistorun emitter gərginliyinə bərabər olur. Beləliklə,  $I^2M$  elementi üçün

$$U^0=0,1...0,2V; \quad U^1=0,6...0,7V$$

qiymətləri kifayət edir. Buradan görünür ki, elementin məntiq səviyyələri arasındakı gərginlik fərqi 0,4...0,6 V təşkil edir.

Bu sxemdən istifadə etməklə “Və-Yox” və “Və-ya-Yox” əsas məntiq elementləri yaradıla bilər. Şəkil 2.11-də 3  $I^2M$  invertorunda qurulan məntiq sxemi göstərilmişdir.



Şəkil 2.11. 2Və-Yox və 2Və-ya-Yox məntiq əməliyyatlarını yerinə yetirən  $I^2M$  məntiq elementi

## 2.8. MDY- tranzistorlar əsasında baza məntiq elementləri

Planar texnologiyadan istifadə etməklə ilk izolə edilmiş zətvora malik MDY –tranzistor 1962-ci ildə yaradılmışdır. Bu tip tranzistorların geniş yayılmasına onun aşağıdakı xüsusiyyətləri səbəb olmuşdur:

- hazırlanma texnologiyasının sadəliyi;

- həndəsi ölçülərinin kiçikliyi və daha sadə sxemotexniki həll;
- vahid sahəyə malik kristalda bipolyar İS-ə nəzərən daha mürəkkəb sxemlərin yaradılması mümkünlüyü;
- yüksək omlu yükədən istifadə olunması ilə əlaqədar açarda səpələnən gücün azalması.

MDY- tranzistorlarda baza məntiq elementləri yaradılarkən aşağıdakı xüsusiyyətləri nəzərə almaq lazım gəlir:

- MDY –tranzistor bipolyar tranzistora nəzərən daha zəif açar xüsusiyyətlərinə malikdir (bu böyük çıxış müqavimətinə və bununla bərabər qoşulmuş vəziyyətdə böyük qalıq gərginliyinə malik olması ilə əlaqədar);

- MDY –tranzistorun çıxış xarakteristikasının  $dU_S/dU_{Si}$  törəməsi,  $U_{Si}$  gərginliyinin kiçik qiymətlərində,  $U_{Zi}$  gərginliyindən hiss olunacaq asılılığa malikdir. Bunun nəticəsində MDY – tranzistorun qoşulmuş vəziyyətindəki qalıq gərginliyi idarəedici gərginlikdən güclü asılı olur (“0” səviyyəsi “1” səviyyəsindən güclü asılı olur);

- fiksə olunmuş tutum halında yüksək omlu yükün tətbiqi çıxış gərginliyinin ön və arxa cəbhələrinin davam etmə müddətini təyin edən zaman sabitini artırır;

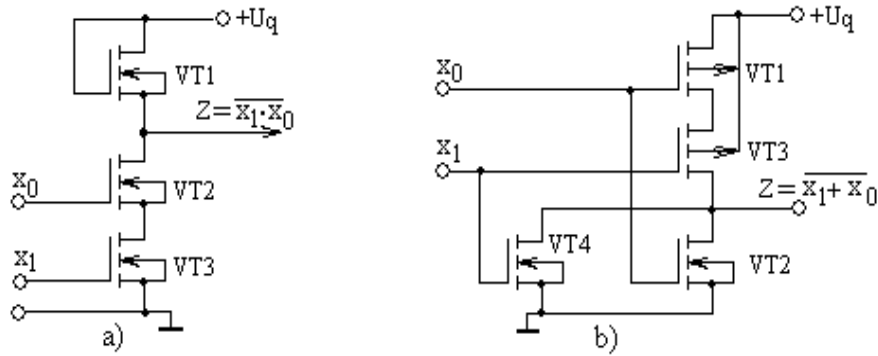
- maneə davamlılığı artırmaq üçün səviyyələr arasındakı potensial fərqi artırmaq lazım gəlir ki, bu da elementin cəldliyini aşağı salır.

Göstərilən çatışmazlıqları aradan qaldırmaq üçün yük rezistoru əvəzinə yük MDY - tranzistorundan istifadə edilir. Bu əlavə olaraq İS hazırlanma texnologiyasını bir qədər də sadələşdirir. MDY-tranzistorlu İS-də passiv elementlər olmur. İstifadə olunan tranzistorun növündən asılı olaraq İS nMDY və pMDY tipli olurlar. nMDY-tranzistorlu yükə malik açar sxemi şəkil 2.12,a-da göstərilmişdir. Sxem 2Və-Yox əməliyyatını yerinə yetirir. Sxemdəki VT1 tranzistoru aktiv müqavimət rolunu oynayır. VT2 və VT3 tranzistorları isə bilavasitə məntiq əməliyyatını yerinə yetirən açar rolunu oynayırlar. Bu sxemlərin xüsusiyyəti VT2 tranzistorunun real müqavimətinin VT1 tranzistorunun iş rejimindən asılılığındadır.

MDY İS-in cəldliyini artırmaq üçün yük tutumunun dolma cərəyanını artırmaq lazım gəlir. Lakin cərəyanın artması sərf olunan gücün və çıxış məntiq səviyyələrinin qeyri-stabilliyinin artmasına səbəb olur. Bu ziddiyyətliyi ya texnoloji yolla - kiçik giriş tutumlu tranzistorların yaradılması ilə, ya da sxemotexniki yolla – açar sxemini müxtəlif növ kanal keçiriciliyinə malik tranzistorlarda (komplementar tranzistorlar) yaratmaqla aradan qaldırmaq olar. Komplementar tranzistorlarda (KMDY) yaradılan açarlar statik rejimdə qida mənbəyindən güc işlətmir. Statik rejimdə elementin sərf etdiyi güc onun yükə



verdiyi güclə eyni olur. Sxemotexniki cəhətdən KMDY İS n-MDY (p-MOY) – növ İS-in sxemini təkrarlayır. Fərq həmişə iki tranzistordan istifadə olunmasındadır. Verilmiş məntiq funksiyasını yerinə yetirmək üçün n-MDY tranzistorları ardıcıl, onun digər cütü olan p-MDY tranzistorlar paralel qoşulurlar və əksinə. Nümunə kimi,  $2V\text{-}Y_{ox}$  məntiq funksiyasını yerinə yetirən məntiq elementinin prinsipial elektrik sxemi şəkil 2.12,b-də göstərilmişdir.



Şəkil 2.12. MDY (a) və KMDY (b) tranzistorlarda  $2V\text{-}Y_{ox}$  məntiq elementi

## 2.9. Geniş tətbiq olunan baza məntiq mikrosxemləri

**2.9.1. Müxtəlif strukturlu məntiq mikrosxemlərinin əsas seriyaları və onların əsas parametrləri.** Əvvəlki fəsillərdə qeyd olunduğu kimi rəqəm siqnalları iki stabil səviyyəyə: məntiqi sıfır səviyyəsinə və məntiqi vahid səviyyəsinə malik olan siqnallardır. Müxtəlif texnologiyalar üzrə yerinə yetirilmiş mikrosxemlərdə məntiq səviyyələri biri-birindən fərqlənə bilər.

Hal-hazırda TTM, onun modernləşdirilmiş analoqu olan TTMS mikrosxemləri və KMOY texnologiyalı mikrosxemlər daha geniş yayılmışdır. TTM mikrosxemləri üçün məntiqi sıfır səviyyəsi  $\leq 0,4V$ , vahid səviyyəsi  $\geq 2,4V$  olduğu halda, KMOY mikrosxemlərində məntiqi sıfır səviyyəsi  $\approx 0V$ , vahid səviyyəsi isə təxminən qida gərginliyinə bərabər olur. Hər bir halda vahid – yüksək gərginlik, sıfır səviyyə isə - aşağı gərginlik olduqda olur. Mikrosxemin çıxışında sıfır gərginlik olması o demək deyil ki, çıxış “havada asılı qalıb”, əslində ümumi şinə qoşulmuş olur. Ona görə də bir neçə məntiq çıxışlarını öz aralarında biri-birinə qoşmaq olmaz, çünki onlarda müxtəlif səviyyələr yarandıqda qısa qapanma baş verir.

Siqnalların səviyyələrinin fərqli olması ilə yanaşı məntiq strukturları elektrik enerji tələbatına, sürətinə (sərhəd tezliyinə), yüklənmə qabiliyyətinə və s. görə fərqlənirlər.

Məntiqin tipini mikrosxemin adına, markasına görə tanımaq olar. İstənilən seriyada yalnız eyni texnologiya üzrə hazırlanmış mikrosxemlər olur.

Hal-hazırda ən geniş tətbiq olunan mikrosxemlər aşağıdakı seriyalardır:

- 1) TTMŞ - K555, K1533;
- 2) KMOY - KP561, KP1554, KP1564;
- 3) EƏM - K1500

TTM, TTMŞ, KMOY və EƏM mikrosxemlərinin seriyaları, onların uyğun xarici analoqları və əsas parametrlərinin müqayisəli təhlili cədvəl 2.1-də verilmişdir.

Cədvəl 2.1

	TTM	TTMŞ	KMOY	Yüksək sürətli KMOY	EƏM
Adının açılışı	Tranzistor-tranzistor məntiqi	TTM Şotki diodlu	Komplementar metal-oksüd yarımkeçirici		Emitter əlaqəli (uzlaşdırılmış) məntiq
SSRİ, Rusiya istehsalı	K155 K131	K555,K531 KP1533	K561 K176	KP1554 KP1564	K500 KP1500
Xarici analoqları	74	74LS 74ALS	CD40 H 4000	74AC 74 HC	MC10 F100
Ləngimə (Sürət), ns	10...30	4...20	15...50	3,5..5	0,5...2
Maks. tezlik, MHz	15	50..70	1...5	50...150	300...500
Qida gərginliyi, V	5 ±0,5	5 ±0,5	3...15	2...6	-5,2 ±0,5
Tələb etdiyi cərəyan(yüksüz), mA	20	4...40	0,002...0,1	0,002...0,1	0,4
Məntiqi "0" səviy., V	0,4	0,5	< 0,1	< 0,1	-1,65
Məntiqi "1" səviy., V	2,4	2,7	~ U <sub>qid.</sub>	~ U <sub>qid.</sub>	-0,96
Maksim. çıx. cərəyanı, mA	16	20	0,5	75	40

Rəqəm elektron qurğularını qurarkən eyni seriyadan olan mikrosxemlərin istifadə olunması tövsiyə olunur. Bu ilk növbədə məntiq siqnallarının səviyyələrinin fərqli olması ilə bağlıdır.

Mikrosxem seriyasını seçərkən, əsasən onun sürəti (işçi tezliyi), enerji tələbatı, qiyməti, həm də asan əldə oluna bilməsi nəzərə alınır.

Bəzən elə hal olur ki, yalnız bir seriyalı mikrosxemlərlə kifayətlənmək mümkün olmur. Məsələn, yaradılan rəqəm qurğusunun həm az enerji tələbatına, həm də yüksək sürətə malik olması tələb olunarsa, onda bir neçə seriyadan olan

mikrosxemlərin sintezindən istifadə etmək lazım olur. Bunun üçün müxtəlif strukturlu mikrosxemləri uzlaşdırmaq üçün səviyyə çeviricilərinin istifadə olunması lazım olur. Belə ki, KMOY seriyalı mikrosxemlər ən az enerji tələbatına, EƏM-lər isə ən böyük sürətə malikdirlər.

Bəzi hallarda müxtəlif seriyalı mikrosxemləri səviyyə çeviricisi istifadə etmədən uzlaşdırmaq olar. Məsələn, qida gərginlikləri eyni seçildikdə, KMOY-mikrosxemlərinin çıxışını TTM (TTMŞ) girişinə qoşmaq olar. Lakin əksinə, TTM-dən KMOY-a qoşmaq məsləhət görülmür.

**2.9.2. Əsas məntiq elementləri və onların strukturları.** Qeyd olunduğu kimi rəqəm mikrosxemləri bipolyar və ya sahə tranzistorlarından təşkil olunurlar və müəyyən sxemotexniki prinsiplərə görə qurulurlar. Mikrosxemlərin işlənilib hazırlanması zamanı bir sıra prinsiplər fərqlənən, realizə edilməsi üçün müəyyən texnoloji əməliyyatlar toplusu (yığılımı) tətbiq olunan sxemotexniki həllər istifadə olunur. Hansı texnologiya üzrə hazırlanmağından mikrosxemin xassələri, və deməli həm də parametrləri asılıdır. Rəqəm mikrosxemlərini aşağıdakı texnologiyalar üzrə hazırlayırlar:

- tranzistor-tranzistor məntiqi – bipolyar tranzistorların və məntiq elementinin girişində çoxemitterli tranzistorun tətbiq olunduğu TTM-texnologiya. Bu, daha çox sınılanmış, və geniş istifadə olunan texnologiya orta cəldliyə malik olan yüksək etibarlı mikrosxemlər almağa imkan verir.

- Şottki keçidli tranzistor-tranzistor məntiqi – TTMŞ texnologiya, TTM – texnologiyanın təkmilləşmiş variantıdır, hansında ki, ya Şottki diodları, və ya tranzistorları tətbiq olunurlar. Şottki effekti o vaxt alınır ki, p-n-keçidin daxili strukturuna, tranzistorun bazasındakı qeyri-əsas yükdaşıyıcıların sorulmasını onun dəyişməsi zamanı sürətləndirməyə və mikrosxemin cəldliyini artırmağa imkan verən nazik metal təbəqə daxil edirlər.

- Emitter əlaqəli məntiq – EƏM - texnologiyası əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, bipolyar tranzistorların rejimləri elə seçilib ki, onlar açıq vəziyyətə keçdikdə bazanın qeyri-əsas yükdaşıyıcıları ilə doyması baş vermir və nəticədə tranzistor bağlandıqda az miqdarda olan qeyri-əsas yüklər tez sorulurlar. Bu hesaba EƏM-texnologiya əsasında ən yüksək sürətli mikrosxemlər alınır, lakin bu İMS-lərin enerji tələbatı digərlərində olduğundan xeyli çoxdur.

- MOY (Metal – oksid – yarımkəçirici) – texnologiyada mikrosxem sahə tranzistorlarından formalaşır. MOY – mikrosxemlər iki növ olurlar: n-MOY və p-MOY tipli. n və p simvolları sahə tranzistorlarının elektrik keçiriciliyi kanallarının uyğun olaraq elektron və deşik tipli olduğunu göstərir. MOY mikrosxemlər çox kiçik enerji tələbatına malikdirlər, lakin sahə tranzistorların xassəsi ilə əlaqədar olaraq yuxarıda baxılmış mikrosxemlərlə müqayisədə sürəti aşağıdır.

- komplementar MOY-texnologiyada – KMOY-texnologiyasında mikrosxemlərin hər bir məntiq elementi biri-birini tamamlayan (komplementar) sahə tranzistorlarından, yəni əks tipli (n-MOY və p-MOY) keçiriciliyə malik olan tranzistorlardan təşkil olunmuşdur. Bu tranzistorların rəzələri (zatvorları) biri-birilə elektrik birləşmişdir və məntiq elementinin girişini yaradırlar. Belə olan halda hansı məntiq signalın - “0” və ya “1”-in elementin girişində olmasından asılı olmayaraq, uyğun tranzistorlardan biri açıq, digəri isə bağlı vəziyyətdə olacaq. Tranzistorlar cütündən biri həmişə bağlı olduğundan, bu tranzistorların dövrəsindən cərəyan axmayacaq. Deməli, KMOY mikrosxemlərində cərəyan tələbatı, yalnız tranzistorlar bir vəziyyətdən o birinə keçdiyi zaman, yəni onların halı bağlıdan açığa, və əksinə dəyişdikdə baş verir.

**2.9.3. Geniş yayılmış məntiq mikrosxem seriyaları, onların quruluşu və İTX-ları.** Məntiq mikrosxemləri yaddaş elementləri olmayan kombinasiya tipli funksional düyünlərdir. Bu o deməkdir ki, məntiq mikrosxeminin (elementinin) halı giriş signalı daxil olana qədər mikrosxemin olduğu məntiq halından asılı olmayıb, hal-hazırda mikrosxemin girişindəki signalın kombinasiyasından asılıdır.

Məntiq mikrosxemlərinin ən geniş tətbiq olunan növləri baza məntiq elementlərindən: “YOX”, “VƏ”, “YAXUD”, “VƏ –YOX” və “YAXUD-YOX” elementlərindən təşkil olunmuş mikrosxemlərdir.

YOX əməliyyatını yerinə yetirən mikrosxemlər bir girişə və bir çıxışa malik olan məntiqi inversiya (inkar) elementlərindən ibarətdir. Məntiqi “YOX” elementinin girişinə məntiqi “1” verildikdə, çıxışında “0”, girişinə “0” verildikdə isə çıxışında “1” olacaq. Beləliklə, girişdəki rəqəm signalı əksinə olana çevrilir. Sənayedə buraxılma məntiqi “YOX” mikrosxemlərinin bir korpusunda adətən altı “YOX” məntiqi yerləşdirilir.

VƏ - məntiqi vurma mikrosxemləri iki və ya daha çox girişə və bir çıxışa malik olan məntiq elementlərindən təşkil olunur. Məntiq elementlərinin girişlərinin sayından asılı olaraq, mikrosxemlərinin bir korpusunda yerləşən elementlərin sayı 1, 2, 3 və 4 ola bilər.

YAXUD - məntiqi toplama əməliyyatını yerinə yetirən mikrosxemlər də iki və ya daha çox girişə və bir çıxışa malik olan məntiq elementlərindən təşkil olunur. Eynilə bu mikrosxemlərin də bir korpusunda yerləşən elementlərin sayı 1, 2, 3 və 4 ola bilər.

“VƏ-YOX” mikrosxemləri məntiqi vurma və sonra inversləmə əməliyyatını, “YAXUD-YOX” mikrosxemləri isə məntiqi toplama və sonra inversləmə əməliyyatını yerinə yetirən bir çıxışlı məntiq elementlərindən təşkil olunub, girişlərinin sayından asılı olaraq bir korpusunda yerləşən elementlərin sayı 1, 2, 3 və 4 ola bilər.

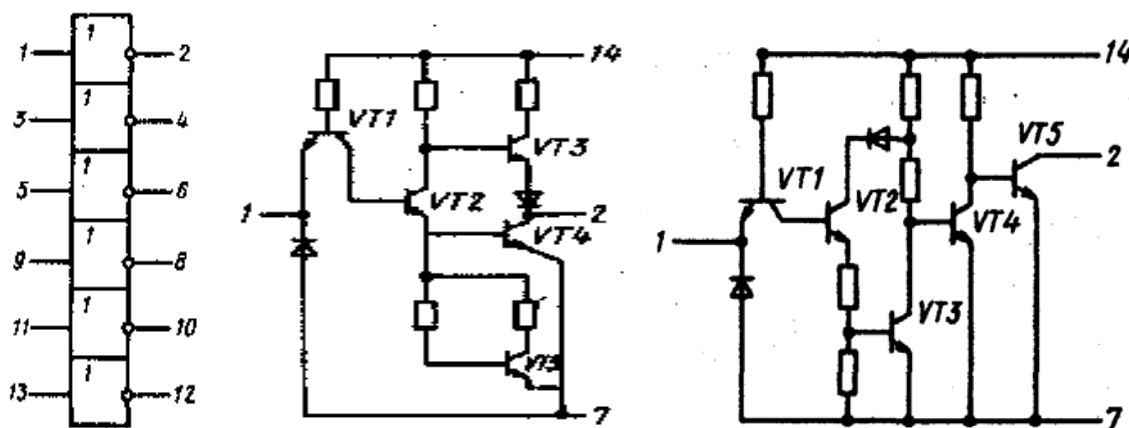
“VƏ”, “YAXUD”, “VƏ –YOX” və “YAXUD-YOX” mikrosxemlərindən 3 və 4 məntiq elementinə malik olanları daha geniş istifadə olunur.

Kütləvi istehsal olunan bir sıra mikrosxemlərin misalında müxtəlif markalı məntiq mikrosxemlərinin əsas parametrlərini nəzərdən keçirək.

Ən geniş yayılmış TTMS-məntiqli K555(KM555) seriyalı mikrosxemlərin TTM – məntiqli K155 (KM155) seriyalı mikrosxemlərin analoqu oldu-ğunu nəzərə alaraq bu seriyadan olan mikrosxemlərin, həmçinin, az enerji tələbatına və digər müsbət cəhətlərinə görə geniş tətbiq tapan KMOY-məntiqli K176, yaxud K561 seriyalı mikrosxemlərin parametrlərini müqayisəli şəkildə nəzərdən keçirək.

**YOX məntiqi mikrosxemləri.** K155 (TTM-strukturlu) və onların analoqu olan K555 (TTMS-strukturlu) seriyalı mikrosxemlərinin əsasında məntiq mikrosxemlərinin xüsusiyyətlərini və sxemotexnikasını nəzərdən keçirək. Bu seriyaların K155JIH1 (KM155JIH1) və K555JIH1 (KM555JIH1) mikrosxemləri bir korpusda yerləşdirilmiş altı ədəd biri-birindən asılı olmayaraq işləyən, vahid qidalanma dövrələri olan məntiqi YOX elementlərindən ibarətdir. Bu məntiq elementlərinin qidalanma şinləri (dövrələri) mikrosxemin 14 və 7 çıxışlarına birləşdirilmişdir. Bu çıxışlara uyğun olaraq qida gərginliyinin “+” və “-“ qütbləri qoyulur (şək.2.13).

Hər məntiq elementinin bir girişi və budaqlanma əmsalı 10, yəni eyni vaxtda bu seriyadan olan 10-a qədər mikrosxemin girişinin yüklənməsini təmin edə bilən bir çıxışı var. K155JIH1 tipli mikrosxemlər plastmas, KM155JIH1 tiplilər isə metalkeramik korpuslarda buraxılırlar.



Şək 2.13. K555JIH1 (KM555JIH1) tipli “YOX” məntiqi mikrosxemləri

K561 seriyalı mikrosxemlər içərisində analogi konstruktiv tərtibata malik olan məntiqi YOX mikrosxemləri K561JIH2 tipli mikrosxemlər olub plastmas korpusda hazırlanırlar.

Qeyd olunan mikrosxemlərin 1,3,5,9,11 və 13 çıxışları məntiq elementlərin girişləri, 2,4,6,8,10 və 12 isə bu məntiq elementlərinin çıxışlarıdır.

ЛН2 tipli məntiqi YOX mikrosxemləri ЛН1 tipli mikrosxemlərdən açıq kollektorlu çıxış tranzistorlu olmaları ilə fərqlənirlər.

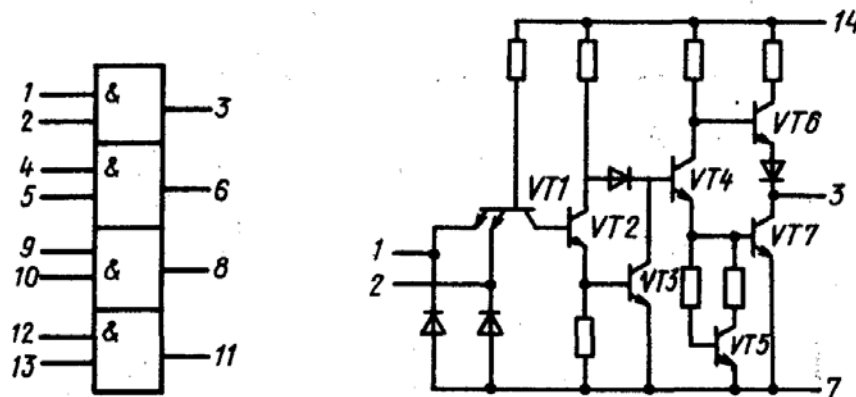
Bir sıra YOX məntiq elementlərinin müqayisəli parametrləri cədvəl 2.2-də verilməlidir.

Cədvəl 2.2. YOX məntiqi mikrosxemlərinin parametrləri və istismar verilənləri

№	Parametrin adı	K155ЛН1(КМ155ЛН1)	K55ЛН1(КМ55ЛН1)	K561 ЛН2
1	$I_{\text{təl.}}^0$ , mA	$\leq 33$	$\leq 6,6$	$\leq 2,0\text{mkA}$
2	$I_{\text{təl.}}^1$ , mA	$\leq 12$	$\leq 2,4$	$\leq 2,0\text{mkA}$
3	$I_{\text{gir.}}^0$ , mA	$\leq 1,6$	$\leq 0,36$	$\leq 0,3\text{mkA}$
4	$I_{\text{gir.}}^1$ , mA	$\leq 0,04$	$\leq 0,02$	$\leq 0,3\text{mkA}$
5	$U_{\text{çix.}}^0$ , V	$\leq 0,4$	$\leq 0,5$	$\leq 0,01$
6	$U_{\text{çix.}}^1$ , V	$\geq 2,4$	$\geq 2,7$	$\geq 9,99$
7	$t_{\text{əng.orta.}}$ , ns	$\leq 19$	$\leq 30$	$\leq 120$
8	$U_{\text{qida}}$	$5V \pm 10\%$	$5V \pm 5\%$	10 (int. - 3÷15)
9	$T_{\text{ətr.}}$	$-10 \div 70^\circ\text{C} (-45 \div 85^\circ\text{C})$	$-10 \div 70^\circ\text{C} (-45 \div 85^\circ\text{C})$	$-45 \div 85^\circ\text{C}$

**VƏ məntiq mikrosxemləri.** K155ЛН1(КМ155ЛН1) və K55ЛН1 (КМ55ЛН1) tipli TTM və TTMS strukturlu VƏ məntiq mikrosxemlərinin misalında VƏ məntiq mikrosxemlərinin xüsusiyyətlərini nəzərdən keçirək. Bu mikrosxemlərin markasında əlavə olunan M hərfi bu mikrosxemlərdə modernləşdirilmiş korpusun istifadə olunduğunu bildirir.

Bu mikrosxemlər VƏ məntiqi funksiyasını yerinə yetirən, bir korpusda yerləşmiş, biri-birindən asılı olmayaraq işləyən, vahid qidalanma dövrlərinə malik olan, korpusunun 14-cü çıxışı qida mənbəyinin “+”, 7-ci çıxışı isə “-“ qütbünə qoşulan, dörd iki girişli VƏ məntiq elementlərindən ibarətdir (şək.2.14).



Şək.2.14. K55ЛН1 (КМ55ЛН1) tipli “VƏ” məntiq mikrosxemləri

Mikrosxemin giriş və çıxışlarının şərti qrafiki işarələnmədə və elektrik sxemində verilən nömrəsi onun korpusundakı çıxışlarının nömrələrinə uyğundur. VƏ məntiqi mikrosxemlərinin parametrləri aşağıdakı cədvəl 2.3-də verilmişdir.

Cədvəl 2.3. VƏ məntiqi mikrosxemlərinin parametrləri və istismar verilənləri

№	Parametrin adı	K155ЛИ1(КМ155ЛИ1)	К55ЛИ1(КМ55ЛИ1)	КР1561ЛИ2
1	$I_{\text{təl.}}^0$ , mA	$\leq 33$	$\leq 8,8$	$\leq 150\text{mkA}$
2	$I_{\text{təl.}}^1$ , mA	$\leq 22$	$\leq 4,4$	$\leq 150\text{mkA}$
3	$I_{\text{gir.}}^0$ , mA	$\leq 1,6$	$\leq 0,36$	$\leq 1\text{mkA}$
4	$I_{\text{gir.}}^1$ , mA	$\leq 0,04$	$\leq 0,02$	$\leq 1\text{mkA}$
5	$U_{\text{çix.}}^0$ , V	$\leq 0,4$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$
6	$U_{\text{çix.}}^1$ , V	$\geq 2,4$	$\geq 2,7$	$\geq 9,5$
7	$t_{\text{ləng.orta.}}$ , ns	$\leq 16$	$\leq 9,5$	$\leq 320$
8	$U_{\text{qida.}}$ , V	$5V \pm 10\%$	$5V \pm 5\%$	10(diap.3÷15)
9	$T_{\text{ətr.}}$	$-10 \div 70^\circ\text{C} (-45 \div 85^\circ\text{C})$	$-10 \div 70^\circ\text{C} (-45 \div 85^\circ\text{C})$	$-45 \div 85^\circ\text{C}$

K155ЛИ2(КМ155ЛИ2) və K55ЛИ2(КМ55ЛИ2) mikrosxemləri uyğun seriyanın ЛИ1 mikrosxemlərinin analoqu olub, parametrlərinin nisbətən yaxşı olması ilə fərqlənir.

K155ЛИ3(КМ155ЛИ3) və K55ЛИ3(КМ55ЛИ3) mikrosxemləri, onların analoqları K155ЛИ4(КМ155ЛИ4) və K55ЛИ4(КМ55ЛИ4) 3 girişli üç ədəd “VƏ” məntiq elementlərindən ibarət olan mikrosxemlərdir.

K155 ЛИ5 tipli məntiq mikrosxemi iki ədəd 2 girişli, açıq kollektorlu çıxışı olan məntiqi “VƏ” elementlərindən ibarət olan mikrosxemdir.

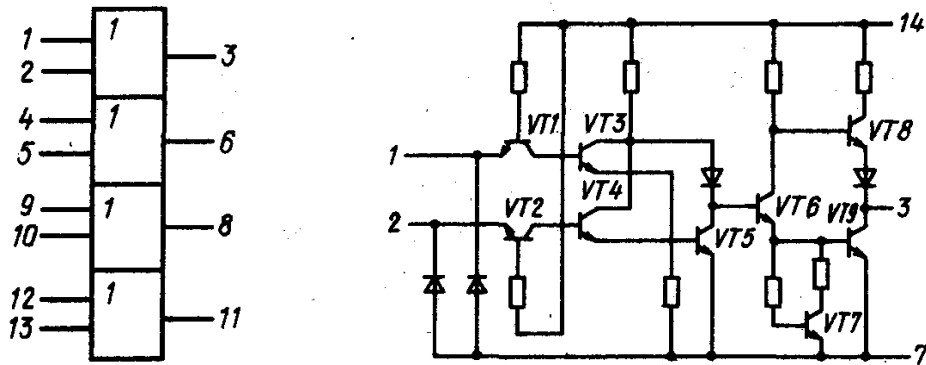
K555ЛИ6 tipli mikrosxem isə 4 girişli 2 ədəd məntiqi “VƏ” elementlərindən ibarətdir.

K1533 mikrosxemləri K555 seriyasının analoqu olub, parametrlərinin nisbətən yaxşı olması ilə fərqlənir və polimer korpuslarda hazırlanırlar.

K155ЛЛ1(КМ155ЛЛ1) və K55ЛЛ1(КМ55ЛЛ1) mikrosxemləri dörd ədəd 2 girişli YAXUD məntiqi elementlərindən ibarət olub, onların istismar-texniki parametrləri həmin seriyaların ЛИ1 tipli mikrosxemlərində olduğu kimidir.

КМОУ-strukturulu K176 və K561 seriyalı YAXUD məntiq mikrosxemlərinin parametrləri həmin seriyanın VƏ məntiq mikrosxemlərinin parametrləri ilə eyni həddə olur.

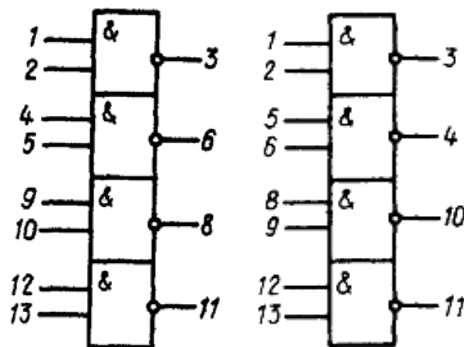
Şəkil 2.15-də K155JLI1(KM155JLI1) mikrosxeminin şərti qrafiki işarələnməsi və çıxışlarının təyinatı və YAXUD elementinin prinsipial sxemi verilmişdir.



Şək.2.15. K155JLI1(KM155JLI1) markalı YAXUD elementləri

K155 və K555 seriyalı mikrosxemlər içərisində K155JIA1(K555 JIA1) dörd girişli iki ədəd VƏ-YOX, K155JIA2(K555 JIA2) səkkiz girişli bir ədəd VƏ-YOX, K155JIA3(K555 JIA3) iki girişli dörd ədəd VƏ-YOX və s. tipli mikrosxemlər, onların modernləşdirilmiş yeni variantları mövcuddur. Bu mikrosxemlər içərisində dörd ədəd 2 girişli VƏ-YOX elementlərindən ibarət olan K155JIA3 (K555 JIA3) və bu mikrosxemlərin KMOY – strukturlu analoqu olan K176JIA7(K561 JIA7) markalı məntiq mikrosxemləri daha geniş istifadə olunurlar (şək.2.16). Bu mikrosxemlərin parametrləri cədvəl 2.4-də verilmişdir.

TTM və TTMSŞ strukturlu mikrosxemlər içərisində 2 girişli dörd ədəd YAXUD-YOX elementlərindən təşkil olunmuş K155JIE1 və K555JIE1, KMOY – strukturlu mikrosxem seriyalarında isə K176JIE5 və K561JIE5 tipli mikrosxemlər, və onların modernləşdirilmiş yeni variantları daha geniş tətbiq tapmışdır. Eyni zamanda bu seriyalarda 3 girişli, 4 girişli və s. YAXUD-YOX elementləri olan məntiq mikrosxemləri də mövcuddur.



Şək.2.16. K155JIA3(K555 JIA3) və K176JIA7(K561 JIA7) tipli "VƏ-YOX" məntiqi mikrosxemləri



Cədvəl 2.4. VƏ-YOX məntiqi mikrosxemlərinin parametrləri və istismar verilənləri

№	Parametrin adı	K155JIA3 (KM155JIA3)	K555JIA3 (KM555JIA3)	K176JIA7 (K561JIA7)
1	$I_{\text{təl.}}^0$ , mA	$\leq 22$	$\leq 4,4$	$\leq 0,3\text{mkA}$
2	$I_{\text{təl.}}^1$ , mA	$\leq 8$	$\leq 1,6$	$\leq 0,3\text{mkA}$
3	$I_{\text{gir.}}^0$ , mA	$\leq 1,6$	$\leq 0,36$	$\leq 0,1\text{mkA}$
4	$I_{\text{gir.}}^1$ , mA	$\leq 0,04$	$\leq 0,02$	$\leq 0,1\text{mkA}$
5	$U_{\text{çix.}}^0$ , V	$\leq 0,4$	$\leq 0,5$	$\leq 0,3$
6	$U_{\text{çix.}}^1$ , V	$\geq 2,4$	$\geq 2,7$	$\geq 8,2$
7	$t_{\text{əng.orta.}}$ , ns	$\leq 18$	$\leq 20$	$\leq 200$
8	$U_{\text{qida}}$ , V	$5V \pm 10\%$	$5V \pm 5\%$	9 (diap.3÷18)
9	$T_{\text{ətr.}}$	$-10 \div 70^\circ\text{C}$ ( $-45 \div 85^\circ\text{C}$ )	$-10 \div 70^\circ\text{C}$ ( $-45 \div 85^\circ\text{C}$ )	$-10 \div 70^\circ\text{C}$ ( $-45 \div 85^\circ\text{C}$ )

**Qeyd:** Elektron sxemlərdə istifadə olunan elementlərin, o cümlədən tranzistorların və digər yarımqeçirici cihazların şərti qrafiki işarələnməsi **əlavə 1-də**, ən geniş yayılmış cihazların əsas parametrləri, istismar şərtləri tətbiq sahələri, onlar əsasında qurulan bəzi elektron qurğularının sxemlərinin ilkin hesabatına nümunələr **əlavə 2-də**, **əlavə 3-də** yarımqeçirici elektron cihazlar və onlar əsəsindəki elektron qurğularının parametrlərinin və qoşulma sxemlərinin təhlilinə dair misallar verilmişdir.

### FƏSİL 3. KOMBİNASİYALI RƏQƏM QURĞULARI

Rəqəm məlumatlarını yadda saxlamadan çevirən rəqəm qurğularına kombinasiyalı rəqəm qurğuları deyilir. Bu qurğularda çıxış dəyişənləri giriş dəyişənləri ilə eyni qiymətlidirlər və qurğunun əvvəlki vəziyyətindən asılı deyillər. Kombinasiyalı rəqəm qurğularına şifrator və deşifrator, multipleksor və demultipleksor, kod çeviriciləri, yarımçəmləyici və cəmləyici, hesab qurğuları aid edilə bilər. Belə qurğular «VƏ», «VƏ-YA», «YOX», «VƏ-YOX», «VƏ-YA-YOX» məntiq elementlərində yaradılır.

#### 3.1. Verilmiş element bazasında məntiq qurğularının sintezi

Məntiq qurğularının yaradılması zamanı adətən, funksional tamamlanmış elementlər sistemindən istifadə edilir. Bu sistemə “Və-Yox” və “Və-ya-Yox” elementləri və ya bu elementlərdən biri daxil olur. Bu elementlər üzərində məntiq qurğularını sintez etmək üçün “2Və-Yox” və “2Və-ya-Yox” elementlərinin çıxış siqnallarını təsvir edən işçi cədvəl aşağıda verilmişdir. Girişlərə  $x_1$  və  $x_0$  məntiq dəyişənlərinin verildiyi qəbul edilir.

Element	Əməliyyatın şərti işarəsi	Çıxış siqnalının təsviri forması
2Və-Yox Şeffər ştrixi	$x_1 \downarrow x_0$	$\overline{x_1 x_0}; \overline{x_1 + x_0};$ $\overline{x_1 \wedge x_0}; \overline{x_1 \vee x_0}.$
2Yaxud-Yox Pirs oxu	$x_1 \downarrow x_0$	$\overline{x_1 + x_0}; \overline{x_1 \cdot x_0};$ $\overline{x_1 \vee x_0}; \overline{x_1 \wedge x_0}.$

Bu cədvəl əsasında istənilən cəbri məntiq funksiyasını lazım olan məntiq elementləri bazisində yazmaq olar. Bu zaman iki texniki qaydadan istifadə edilir: ilkin ifadənin və ya onun hissəsinin ikiqat inverslənməsi və De-Morqan teoreminin ( $\overline{x_1 + x_0} = \overline{x_1} \cdot \overline{x_0}$ ,  $\overline{x_1 \cdot x_0} = \overline{x_1} + \overline{x_0}$ ) tətbiqi.

Əgər cəbri məntiq funksiyasını “Və-Yox” məntiq bazisinə gətirmək lazımdırsa, funksiya, göstərilən qaydalarla ancaq vurma və inversiya məntiq əməliyyatlarına malik vəziyyətə çevrilir. Sonra funksiya “Və-Yox” əməliyyatının şərti işarələri vasitəsi ilə yazılır. Cəbri məntiq funksiyasının “Və-ya-Yox” məntiq bazisinə çevrilməsi analogi olaraq yerinə yetirilir. Bu zaman ifadə ancaq məntiqi cəmləmə və inversiya əməliyyatlarından təşkil edilir.

**Məsələ 3.1.**  $z(x) = x_3 \cdot x_0 + \overline{(x_3 \cdot x_2 \cdot x_0)}(x_2 + x_1)$  cəbri məntiq funksiyası verilir. Funksiyanı “Və-Yox “ və “Və-ya-Yox” məntiq elementləri bazisinə çevirmək tələb olunur.

Həlli. 1. “Və-Yox” məntiq elementləri bazisi əsasında:

$$\begin{aligned} z(x) &= \overline{x_3 \cdot x_0 + \overline{(x_3 \cdot x_2 \cdot x_0)}(x_2 + x_1)} = \overline{x_3 \cdot x_0} \cdot \overline{\overline{(x_3 \cdot x_2 \cdot x_0)}(x_2 + x_1)} = \\ &= \overline{x_3 \cdot x_0} \cdot \overline{\overline{(x_3 \cdot x_2 \cdot x_0)} \cdot \overline{(x_2 + x_1)}} = \\ &= \overline{x_3 \cdot x_0} \cdot \overline{\overline{(x_3 \cdot x_2 \cdot x_0)} \cdot \overline{(x_2 + x_1)}} = (x_3 | x_0) | ((\overline{x_3} | \overline{x_2} | \overline{x_0}) | (\overline{x_2} | \overline{x_1})). \end{aligned}$$

2. “Və-Yaxud-Yox” məntiq elementləri bazisi əsasında:

$$\begin{aligned} z(x) &= \overline{x_3 x_0 + x_3 x_2 x_0 (x_2 + x_1)} = \overline{x_3 + x_0 + x_3 x_2 x_0 + x_2 + x_1} = \\ &= \overline{x_3 + x_0 + x_3 + x_2 + x_0 + x_2 + x_1} = \\ &= (\overline{x_3} \downarrow \overline{x_0}) \downarrow ((\overline{x_3} \downarrow \overline{x_2} \downarrow \overline{x_0}) \downarrow (\overline{x_2} \downarrow \overline{x_1})). \end{aligned}$$

### 3.2. Məntiq qurğularının real element bazasında qurulması xüsusiyyətləri

Məntiq qurğuları yaradılarkən məntiq elementlərinin növü ilə yanaşı onların girişlərinin sayı da məlum olur. Onların girişlərinin sayı həmişə giriş dəyişənlərinin sayına bərabər olmur. Bu zaman iki hal yarana bilər: a) məntiq elementinin girişlərinin sayı cəbri məntiq funksiyasının dəyişənlərinin sayından çox ola bilər; b) məntiq elementinin girişlərinin sayı cəbri məntiq funksiyasının dəyişənlərinin sayından az ola bilər. Bu uyğunsuzluğu aradan qaldırmaq üçün müəyyən qaydalar mövcuddur. Bu qaydaları araşdırmaq.

Məntiq elementinin girişlərinin sayı cəbri məntiq funksiyasının dəyişənlərinin sayından çox olan hala baxaq. Bundan ötrü aktiv və passiv məntiq səviyyələri anlayışlarını daxil edirik.

Aktiv məntiq səviyyəsi giriş dəyişəninin birqiymətli olaraq məntiq elementinin çıxış siqnalını müəyyən edən qiymətinə deyilir.

“Və-Yox” və “Yaxud-Yox” elementləri üçün hansı məntiq siqnallarının aktiv olduğunu aydınlaşdırmaq üçün bu elementlərin, onların girişlərinə iki məntiq siqnalının təsir etdiyi haldakı, işçi cədvəlinə baxaq.

$x_1$	$x_0$	$x_1 \cdot x_0$	$x_1 + x_0$	$x_1   x_0$	$x_1 \downarrow x_0$
0	0	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0
1	0	0	1	1	0
1	1	1	1	0	0

Cədvəldən görünür ki, “Və-Yox” elementi üçün aktiv məntiq səviyyəsi “0” məntiq signalı olur, çünki bu signalın heç olmasa elementin girişlərindən birində olması çıxışda birqiymətli olaraq “1” məntiq signalını müəyyən edir. Odur ki, “1” məntiq signalı bu element üçün passiv olur.

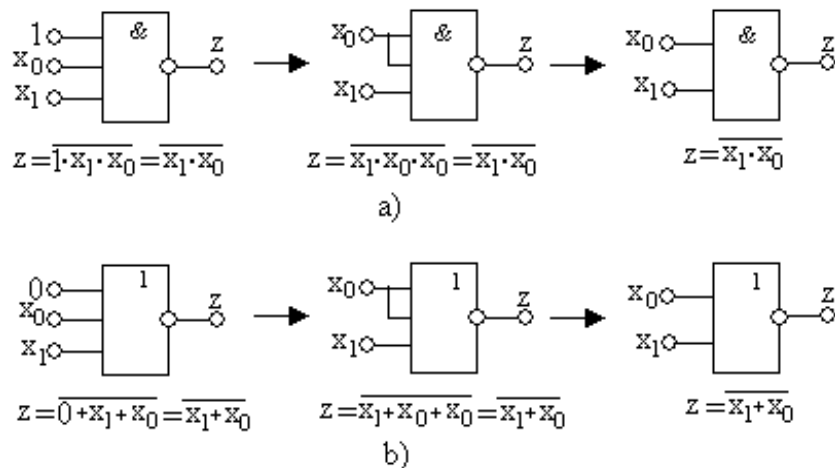
“Yaxud-Yox” elementi üçün, deyilənlərə analoji olaraq, aktiv səviyyə “1” məntiq signalı olur, çünki bu signal çıxışda birqiymətli olaraq “0” məntiq signalının yaranmasını təmin edir. Beləliklə:

$$“Və-Yox” \rightarrow \begin{cases} 0 - aktiv \\ 1 - passiv \end{cases}; \quad “Yaxud-Yox” \rightarrow \begin{cases} 1 - aktiv \\ 0 - passiv \end{cases}$$

Qeyd etmək lazımdır ki, n-girişə malik məntiq elementinin girişində hansı sayda aktiv və ya passiv səviyyələrin olmasının əhəmiyyəti yoxdur. Girişlərdən heç olmasa birində aktiv səviyyənin olması vacibdir.

Deyilənlərdən birqiymətli olaraq aydın olur ki, məntiq elementlərinin girişlərinin sayını, istifadə olunmayan girişlərə passiv məntiq konstantlara uyğun signal verməklə, azaltmaq olar. Belə ki, “Və-Yox” elementinə “1”, “Yaxud-Yox” elementinə isə “0” konstantları verilir.

Məntiq elementinin faktiki girişlərinin sayını başqa yolla da azaltmaq olar. Bundan ötrü  $x + x = x$ ,  $x \cdot x = x$  teoremlərindən istifadə edilir. Bu teoremə görə məntiq elementinin bir neçə girişinə eyni məntiq dəyişənini vermək olar (şəkil 3.1).

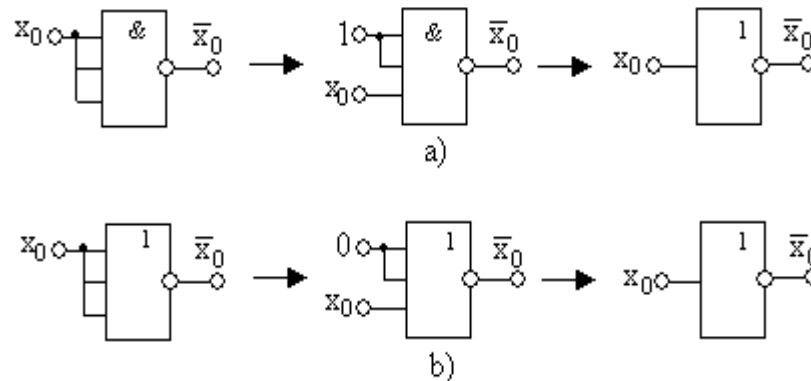


Şəkil 3.1. “Və-Yox” (a) və “Yaxud-Yox” (b) elementlərinin girişlərinin sayının azaldılması

Deyilənlərin iki təcrübi nəticə alınır:

1. Əgər n-girişli “Və-Yox” və ya “Yaxud-Yox” elementlərinin bütün girişlərinə eyni məntiq signalı verilsə, element bu signala nəzərən invertora çevrilir.

Əgər n-girişli “Və-Yox” və ya “Yaxud-Yox” elementlərinin n-1 sayda girişlərinə passiv məntiq signalı verilsə, element n-ci girişə nəzərən invertora çevrilir (şəkil 3.2).



Şəkil 3.2. “3Və-Yox” (a) və “3Yaxud-Yox” elementlərinin invertorlara çevrilməsi

Məntiq elementinin girişlərinin sayı cəbri məntiq funksiyasının dəyişənlərinin sayından az olan hala baxaq. Bu hal əvvəlkindən bir qədər mürəkkəbdir. Bu məsələnin iki həllinə baxaq.

1. İlkin minimal dizyunktiv normal formanın (MDNF) üzvləri ümumi məntiq dəyişənlərinə malikdirlər. Bu halda bir neçə elementar hasillər üçün ümumi dəyişənləri ümumi vuruq şəklində mötərizə xaricinə çıxarıla bilər.

**Misal.**  $z(x) = x_3 \cdot x_0 + \overline{x_3} \cdot \overline{x_2} \cdot x_1 + x_2 \cdot x_1 \cdot \overline{x_0}$  cəbri məntiq funksiyasını “2Və-Yox” bazisinə çevirmək tələb olunur.

Həlli:

$$\begin{aligned}
 z(x) &= x_3 \cdot x_0 + \overline{x_3} \cdot \overline{x_2} \cdot x_1 + x_2 \cdot x_1 \cdot \overline{x_0} = x_3 \cdot x_0 + x_1 \cdot (\overline{x_3} \cdot \overline{x_2} + x_2 \cdot \overline{x_0}) = \\
 &= x_3 \cdot x_0 + x_1 (\overline{x_3 \cdot x_2} + x_2 \cdot \overline{x_0}) = x_3 \cdot x_0 + x_1 ((\overline{x_3} | \overline{x_2}) | (x_2 | \overline{x_0})) = \\
 &= (\overline{x_3 \cdot x_0} | x_1 ((\overline{x_3} | \overline{x_2}) | (x_2 | \overline{x_0}))) = (x_3 | x_0) | (x_1 ((\overline{x_3} | \overline{x_2}) | (x_2 | \overline{x_0}))) = \\
 &= (x_3 | x_0) | (x_1 | ((x_3 | 1) | (x_2 | 1)) | (x_2 | (x_0 | 1))).
 \end{aligned}$$

2. İlkin minimal dizyunktiv normal formanın (MDNF) üzvləri ümumi məntiq dəyişənlərinə malik deyildirlər. Bu halda aşağıdakı eyniliklərin birindən istifadə etmək olar:

$$x_2 | x_1 | x_0 = x_2 | (\overline{x_1 | x_0}), \quad x_2 \downarrow x_1 \downarrow x_0 = x_2 \downarrow (\overline{x_1 \downarrow x_0}).$$

Bu eyniliklərin doğruluğu cəbri məntiqin teoremləri ilə asanlıqla sübut olunur, məsələn,

$$x_2 \mid x_1 \mid x_0 = \overline{x_2 \cdot x_1 \cdot x_0} = \overline{\overline{\overline{x_2 \cdot x_1 \cdot x_0}}} = x_2 \mid (\overline{x_1 \mid x_0}).$$

Qeyd edək ki, bu eyniliklər giriş dəyişənlərinin istənilən sayı üçün doğrudur.

**Misal.**  $z(x) = (\overline{x_2 + x_1 + x_0}) \cdot (x_2 + \overline{x_0}) \cdot (x_2 + \overline{x_1} + \overline{x_0})$  cəbri məntiq funksiyasını “2Və-ya-Yox” bazisinə çevirmək tələb olunur.

Həlli: Cəbri məntiq funksiyasını iki dəfə inversləşdirərək lazım olan çevrilməni əldə edə bilərik:

$$\begin{aligned} z(x) &= \overline{\overline{\overline{(x_2 + x_1 + x_0) (x_2 + \overline{x_0}) (x_2 + \overline{x_1} + \overline{x_0})}}} = \\ &= \overline{\overline{(x_2 + x_1 + x_0) + (x_2 + \overline{x_0}) + (x_2 + \overline{x_1} + \overline{x_0})}} = \\ &= \overline{(x_2 \downarrow x_1 \downarrow x_0) \downarrow (x_2 \downarrow \overline{x_0}) (x_2 \downarrow \overline{x_1} \downarrow \overline{x_0})} = \\ &= \overline{(x_2 \downarrow (x_1 \downarrow x_0)) \downarrow (x_2 \downarrow \overline{x_0}) \downarrow (x_2 \downarrow (\overline{x_1} \downarrow \overline{x_0}))}. \end{aligned}$$

Verilmiş ilkin cəbri məntiq funksiyasına (a) və onun çevrilməsinə (b) uyğun qurğunun məntiq sxemləri şəkil 3.3 -də göstərilmişdir.

Bu sxemlərin müqayisəsindən görünür ki, məntiq elementlərinin girişlərinin sayı azaldıqda istifadə olunan elementlərin sayı artır, yəni məntiq qurğusu mürəkkəbləşir.

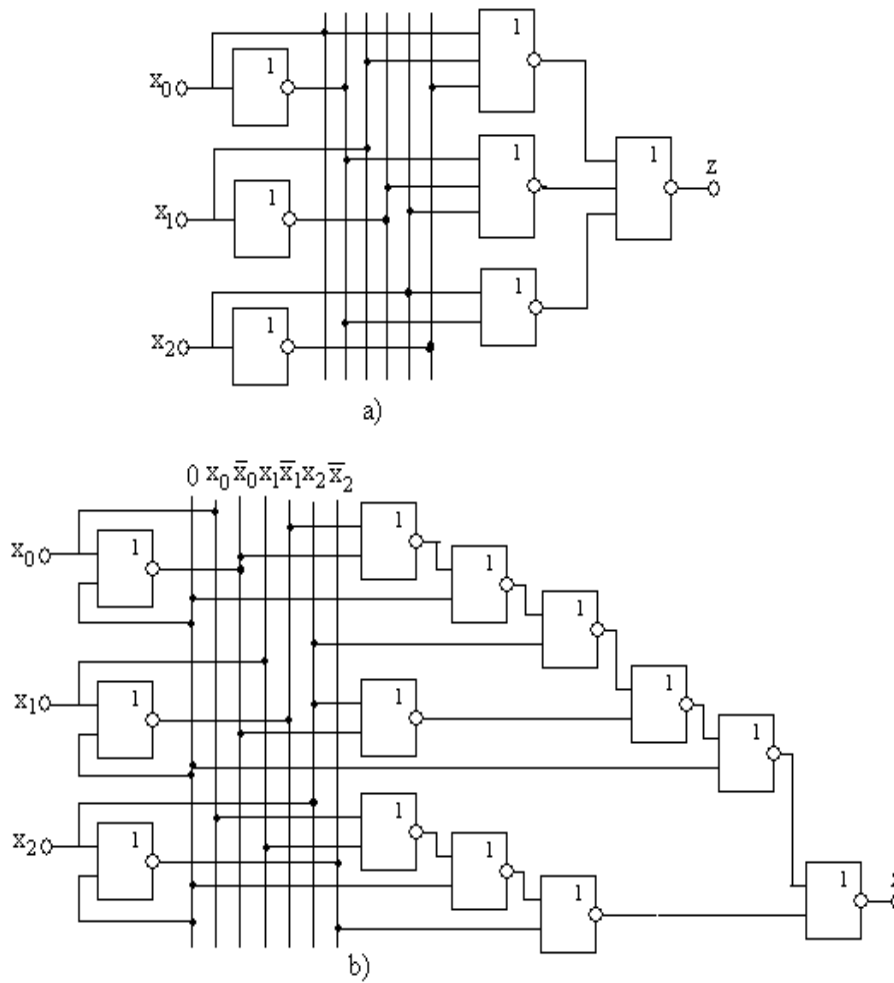
### 3.3. Kombinasional rəqəm qurğularının tipik funksional sxemləri

**3.3.1 Multipleksor və demultipleksor.** Multipleksor, idarəedici kodun (sözün) idarəsi ilə giriş kanallarından birini, başqa sözlə bir neçə məlumat mənbəyindən birini çıxışa qoşmaq üçün nəzərdə tutulan funksional qurğuya deyilir. Multipleksordan əlaqə xəttini sıxlaşdırmaq üçün, yəni bir neçə mənbədən alınan rəqəm siqnallarını bir əlaqə xətti vasitəsilə ötürmək üçün istifadə edilir.

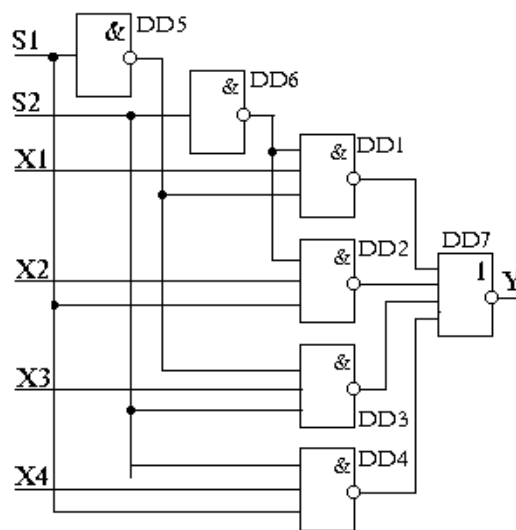
Giriş mənbəyinin seçilməsi  $S_n \dots S_2 S_1$  ünvan kodu vasitəsilə idarə olunur. Əgər ünvan kodu n-dərəcəli ikilik ədədirsə, onda  $M=2^n$  sayda giriş mənbələrindən biri seçilə bilər.

Nümunə kimi dördgirişli multipleksorun (4-dən 1-ə) sxeminə baxaq (şəkil 3.4). Bu sxem “VƏ-YOX” və “YAXUD-YOX” elementlərində yerinə yetirilir. DD1 ... DD4 məntiq elementləri  $S_2 S_1$  ünvan kodu ilə idarə olunurlar. X1 ... X4 məlumat siqnalları üçün hər bir zaman müddətində DD1 ... DD4 elementlərindən ancaq biri - ünvan girişlərində “1” siqnalı olan element açıq

olur. DD7 məntiq elementi DD1 ...DD4 elementlərdən daxil olan siqnalları birləşdirir və inversiya edir. “8-dən 1-ə”, “16-dan 1-ə” kimi multipleksorlar geniş yayılmışdır. Girişlərin sayı çox olduqda sadə multipleksorları piramida şəklində kaskadlarla birləşdirirlər.



Şəkil 3.3. İlk (a) və çevrilmiş (b) ifadələrə uyğun məntiq sxemləri



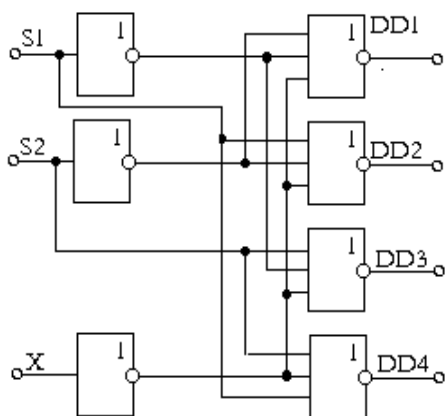
Şəkil 3.4. “4-dən 1-ə” multipleksorunun funksional sxemi

Demultipleksor multipleksor vasitəsilə alınmış mürəkkəb məlumat axınıni ayrı-ayrı təşkilədicilərə ayıran funksional düyünə deyilir. Demultipleksor qəbul edilmiş ünvanə uyğun olaraq, məlumatı çıxışlardan birinə istiqamətləndirir. Digər çıxışlarda isə bu zaman “0” siqnalı olur. “1- dən 4- ə” tipli demultipleksorun “YAXUD-YOX” məntiq elementlərində yaradılmış sxemi şəkil 3.5-də göstərilmişdir.

“YAXUD-YOX” məntiq elementinin çıxışında “1” siqnalı onun bütün girişlərində eyni zamanda “0” siqnalları olan halda yarandığından, giriş ikilik X siqnalı DD1 ... DD4 məntiq elementlərindən ünvan girişlərində “0” səviyyəli siqnallar olan elementin çıxışında alınır.

**3.3.2. Kod çeviriciləri.** Rəqəm texnikasında informasiyanın müxtəlif kodlanma növləri tətbiq edilir. EHM-də əməliyyatların yerinə yetirilməsi zamanı düz, əks, əlavə, ikilik-onluq və s. müxtəlif ikilik kodlardan istifadə edilir. İnformasiyanın əlaqə xətti ilə ötürülməsi zamanı, məsələn xətalərin yaranması ehtimalını azaldan və yaxud xətaləri aradan qaldıran kodlardan da istifadə edilir. Belə kodlara nümunə olaraq 5-dən 2 prinsipində qurulan kodları (5 simvoldan 2 simvola həmişə vahid qiyməti verilir), tək və ya cütü yoxlayan kodları, Xəmminq kodunu aid etmək olar.

Bununla əlaqədar olaraq rəqəm informasiya sistemlərində informasiyanın bir koddan digərinə çevrilməsi məsələsi ortaya çıxır. Bu cür məsələlər aparat səviyyəsində kod çeviriciləri tipli kombinasiyalı qurğulardan istifadə edilir. Beləliklə, kod çeviricisi informasiyanın kodlanması növünü dəyişən kombinasiyalı qurğuya deyilir.

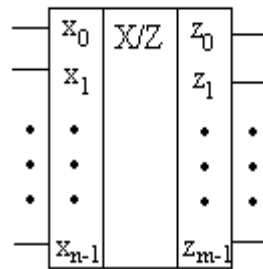


Şəkil 3.5. “1-dən 4-ə” demultipleksorun funksional sxemi

Bütün kombinasiyalı qurğular kimi, kod çeviriciləri də qurğunun girişinə verilən və çıxışından götürülən kodların uyğunluğunu göstərən işçi cədvəllə xarakterizə olunur. Ümumi halda, bu cədvəlin giriş və çıxışdakı kodların mərtəbələrini sayı müxtəlif ola bilər. Əsas odur ki, cədvəl müxtəlif kodların birqiymətli olaraq uyğunluğunu təmin etsin. Belə cədvəl konkret bir kod



çeviricisinin məntiqi strukturunun sintezi üçün əsas olur. Kod çeviricilərinin funksional sxemlərdə qrafiki şərti işarəsi şəkil 3.6 -də göstərilmişdir.



Şəkil 3.6. Kod çeviricisinin şərti qrafiki işarəsi.

İMS şəklində buraxılan kod çeviricilərinə nümunə kimi informasiyanı ikilik koddan ikilik-onluq koda çevirən çeviriciləri göstərmək olar. Bu kod çeviricilərinin xüsusi halı kimi şifrator və deşifratorları göstərmək olar.

**3.3.3. Şifrator və deşifrator.** Şifrator M-girişlərindən birinə verilən “1” və ya “0” siqnalını n-mərtəbəli ikilik koda çevirən funksional düyünə deyilir. Şifrator n-çıxışa və  $M \leq 2^n$  girişə malikdir. Onluq ədədin ikilik koda çevriləsi üçün nəzərdə tutulmuş “10-dan 4-ə ” şifratorunun sxemi şəkil 15.6-da verilmişdir. Şifrator rəqəm məlumatlarının daxil edilməsi qurğularında istifadə edilir. 0, 1, ... , 9 qiymətlərinə uyğun gələn düymələrdən birini basmaqla şifratorun girişlərindən birinə “0” siqnalı verilir. Düymənin basılmaması isə “1” giriş siqnalına uyğun gəlir.

Məlumdur ki, giriş dəyişənlərinin sayı  $M=10$  olduqda  $2^{10}$  sayda müxtəlif funksiyalar almaq olar. Göstərilən sxemdə 10 müxtəlif giriş dəyişənləri yığımı istifadə olunur və bu halda hər dəfə ancaq bir düymə basılır. Giriş və çıxış dəyişənlərinin vəziyyətləri cədvəl 3.1-də verilmişdir.

Məsələn,  $F_4$  funksiyası üçün vahidlərə görə yazılmış struktur düstur aşağıdakı kimi ola bilər:

$$F_4 = X_0 X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7 \bar{X}_8 X_9 + X_0 X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7 X_8 \bar{X}_9$$

Cəbri məntiqin  $X \cdot 1 = X$  və  $\overline{X_1 + X_2} = \bar{X}_1 \cdot \bar{X}_2$  aksiomalarından istifadə etsək

$$F_4 = \overline{X_2 + X_9} = \overline{X_2 \cdot X_9}$$

alırıq.

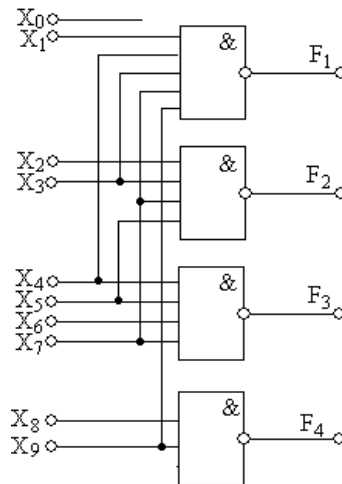
**Bu qayda ilə digər funksiyaları da yazmaq olar:**

$$F_3 = \overline{X_4 X_5 X_6 X_7}; \quad F_2 = \overline{X_2 X_3 X_6 X_7}; \quad F_1 = \overline{X_1 \cdot X_3 \cdot X_5 \cdot X_7 \cdot X_9}$$

Bu funksiyalar “VƏ-YOX” elementlərində yerinə yetirilir (şəkil 3.7).

İşarə	Girişlər										Çıxışlar			
	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
3	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
4	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0
5	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1
6	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0
7	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1

Deşifratör M girişə və  $n \leq 2^M$  çıxışa malik olan, M-dərəcəli ikilik dəyişənlər yığımını ( $X_1, \dots, X_M$ ) təyin edən və giriş dəyişənləri yığımından asılı olaraq çıxışlarından birinə “1” və ya “0” məntiq signalı verən funksional qurğuya deyilir.

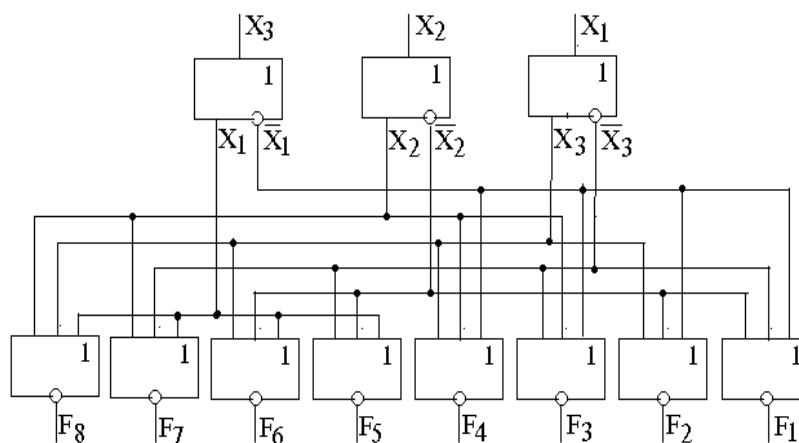


Şəkil 3.7. “10-dan 4-ə” şifratörünün sxemi

Deşifratör rəqəm qurğularının icra hissəsinin tərkibinə daxildir və giriş kəmiyyətlərindən (əmr və ya ünvan kodundan) asılı olaraq qurğunun digər blokları üçün idarə siqnalları formalaşdırır. Məsələn, deşifratör rəqəm məlumatlarının verilməsi (oxunması) qurğularında ikilik kodu onluq koda çevirmək üçün istifadə edilir. Nümunə üçün 3 dərəcəli tam deşifratörün sxemi şəkil 3.8-də göstərilmişdir.

Burada  $X_1, X_2, X_3$  giriş dəyişənləri,  $F_1, \dots, F_8$  çıxış funksiyalarıdır. Burada  $F_8 = \bar{X}_3 \bar{X}_2 \bar{X}_1$ ;  $F_7 = \bar{X}_3 \bar{X}_2 X_1$ ;  $\dots$ ;  $F_1 = X_3 X_2 X_1$ .

Arqument və funksiyaların qiymətləri cədvəl 3.2-də verilmişdir.



Şəkil 3.8. 3-mərtəbəli tam deşifratorun funksional sxemi

Cədvəl 3.2

Nö yığım	X1	X2	X3	F8	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
4	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
6	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
8	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

**3.3.4. Rəqəm komparatorları.** Rəqəm komparatorları kombinasiyalı məntiq qurğuları olub ikilik kodla verilən ədədlərin müqayisə qurğusudur. Komparatorun girişlərinin sayı müqayisə ediləcək kodların mərtəbələrinin sayı ilə müəyyən edilir. Komparatorun çıxışında adətən üç siqnal formalaşır:

$F_{=}$  - kodların bərabərliyi,

$F_{>}$  - birinci kodun ədədi ekvivalenti ikincidən böyükdürsə,

$F_{<}$  - birinci kodun ədədi ekvivalenti ikincidən kiçikdirsə,

İki birmərtəbəli kodun müqayisəsi zamanı komparatorun işinin həqiqilik cədvəli aşağıda verilmişdir.

X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	F <sub>=</sub>	F <sub>&gt;</sub>	F <sub>&lt;</sub>
0	0	1	0	0
0	1	0	0	1
1	0	0	1	0
1	1	1	0	0

Həqiqilik cədvəlinin təhlili göstərir ki, giriş siqnallarının istənilən kombinasiyasında komparatorun çıxışında ancaq bir aktiv (vahid) məntiq siqnalı formalaşa bilər. Odur ki, istənilən mərtəbəli giriş kodları halında giriş siqnallarından istifadə edərək istənilən iki çıxış siqnalını formalaşdırmaq olar. Üçüncü siqnal həmişə iki məlum siqnala görə müəyyən edilə bilər.

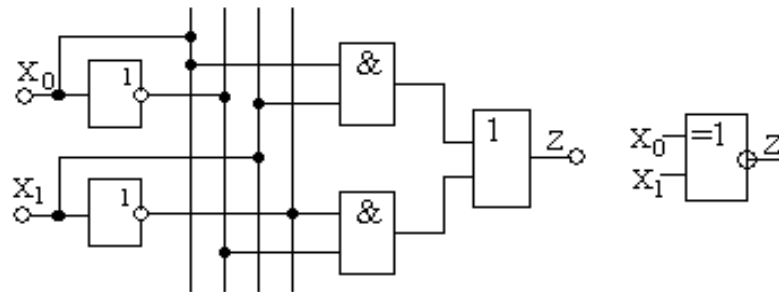
Həqiqilik cədvələ uyğun cəbri məntiqin funksiyaları sistemi aşağıdakı kimi verilə bilər:

$$F = \overline{x_1} \cdot \overline{x_0} + x_1 \cdot x_0 = \overline{x_1 \oplus x_0} = \overline{F_<} \cdot \overline{F_>},$$

$$F_< = \overline{x} \cdot x_0 = \overline{F_=} \cdot \overline{F_>},$$

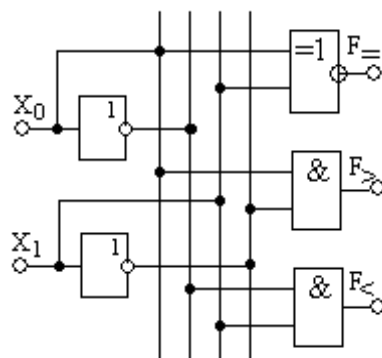
$$F_> = x_1 \cdot \overline{x_0} = \overline{F_=} \cdot \overline{F_<}.$$

Bu ifadələrə aparat sərfinin azaldılması nöqtəyi-nəzərindən baxılan halda qeyd etmək olar ki, giriş dəyişənlərindən istifadə etməklə  $F_>$  və  $F_<$  qiymətlərini almaq,  $F_=>$  qiymətini isə onların funksiyası kimi reallaşdırmaq daha sərfəli olardı. Lakin  $F_=>$  qiymətini təyin edən ifadə rəqəm texnikasında ayrıca olaraq böyük əhəmiyyətə malik olduğundan onun üzərində daha ətraflı dayanaq. Bu ifadə “Və-ya-Yox” elementinin İxtisarı və ya 2 moduluna görə cəmin inversi əməliyyatı adlanır. Bu funksiyanın VƏ, Və-Ya və Yox elementlərindən istifadə etməklə reallaşdırılması və onun qrafiki işarəsi şəkil 3.9 - da göstərilmişdir.



Şəkil 3.9. “Yaxud-Yox” un ixtisarı əməliyyatının sxem həlli

Verilən həqiqilik cədvəlinə uyğun rəqəm komparatorunun struktur məntiq sxemi şəkil 3.10-da göstərilmişdir.



Şəkil 3.10. Komparatorun məntiq sxemi

Təcrübədə adətən çoxmərtəbəli ikilik kodların müqayisəsi lazım gəlir. Lakin giriş dəyişənlərinin sayı çoxaldıqda alınan cədvəlin kifayət qədər mürəkkəb olması məntiq sxemini də mürəkkəbləşdirir. Belə hallarda blok şəkilli konstruksiya və ya məsələnin dekompozisiyası üsullarından istifadə etmək sərfəli olur. Belə yanaşmanın mahiyyəti mürəkkəb məsələnin bir sıra sadə məsələlərə bölməkdən və bu məsələləri mümkün qurğularla həll etməkdən ibarətdir. Sonra alınmış nəticələrdən istifadə etməklə ilkin məsələ həll edilir.

Bu yanaşmanı çoxmərtəbəli ikilik kodlar (sözlər) halında rəqəm komparatorunun qurulması nümunəsində göstərək. Baza elementi kimi birmərtəbəli ikilik sözlərin komparatoru sxemini götürürük. Aydındır ki, ikimərtəbəli sözlərin müqayisəsinin nəticələrini birmərtəbəli sözlərin müqayisəsinin nəticələri vasitəsi ilə yazmaq olar. Uyğun cəbri məntiq funksiyalar sistemi bu halda aşağıdakı şəkildə yazıla bilər:

$$\begin{aligned} F_{=} &= F_1 = F_0, \\ F_{>} &= F_{1>} + F_1 = F_{0>}, \\ F_{<} &= \overline{F_{=} + F_{>}}. \end{aligned}$$

Analoji olaraq 3 – dərəcəli kodlar üçün

$$\begin{aligned} F_{=} &= F_{2=} \cdot F_{1=} \cdot F_{0=}, \\ F_{>} &= F_{2>} + F_{2=} \cdot F_{1>} + F_{2=} \cdot F_{1=} \cdot F_{0>}, \\ F_{<} &= \overline{F_{=} + F_{>}}. \end{aligned}$$

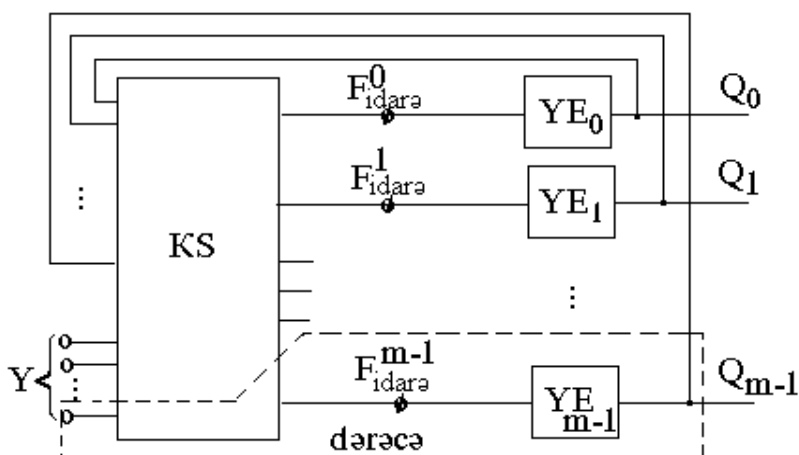
alırıq. Ümumi şəkildə n-mərtəbəli ikilik kodlar üçün

$$\begin{aligned} F_{=} &= F_{n-1=} \cdot F_{n-2=} \cdots F_{0=}, \\ F_{>} &= \overline{F_{n-1>} + F_{n-1=} \cdot F_{n-2>} + \cdots + F_{n-1=} \cdot F_{n-1=} \cdots F_{1=} \cdot F_{0>}}, \\ F_{<} &= \overline{F_{=} + F_{>}}. \end{aligned}$$

Beləliklə, giriş sözlərinin mərtəbələri məhdud olan rəqəm komparatorlarından istifadə etməklə məntiq funksiyalar sisteminin sonuncu ifadəsi əsasında həmişə tələb olunan mərtəbəyə malik qurğu sintez etmək mümkündür.

## FƏSİL 4. ARDICIL TIPLİ RƏQƏM QURĞULARI

Ardıcıl rəqəm qurğularında yaddaş elementlərindən istifadə edilir. Ardıcıl rəqəm qurğularının strukturu bir neçə yaddaş elementlərindən (YE) və idarəedici kombinasiyalı sxemlərdən (KS) təşkil edilir (şək. 4.1).



Şəkil 4.1. Ardıcıl rəqəm qurğusunun struktur sxemi

Kombinasiyalı sxem yaddaş elementlərinin bir vəziyyətdən digər vəziyyətə çevrilməsini idarə edən  $F_{idarə}$  siqnallarını hasil edir. Sxemin girişinə xarici  $Y$  siqnalları və yaddaş elementlərinin çıxışlarından  $Q$  siqnalları daxil olur. Yaddaş elementlərinin çıxışları ardıcıl rəqəm qurğularının çıxışları rolunu oynayır. Bir yaddaş elementi, onu idarə edən kombinasiyalı sxem hissəsi ilə birlikdə ardıcıl rəqəm qurğusunun bir dərəcəsini təşkil edir, yəni ikilik kodun bir dərəcəsinin çevrilməsini və yadda saxlanmasını təmin edir. Bəzi ardıcıl rəqəm qurğularında kombinasiyalı sxemi ayrı-ayrı dərəcələrə ayırmaq mümkün olur.

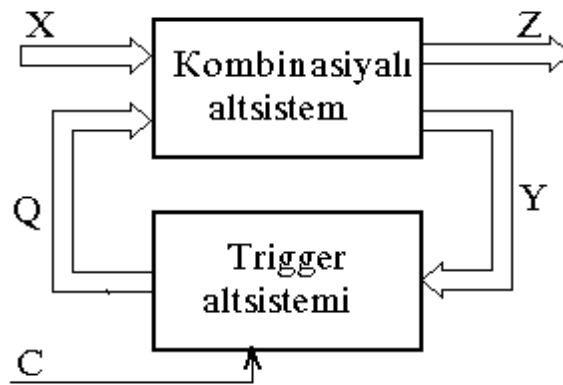
Ardıcıl rəqəm qurğularının vəziyyəti qurğunu təşkil edən bütün yaddaş elementlərinin vəziyyətləri yığımı ilə, yəni  $Q_0, Q_1, \dots, Q_{m-1}$  qiymətləri ilə müəyyən edilir. Qurğunun  $Q^n$  vəziyyətindən  $Q^{n+1}$  vəziyyətinə keçməsi uyğun idarəedici  $Y$  siqnallarının təsiri ilə baş verir. Qurğuda olan əks rəqəmə hesabına  $Q^{n+1}$  qiyməti həm xarici  $Y$  siqnallarından, həm də əvvəldən malik olduğu  $Q^n$  qiymətindən asılıdır:

$$Q^{n+1}=f(Y, Q^n).$$

Ardıcıl rəqəm qurğularının rəqəm avtomatları adlandırılan Xaffman modelində istənilən rəqəm avtomatı ümumi halda iki sistem yığımı şəklində təsvir olunur. Birinci sistem yaddaş (trigger) elementlərindən təşkil olunur (trigger sistemi) və qurğunun əvvəlki vəziyyəti haqqındakı informasiyanı yadda saxlayır. İkinci sistem kombinasiya sxemindən təşkil olunur (kombinasiyalı

sistem), giriş siqnallarının və qurğunun vəziyyəti haqqındakı informasiyanın çıxış siqnallarına və avtomatın vəziyyətini dəyişmək üçün lazım olan siqnala çevrilməsinə xidmət edir. Rəqəm avtomatının struktur sxemi (Xaffman modeli) şəkil 4.2-də göstərilmişdir. Rəqəm avtomatının işi 4 qrup müxtəlif siqnallarla təsvir olunur: X – giriş təsirinin kod sözü; Z – çıxış siqnalının kod sözü; Y – avtomatın vəziyyətinin lazım olan qayda ilə (ardıcılıqla) dəyişməsinə təmin edən kod sözü; Q – avtomatın vəziyyətini xarakterizə edən kod sözü.

Rəqəm avtomatının normal işləməsi üçün daha bir siqnal – sinxronlaşdırıcı siqnal C lazımdır. Bu siqnal trigger altsisteminin triggerlərinin müəyyən taktla çevrilməsinə təmin edir və qurğunun iş alqoritmi ilə əlaqədar olur.



Şəkil 4.2. Rəqəm avtomatının struktur sxemi.

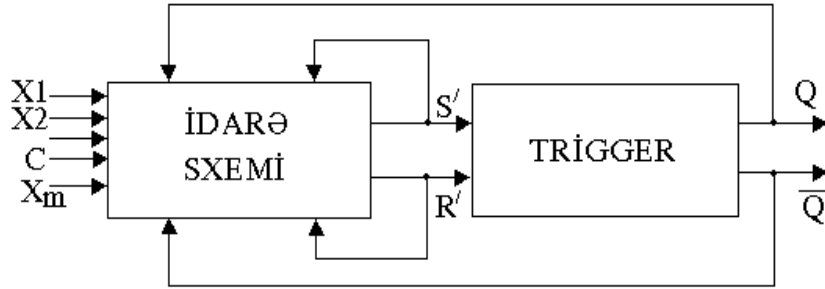
Ardıcıl rəqəm qurğularına registrləri, sayğacları, təsadüfi ədədlər və yaxud mürəkkəb sistemə malik impulslar ardıcılığı hasil edən generatorları aid etmək olar. Bu qurğuların əsas elementlərindən biri yaddaş elementidir.

#### 4.1. Trigger qurğularının təyinatı və təsnifatı

Trigger qurğusu növbə ilə vəziyyətini dəyişən iki dayanıqlı vəziyyətə malik qurğudur. Vəziyyətlərin dəyişməsi ancaq xarici siqnalların təsiri ilə baş verir. Odur ki, triggerdə yazılmış məlumat triggerə növbəti təsir olana qədər onda saxlanılır. Sadə trigger iki girişə və iki çıxışa malikdir. Bir qayda olaraq, məlumatı yazmaq üçün triggerin S-girişinə “set”, triggeri ilkin vəziyyətə qaytarmaq üçün R-girişinə “reset” siqnalı vermək lazımdır. Triggerin çıxışlarından biri düzünə çıxış, digəri isə invers çıxış adlanır. Məlumatın triggerə yazılması (köçürülməsi) adətən idarə sxemi vasitəsilə həyata keçirilir. Trigger idarə sxemi ilə birlikdə trigger sistemini təşkil edir (şəkil 4.3).

Bu struktura görə, trigger məlumatı yadda saxlayan yaddaş qurğusu funksiyasını yerinə yrtirir. İdarə sxemi isə  $X_1, X_2, \dots, X_m$  girişlərindən lazım

olan məlumatı triggerin  $S'$  və  $R'$  girişlərinə ötürür. Bu girişlərə daxil olan siqnallar triggeri uyğun vəziyyətə çevirir. Triggerin idarə olunması taktlanan (sinxron) və ya asinxron olur. Taktlanan triggerin idarə olunması zamanı trigger sistemi əlavə C takt impulsları girişinə malik olur. C girişinə verilən takt impulsları idarə sxeminə, məlumatı müəyyən zaman intervalları ilə triggerə ötürülməsi imkanını verir. Asinxron idarəetmə zamanı C girişi olmur.



Şəkil 4.3. Trigger sisteminin strukturu

Məlumatın kodlanması prinsipinə görə triggerlər statiki və dinamiki olurlar. Statiki triggerlərdə dayanıqlı vəziyyətlərdən hər biri cərəyanın qiymətinin və potensialın səviyyəsinin fərqlənməsi ilə xarakterizə olunur.

Dinamiki triggerlərdə sxemin vəziyyəti standart amplituda və davamətmə müddətinə malik çıxış impulslarının olması və onlar arasındakı fasilə ilə xarakterizə olunur.

Triggerlər idarə sxeminin yerinə yetirdiyi məntiq funksiyasından asılı olaraq RS-, JK-, D-, T-, DV-, RST- və s. triggerlərə ayrılırlar.

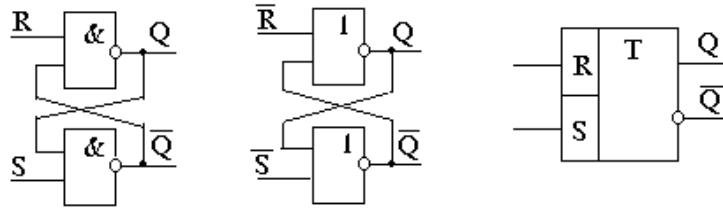
**RS-triggerlər** iki məlumat girişinə malik məntiq qurğusudur. Bu triggerlər iki «VƏ-YOX» və ya «YAXUD-YOX» məntiq elementlərində yaradılır (şəkil 4.4). RS-triggerin iş cədvəli aşağıda verilmişdir.  $R=S=1$  halında triggerin çiyinləri arasında yarışma baş verir ki, bu da çıxışların vəziyyətlərinin təsadüfi dəyişməsinə səbəb olur. Bu qeyri-müəyyənlik nəticəsində  $R=S=1$  siqnalları qadağan edilir.

**Sinxron RS-triggerlər** sadə RS-triggerin girişinə iki «VƏ» və yaxud «VƏ-YOX» məntiq elementləri qoşulmaqla əldə edilir (şəkil 4.5). Giriş siqnalları «VƏ-YOX» elementlərindən girişində (C-clock) sinxronlaşdırıcı impulsların təsiri müddətlərində keçirlər. Odur ki, triggerin vəziyyəti ancaq sinxronlaşdırıcı impulsların təsiri zamanı dəyişə bilər.

Statik idarə olunan trigger (a) sinxronlaşdırıcı gərginliyin səviyyəsi ilə sinxronlaşdırılır. Bir sinxroimpulsun təsiri zamanı trigger vəziyyətini onun R və S girişlərindəki siqnal dəyişdikdə dəyişir.



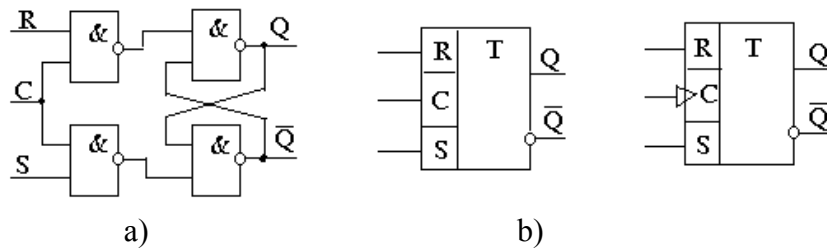
Dinamiki idarə olunan triggerin vəziyyəti sinxroimpulsun artması (ön cəbhəsi) müddətində dəyişir. İmpulsun təsiri müddətində (zirvəsi) vəziyyət dəyişmir.



Şəkil 4.4. «Və yox» və «Və ya - yox» məntiq elementlərində sadə RS – triggerin sxemi

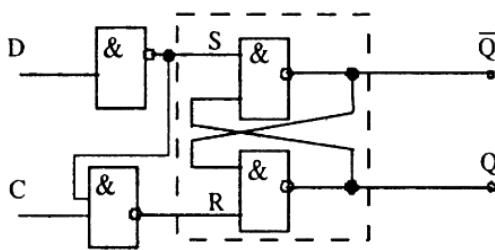
S	R	Q
0	0	Əvvəlki vəziyyəti saxlanılır
0	1	0
1	0	0
1	1	Qadağandır

$\bar{S}$	$\bar{R}$	Q
1	1	Əvvəlki vəziyyəti saxlanılır
1	0	0
0	1	1
0	0	Qadağandır



Şəkil 4.5. Sinxron RS-triggerin funksional sxemi

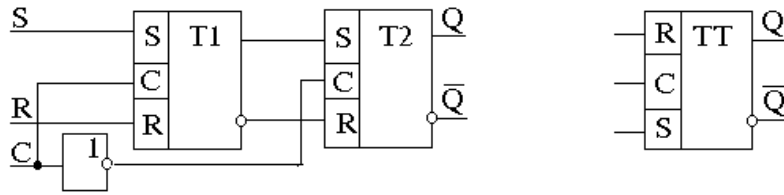
**D-trigger** ancaq bir D (delay-gecikmə) məlumat girişinə malikdir və D məntiq siqnalını yadda saxlamaq üçün istifadə edilir. Trigger öz vəziyyətini sinxroimpuls təsir etdikdə dəyişir. Belə triggeri sinxron RS-triggeri və bir «YOX» elementi vasitəsilə yaratmaq olar (şəkil 4.6). Şəkildə VƏ-YOX məntiq elementləri əsasında olan RS-trigger vasitəsilə yaradılmış D-triggerin sxemi və onun həqiqilik cədvəli verilmişdir.



Şəkil 4.6. D-triggerin qoşulma sxemi və həqiqilik cədvəli

C	D	$Q^{t+1}$	$\bar{Q}^{t+1}$
0	0	$Q^t$	$\bar{Q}^t$
1	0	0	1
0	1	0	1
1	1	1	0

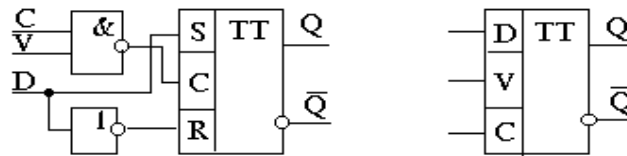
**İki pilləli triggerlər** aparən-aparılan struktur üzrə yerinə yetirilir. Bu triggerlər bəzən MS-triggerlər də adlanır (M-master, S-slave). Belə trigger iki sinxron RS-trigger üzərində yaradılır (şəkil 4.7).



Şəkil 4.7. İki pilləli triggerin qoşulma sxemi

Burada T1 aparən, T2 isə aparılan triggerlərdir. T2 triggeri aparən triggerin vəziyyətini yadda saxlamaq üçündür. T1 və T2 triggerlərinə təsir edən sinxroimpulslar əks fazada verildiyindən T2-nin vəziyyətinin dəyişməsi T1-ə nəzərən müəyyən gecikmə ilə baş verir. Bu gecikmə hesabına yadda saxlama prosesi giriş siqnalının təsirindən təcrid olunur və digər məntiq funksiyalarının yerinə yetirilməsinə şərait yaranır. İki pilləli triggerlərə DV, JK, T- triggerlərini aid etmək olar.

**DV- trigger** D- trigger kimi məntiq siqnalını yadda saxlamaq üçündür. DV-trigger V- icazə girişinə malikdir və V=1 halında trigger D- girişi üzrə idarə olunur. V=0 qadağa siqnalında D- girişindəki siqnalın asılı olmayaraq trigger öz vəziyyətini dəyişmir (şəkil 4.8).

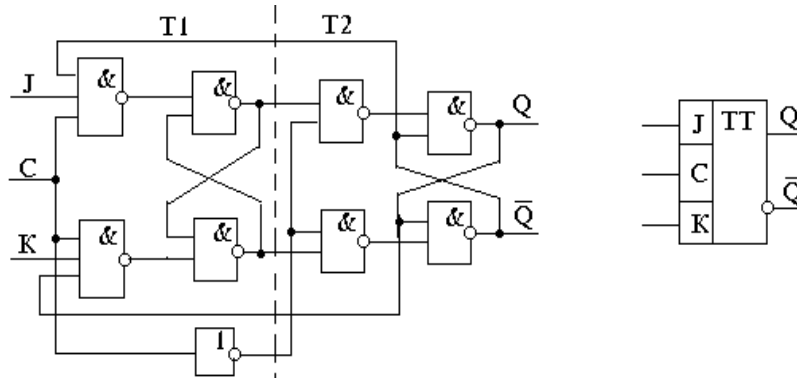


Şəkil 4.8. DV – triggerin qoşulma sxemi

**JK-trigger** RS-trigger kimi J və K girişlərinə malikdir. J-girişi düz çıxışda “1” vəziyyətini, K-girişi isə “0” vəziyyətini almaq üçündür. Bu triggerdə RS-triggerə xas olan R=S=1 (J=K=1) halındakı qeyri-müəyyənlik aradan götürülür. “VƏ-YOX” elementlərində yaradılan JK-triggerin sxemi şəkil 4.9 -də göstərilmişdir.

Belə trigger aparən-aparılan prinsipində qoşulmuş iki sinxron RS-triggerdən ibarətdir. T1 triggerində üç girişli “VƏ-YOX” elementləri qoşulur. Bu elementlərin birinci girişlərinə sinxronlaşdırıcı impulslar, ikinci girişlərinə J və K idarə siqnalları, üçüncü girişlərinə isə idarəedici əks əlaqə siqnalları verilir. JK-trigger J=K=1 halından başqa digər hallarda RS-trigger kimi işləyir. J=K=1 halında isə giriş “VƏ-YOX” elementləri açıqdırlar və növbəti sinxroimpuls o

elementdən keçir ki, onun üçüncü girişinə triggerin çıxışından “1” siqnalı verilmiş olsun. Bu halda trigger öz vəziyyətini əksinə dəyişir.



Şəkil 4.9. “Və – yox” elementlərində JK – triggerin funksional sxemi

**T-trigger** adətən hesab triggeri adlanır və öz vəziyyətini hər dəfə sinxroimpuls təsir etdikdə dəyişir. Belə trigger  $J=K=1$  halında JK-triggeri üzərində yaradılır. T-trigger impuls sayğacının elementi və tezlik bölücüsü kimi istifadə edilir.

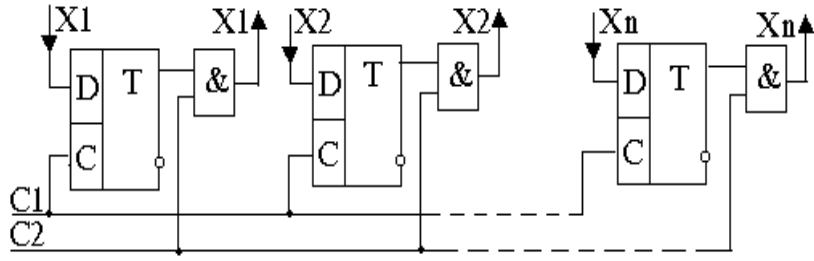
## 4.2.Registrlər

Registr ikilik kodu qeyd etmək, yadda saxlamaq və onu lazım olan sayda dərəcələr (mərtəbələr) üzrə sürüsdürmək üçün olan funksional qurğudur. Registr eyni tipli yaddaş elementlərindən və idarəedici kombinasional sxemdən təşkil olunur. Yaddaş elementinin hər birində ikilik kodun ancaq bir mərtəbəsini yadda saxlamaq olar. Odur ki, yaddaş elementi uyğun kombinasional idarə sxemi ilə birlikdə registrin mərtəbəsi adlanır.

Çoxmərtəbəli kod registrə paralel və ardıcıl daxil edilə bilər. Birinci halda kod registrin bütün mərtəbələrinə eyni zamanda yazılır. İkinci halda isə yazılma mərtəbələr üzrə ardıcıl olaraq yerinə yetirilir. Məlumat kodlarının daxil və xaric edilmə üsulundan asılı olaraq paralel, ardıcıl və kombinə edilmiş registrlər mövcuddur.

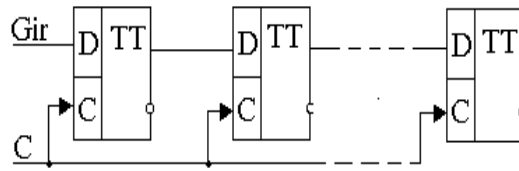
Paralel registrlərdə kodun daxil və xaric edilməsi paralel olaraq həyata keçirilir. Belə registrlər yaddaş funksiyasını yerinə yetirir və adətən D-tipli triggerlərdə yaradılır (şəki 4.10).

Kodun registrə daxil edilməsi C1 girişinə sinxronlaşdırıcı impuls verildikdə həyata keçirir. Registrin triggerləri bu zaman  $X_1, X_2, \dots, X_n$  giriş siqnalının uyğun mərtəbələrini yadda saxlayırlar. Yadda saxlanılan kodun xaric edilməsi (oxunması) onun məzmununun dəyişməməsi şərti ilə dəfələrlə yerinə yetirilə bilər. Bundan ötrü hər dəfə C2 girişinə «oxuma» impulsları verilməlidir.



Şəkil 4.10 Paralel registrin funksional sxemi

Kod ardıcıl registrlərdə mərtəbələr üzrə ardıcıl olaraq daxil edilir (şəkil 4.11). Bu registrlər bəzən sürüşdürücü registrlər də adlanır. Birinci sinxronlaşdırıcı impuls daxil edilən kodun ən kiçik  $X_1$  dərəcəsinə registrin birinci dərəcəsinə yazır.



Şəkil 4.11. Ardıcıl registrin struktur sxemi

Növbəti sinxroimpuls kodun ən kiçik dərəcəsinə registrin ikinci dərəcəsinə sürüşdürür, birinci dərəcəsinə isə kodun ikinci  $X_2$  dərəcəsinə yazır. Eyni ilə üçüncü sinxroimpuls kodun  $X_1$  dərəcəsinə registrin üçüncü dərəcəsinə,  $X_2$  dərəcəsinə registrin ikinci dərəcəsinə sürüşdürür, birinci dərəcəsinə isə kodun üçüncü  $X_3$  dərəcəsinə yazır. Beləliklə, növbəti sinxroimpuls yazılmış giriş kodunu ardıcıl olaraq bir dərəcə sürüşdürür. Əgər registr  $n$  dərəcədən ibarətdirsə, onun doldurulması üçün  $n$  sayda sinxroimpuls tələb olunur. Registrə daxil edilmiş  $n$ -dərəcəli kodun xaric edilməsi (oxunması) dərəcələr üzrə sonrakı sinxroimpuls vasitəsilə həyata keçirilir.

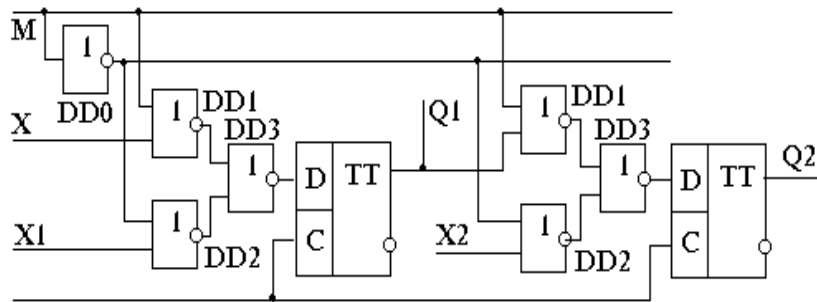
Sürüşdürücü registrlər adətən gərginlik dəyişmələri ilə sinxronlaşdırılan ikipilləli DV və ya RS –triggerlər üzərində yaradılır. Bu triggerlərdə məlumatın birinci pillədən ikinci pilləyə köçürülməsi müəyyən gecikmə ilə baş verir. Bu gecikmə, məlumatın registrin sonrakı dərəcəsinə sürüşdürülməsi zamanı yadda saxlanmasını təmin edir.

Sürüşdürücü registrlər içərisində sürüşmə istiqaməti idarə olunan reversiv sürüşdürücü registrlər xüsusi yer tuturlar. Bu cür registrlərdə əlavə məntiq elementləri vasitəsilə xarici idarə signalı ilə dərəcələrin birləşdirilməsi ardıcılığı inversiya olunur. Reversiv registrlərin tətbiq sahələri vurma və bölmə

sxemləridir. Belə ki, ikilik ədədin bir mərtəbə sürüdülməsi istiqamətindən asılı olaraq bu ədədin ikiyə vurulması və ya bölünməsi baş verir.

Kombinə olunmuş registrlərdə paralel və ardıcıl registrlərin imkanlarından istifadə edilir. Məlumat ardıcıl daxil edilən və paralel xaric edilən registrlər və əksinə, məlumat paralel daxil edilən və ardıcıl xaric edilən registrlər kombine olunmuş registrlərə aid edilə bilər. Belə registrlərdən birinin sxemi şəkil 4.12-də göstərilmişdir.

Əgər M girişinə «0» signalı verilmiş olarsa, DD1 və DD2 elementləri açıq, DD3 isə bağlı olurlar. Bu vəziyyətdə registr sürüdüürücü registr kimi işləyir. Daxil edilən kod X girişinə verilir. Əgər M girişinə «1» signalı verilmiş olarsa DD1 bağlı, DD2, DD3 elementləri açıq olurlar. Bu halda registr paralel registrə çevrilir. Daxil edilən kodun müvafiq mərtəbələri uyğun olaraq X1 və X2 girişlərinə verilir. Xaric edilən kod Q1 və Q2 çıxışlarında alınır.



Şək.4.12. Kombinə edilmiş registr

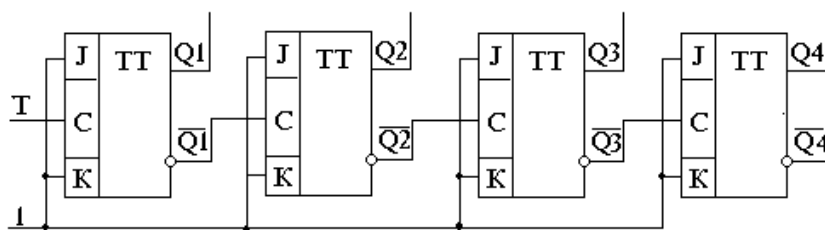
### 4.3. Sayğaclar

Vəziyyəti girişinə daxil olan impulsların sayı ilə müəyyən edilən qurğuya sayğac deyilir. Sayğaclar cəmləyici, çıxıcı və reversiv olurlar. Girişə bir impuls daxil olduqda çıxışdakı ədəd bir vahid artarsa, belə sayğac toplayan sayğac adlanır. Girişə bir impuls daxil olduqda çıxışdakı ədəd bir vahid azalarsa, belə sayğac çıxıcı sayğac adlanır. Reversiv sayğac həm cəmləyici, həm də çıxıcı sayğacları kimi işləyir.

Sayğacları da registr kimi mərtəbələrə bölünür. Sayğacın sayı bildiyi ən böyük ədəd sayma modulu  $K_c < 2^n$  adlanır. Burada n-sayğacın mərtəbələrinin sayıdır. Sayğacı ilkin vəziyyətə (k+1)-ci impuls qaytarır. Adətən sayğacları ilkin vəziyyəti təmin edən əlavə R girişinə və lazım olan başlanğıc ədədi təmin edən əlavə S girişinə malik olurlar. Sayğacları strukturuna görə ardıcıl, paralel və reversiv olurlar.

Sadə ardıcıl sayğac T-triggerlərdən təşkil edilir. Bu məqsədlə adətən  $J=K=1$  halına uyğun gələn universal JK –triggerlərdən istifadə edilir. Belə trigger öz vəziyyətini T-girişinə müsbət impuls daxil olduqda, yəni giriş siqnalın «0» vəziyyətindən «1» vəziyyətinə keçdiyi zaman dəyişir. Məlumdur ki, ikilik say sistemində ədədlərin cəmlənməsi zamanı ədədin  $l$ -ci mərtəbəsi ( $l-1$ )-ci mərtəbə «1» vəziyyətindən «0» vəziyyətinə keçdiyi zaman dəyişir. Odur ki, toplayan sayğacda triggerlərin T-girişləri əvvəlki triggerlərin invers çıxışlarına  $\bar{Q}$  qoşulmalıdırlar. Bu halda böyük mərtəbənin triggerinin vəziyyəti əvvəlki triggerin vəziyyəti «1» vəziyyətindən «0» vəziyyətinə keçdikdə dəyişir. Çıxıcı sayğac halında isə triggerlərin girişləri əvvəlki triggerlərin düz çıxışlarına  $Q$  qoşulur (şəkil 4.13).

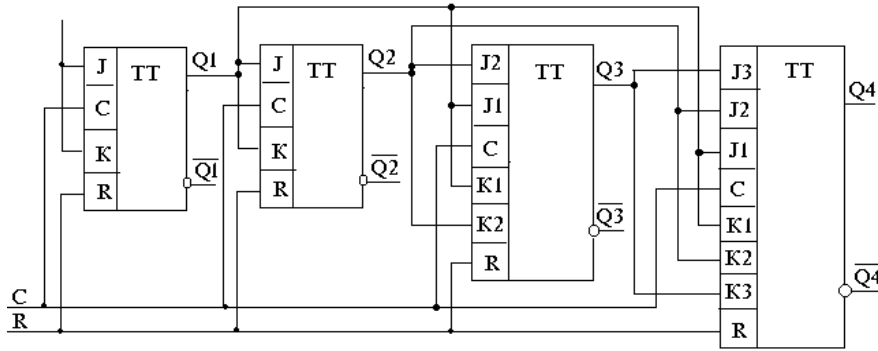
Ardıcıl sayğacda sonrakı trigger əvvəlki triggerin çıxış siqnalı ilə idarə olunur. Hər bir triggerin işə düşməsi üçün müəyyən vaxt tələb olduğundan, sonrakı triggerin işə düşmə anı əvvəlki triggerin işə düşmə anından geri qalır. Çoxmərtəbəli sayğaclarla sonuncu triggerin işə düşmə anı kifayət qədər gecikmiş olur. Bu isə say impulslarının təkrarlanma dövrünün buraxıla bilən minimum qiymətini məhdudlaşdırır.



Şəkil 4.13. Ardıcıl sayğacın struktur sxemi

Paralel sayğaclar bu çatışmazlıqlardan azaddırlar. Paralel sayğaclar gərginlik düşküsi ilə sinxronlaşdırılan RS-, JK-, D-triggerlərdə yaradılır. JK-triggerlərdə yaradılan toplayan paralel sayğacın sxemi şəkil 4.14. -də göstərilmişdir.

Say impulsarı bütün triggerlərin sinxronlaşdırıcı C girişlərinə verilir. Bütün triggerlərin eyni bir takt ərzində işə düşməsinin qarşısını almaq üçün sonrakı triggerlərin J və K girişlərinə əvvəlki triggerlərdən idarə siqnalları verilir. Sayğacın birinci triggeri hər bir say impulsunun təsirindən öz vəziyyətini dəyişdirir. İkinci trigger  $Q1=1$  halında girişə daxil olan say impulslarının təsirindən işə düşür. Üçüncü trigger  $Q1=Q2=1$  halında, dördüncü trigger isə  $Q1=Q2=Q3=1$  halında girişə daxil olan say impulslarının təsirindən işə düşür. Sayğacı ilkin vəziyyətə (0000) qaytarmaq üçün triggerlərin R girişlərinə «1» siqnalı verilir.



Şəkil 4.14. Paralel sayğacın qoşulma sxemi

Paralel çıxıcı sayğacda, toplayan sayğacdən fərqli olaraq, sonrakı triggerlərin idarə siqnalları əvvəlki triggerlərin invers çıxışlarından götürülür. Sayğacı ilkin vəziyyətə (1111) qaytarılması isə triggerlərin S girişlərinə verilən siqnalla təmin edilir.

**Qeyd:** Elektron sxemlərdə istifadə olunan elementlərin, o cümlədən tranzistorların və digər yarımkəçirici cihazların şərti qrafiki işarələnməsi **əlavə 1**-də, ən geniş yayılmış cihazların əsas parametrləri, istismar şərtləri tətbiq sahələri, onlar əsasında qurulan bəzi elektron qurğularının sxemlərinin ilkin hesabata nümunələr **əlavə 2**-də, **əlavə 3**-də yarımkəçirici elektron cihazlar və onlar əsəsindəki elektron qurğularının parametrlərinin və qoşulma sxemlərinin təhlilinə dair misallar verilmişdir.

## FƏSİL 5. HESAB-MƏNTİQ QURĞUSU

### 5.1. Hesab-məntiq qurğusunun təyinatı və əsas parametrləri

Hesab-məntiq qurğusu (HMQ) informasiyanın emalı zamanı məntiq və hesab əməliyyatlarını yerinə yetirən funksional qurğuya deyilir. Bu əməliyyatlar uyğun elektron qurğularından istifadə etməklə aparat və yaxud proqram qaydası ilə yerinə yetirilə bilər.

Müasir HMQ - lərin yerinə yetirdikləri əməliyyatların genişliyindən və çoxluğundan asılı olmayaraq əsas əməliyyatlara cəbri (hesabi) cəmləmə və vurma əməliyyatları aid edilir. Belə ki, HMQ in işinin təhlili göstərir ki, onun yerinə yetirdiyi əməliyyatların 50% -i cəbri vurma, 45%-i cəbri cəmləmə təşkil edir.

Giriş dəyişənləri üzərində məntiq və hesab əməliyyatlarını yerinə yetirmək üçün onları HMQ-na daxil etmək lazımdır. Odur ki, ilkin məlumatları və əməliyyatların nəticələrini yadda (müvəqqəti) saxlamaq üçün HMQ –na əlavə köməkçi qurğular - registrlər qoşulur.

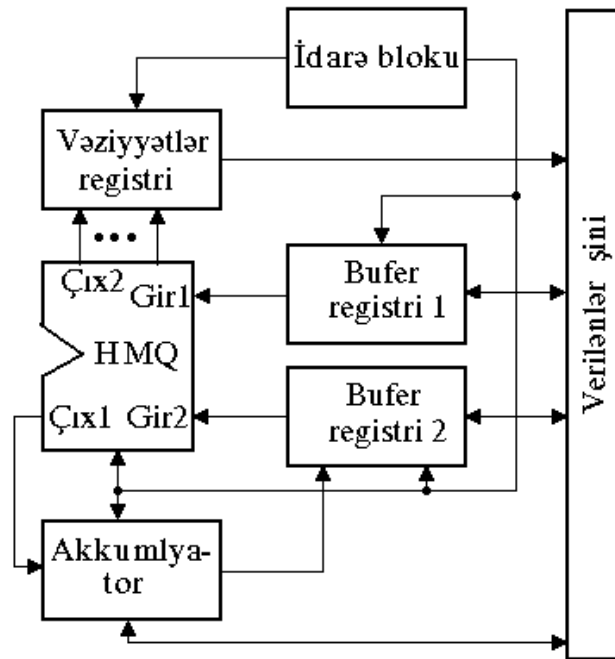
Adətən HMQ iki qrup daxil etmə və bir qrup xaric etmə məlumat çıxışlarına və köməkçi informasiyanı almaq üçün nəzərdə tutulmuş çıxışlar (uclar) qrupu ilə təchiz olunur. Hər iki qrup giriş ucları (giriş portları) məlumatları müvəqqəti yadda saxlamaq üçün bufer registrləri ilə təchiz olunur. Hər bir bufer registri informasiyanın bir sözünü yadda saxlaya bilər. Sözün mərtəbəsi isə registrin tipindən asılı olur. HMQ-nun giriş portlarından biri verilənləri bilavasitə verilənlər şinindən, ikincisi isə ya verilənlər şinindən, və yaxud akkumulyator adlanan xüsusi registrdən qəbul edir. Bu registrin girişi çıxış portu ilə birləşir. Akkumulyator bir sıra hallarda verilənlər şininə qoşulan ikinci girişlə təchiz olunur. Odur ki, ümumi halda akkumulyator həm əvvəlki əməliyyat zamanı əldə edilən nəticələri, həm də verilənlər şinindən ötürülən məlumatları yadda saxlaya bilər. HMQ-nun işi haqqında köməkçi informasiyanın alınması üçün nəzərdə tutulan uclar qrupu «vəziyyətlər registri» (şərtlər kodu və ya indikator registri) adlanan xüsusi registrə qoşulur. Onun dərəcələrində sonuncu əməliyyatın yerinə yetirilməsi nəticələri haqqındakı xidməti məlumatları yadda saxlanılır. HMQ-nun xarici registrlərə qoşulması sxemi şəkil 5.1–də göstərilmişdir.

Əməliyyatın tipindən asılı olaraq HMQ verilənlərin bir və ya iki sözü ilə işləyə bilər və uyğun olaraq bir və ya iki giriş portundan istifadə oluna bilər. Məsələn, cəbri toplama zamanı iki portdan, əks kodun alınması halında isə bir portdan istifadə olunur.



Yerinə yetirilən əməliyyatların çeşidi müxtəlif sinif HMQ üçün müxtəlifdir. Lakin bir sıra əməliyyatlar bütün sinif HMQ üçün eynidir. Bunlara cəbri cəmləməni, cəbri çıxmanı, məntiqi vurmanı, məntiqi cəmləməni, iki moduluna görə cəm, inkar, sağa sürüşmə, sola sürüşmə, müsbət artım (inkriment), mənfi artım (dekriment) əməliyyatlarını aid etmək olar. Bu əməliyyatlar ancaq HMQ-də olan aparat vasitəsilə yerinə yetirilir və elementar əməliyyatlar adlanır. Cəbri vurma və bölmə kimi mürəkkəb əməliyyatlar isə göstərilmiş elementar əməliyyatların uyğun kombinasiyasından istifadə etməklə proqram yolu ilə yerinə yetirilir.

HMQ, mahiyyətinə görə kombinasiyalı rəqəm qurğuları sinfinə aiddir, çünki özünün yaddaş elementi yoxdur. Odur ki, onun çıxış siqnallarının qiymətləri ancaq giriş siqnallarının kombinasiyasından asılı olur.



Şəkil 5.1 HMQ-nun xarici registrlərə qoşulması sxemi

## 5.2. Cəmləyicilər

Cəmləyicilər kombinasiyalı tipli məntiq qurğuları olub ikilik kodlarda verilən ədədlərin hesab cəmlənməsi funksiyasını yerinə yetirir. Cəmləyici HMQ əsas qovşaqlardan biridir. Hesab cəmlənməsinin həyata keçirilməsinin konkret sxem həllərinə baxaq.

**5.2.1. İkilik cəmləmənin algoritmi.** Əvvəlcə iki birmərtəbəli  $x_1$  və  $x_0$  ikilik kodların hesabi cəmlənməsi əməliyyatına baxaq. Onun yerinə yetirilməsi algoritmi aşağıda verilən həqiqilik cədvəli ilə aydınlaşdırılır (cədvəl 5.1).

Cədvəlin s sütununda cəmlənmənin nəticəsi (cəm), p sütununda isə cəmlənmə zamanı alınan köçürmənin qiyməti verilir. Hesab və məntiq cəmləmələri zamanı alınan nəticələrin fərqliliyinə diqqət etmək lazımdır. Məntiqi cəmləmə zamanı s sütununun sonuncu sətrində 1 qiyməti yazılmalı idi. Bu fərq “YAXUD” məntiq elementinin hesabi cəmləməsi zamanı istifadə olunmasına imkan vermir və xüsusi qurğunun yaradılmasını tələb edir.

Cədvəl 5.1.

X <sub>1</sub>	X <sub>0</sub>	s	p
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

Köçürmə signalının 1 qiyməti göstərir ki, hesab cəmləməsi zamanı alınmış nəticə, mərtəbəsi toplananların mərtəbələrinə bərabər olan ikilik kodla təsvir oluna bilməz. Nəticəni təsvir etmək üçün toplananların mərtəbələrinin sayından bir mərtəbə çox olan kod (söz) lazımdır.

Verilmiş cədvəldən istifadə edərək hesab cəmləməsi əməliyyatının algoritmini təsvir edən CMF sistemini asanlıqla yazmaq olar:

$$s = \overline{x_1} \cdot x_0 + x_1 \cdot \overline{x_0}, \quad (5.1)$$

$$p = x_1 \cdot x_0. \quad (5.2)$$

(5.1) ifadəsinə uyğun olan funksiya “YAXUD”un ixtisarı və ya 2 moduluna görə cəm adlanır və rəqəm qurğularının yaradılması zamanı geniş istifadə olunur. Göründüyü kimi. İki ikilik bir mərtəbəli kodları cəmləmək üçün bu elementdən istifadə etmək lazımdır. Bu ifadəsinin yazılışını sadələşdirmək üçün, adətən

$$s = x_1 \oplus x_0 \quad (5.3)$$

yazılışından istifadə edilir.

$x_1 \oplus x_0$  əməliyyatı “Və-Ya-Yox” un ixtisarı əməliyyatı adlanır. (5.3) ifadəsindən istifadə edərək

$$\begin{aligned} \overline{s} &= \overline{x_1 \oplus x_0} = \overline{x_1 \cdot x_0 + x_1 \cdot x_0} = \overline{(x_1 x_0)(x_1 x_0)} = \overline{(x_1 + x_0)(x_1 + x_0)} = \\ &= \overline{x_1 x_1 + x_1 x_0 + x_1 x_0 + x_0 x_0} = \overline{x_1 x_0 + x_1 x_0} \end{aligned}$$

alırıq. Bu ifadə rəqəm komparatorlarında iki kodun bərabərliyi signalı  $F=$  ilə eynidir.

“Yaxud”un ixtisarı və “Vaxud-Yox” un ixtisarı əməliyyatlarını yerinə yetirən elementlər həmişə iki girişə malik olurlar, yəni həmişə ancaq iki dəyişən üzərində əməliyyat aparırlar.

Yuxarıda verilən işçi cədvəl ancaq bir mərtəbəli ikilik kodları və çox mərtəbəli kodların kiçik mərtəbələrini cəmləmək üçün tətbiq edilir. Çoxdərəcəli ikilik kodların yuxarı mərtəbələrinin cəmləmə cədvəlinə kiçik mərtəbədə yaranan köçürmə dəyişənləri əlavə olunmalıdır (cədvəl 5.2). Bu halda cəmləmənin nəticəsini təsvir edən CMF aşağıdakı şəkli alır:

$$s = (x_1 \oplus x_0) \overline{p_1} + \overline{(x_1 \oplus x_0)} p_{-1}, \quad (5.5)$$

$$p = x_1 x_0 + (x_1 \oplus x_0) p_{-1}. \quad (5.6)$$

Cədvəl 5.2

$X_1$	$X_0$	$p_{-1}$	$s$	$p$
0	0	0	0	0
0	1	0	1	0
1	0	0	1	0
1	1	0	0	1
0	0	1	1	0
0	1	1	0	1
1	0	1	0	1
1	1	1	1	1

(5.5) ifadəsindən görünür ki, iki yuxarı mərtəbənin cəmini almaq üçün əvvəlcə ilkin  $x_1$  və  $x_0$  toplananları üzərində “Və-ya”nın İxtisarı əməliyyatını və sonra birinci əməliyyatdan alınmış nəticə ilə əvvəlki mərtəbədə olan köçürmə üzərində daha bir “Yaxud”-un ixtisarı əməliyyatını aparmaq lazımdır. Köçürmə signalını almaq üçün də  $x_1$  və  $x_0$  toplananları üzərində “Yaxud”-un ixtisarı əməliyyatının nəticəsindən istifadə etmək lazımdır.

**5.2.2. Cəmləyicilərin təsnifatı.** Cəmləyicilərin təsnifatı müxtəlif əlamətlər üzrə aparıla bilər. Bunlardan daha əhəmiyyətliyinə baxaq.

Cəmləyicilər çıxışlarının sayına görə yarımcəmləyicilərə, birdərəcəli cəmləyicilərə, çoxmərtəbəli cəmləyicilərə ayrılırlar.

Yarımcəmləyicilər iki dərəcəli kodları cəmləmək üçündür və iki girişə və iki çıxışa malik olurlar. Giriş toplananları signallarından cəm signalını və yuxarı dərəcəyə köçürmə signalını formalaşdırır.

Birdərəcəli cəmləyicilər iki dərəcəli kodları cəmləmək üçündür və üç girişə və iki çıxışa malik olurlar. Bu qurğu giriş toplananları və kiçik dərəcədən olan köçürmə siqnallarından cəm siqnalı və yuxarı dərəcəyə köçürmə siqnalı formalaşdırır.

Çoxdərəcəli cəmləyicilər iki çoxdərəcəli kodları cəmləmək üçündür. Əgər cəmləmənin nəticəsi, dərəcəsi toplananların kodlarının dərəcələri ilə üst-üstə düşməyən kodlarla verilə bilməzsə, bu halda cəmləyicinin çıxışında cəm kodunu və köçürmə siqnalını formalaşdırır.

Çoxdərəcəli cəmləyicilər ardıcıl və paralel tipli olurlar. Ardıcıl cəmləyicilərdə cəmləmə əməliyyatı kiçik dərəcədən başlayaraq ardıcıl olaraq dərəcə-dərəcə yerinə yetirilir. Paralel cəmləyicilərdə giriş kodlarının dərəcələrinin hamısı eyni zamanda cəmlənir.

Kombinasiyalı cəmləyicilər öz yaddaşları olmayan cəmləyicilərdir. Toplayan cəmləyicilər öz daxili yaddaşına malik olurlar və orada yerinə yetirilən əməliyyatların nəticələri toplanır. Bu zaman hər növbəti toplanan yaddaşda olan qiymətə əlavə olunur.

Taktlanma qaydasına görə cəmləyicilər sinxron və asinxron olurlar. Sinxron cəmləyicilərdə iki kodun hesab cəmlənməsi əməliyyatının yerinə yetirilməsi müddəti kodların özlərindən asılı olurlar və həmişə sabit qalırlar. Asinxron cəmləyicilərdə əməliyyatının yerinə yetirilməsi müddəti toplananların növündən asılı olurlar. Odur ki, cəmləmə əməliyyatı başa çatdıqda əməliyyatın başa çatması haqqında xüsusi siqnal hasil etmək lazım gəlir.

İstifadə olunan say sistemlərindən asılı olaraq, cəmləyicilər ikilik, ikilik – onluq və s. növlərə ayrılırlar. Burada ikilik cəmləyicilərə baxılır.

**Yarımcəmləyici** iki bir mərtəbəli  $X_1$  və  $X_2$  ikilik ədədləri cəmləyən funksional qurğuya deyilir.  $X_1=X_2=1$  halında  $X_1+X_2=10$  olduğundan yarımcəmləyicinin iki çıxışa malik olması vacibdir. Çıxışlardan birinə (S)  $X_1$  və  $X_2$  ədədlərinin 2 moduluna görə olan cəmi ötürülür; digərinə (C) isə yüksək mərtəbəyə köçürüləcək “1” ötürülür. S və C çıxışlarındakı ədədlərin giriş  $X_1$  və  $X_2$  ədədlərindən olan asılılığı cədvəl 5.3-də verilmişdir.

Cədvəl 5.3

X1	X2	S	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

S və C çıxışları üçün dizyunktiv normal formada yazılmış struktur ifadələr

$$C = X_1 X_2$$

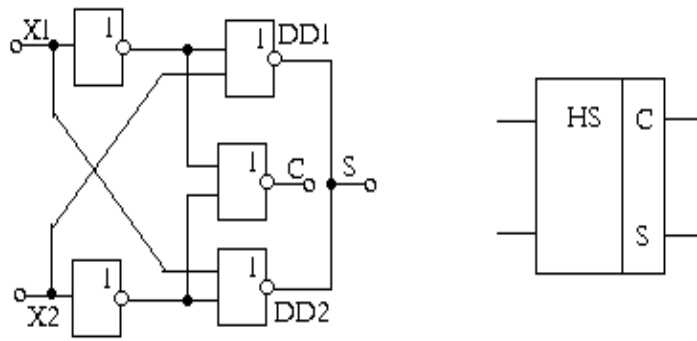
$$S = \bar{X}_1 X_2 + X_1 \bar{X}_2 = X_1 \oplus X_2 \quad (5.7)$$

kimi təsvir oluna bilər. Bu ifadələr əsasən sadə VƏ, YAXUD və YOX məntiq elementlərində yerinə yetirilə bilər. Yarımcəmləyicilər «VƏ-YOX» və «YAXUD -YOX» elementlərində yerinə yetirilməsi daha məqsədə uyğundur. Bu halda struktur ifadələr

$$C = \overline{\overline{X_1 X_2}} = \overline{\bar{X}_1 + \bar{X}_2}; \quad S = \overline{\bar{X}_1 X_2 + X_1 \bar{X}_2} = \overline{X_1 + \bar{X}_2 + \bar{X}_1 + X_2} \quad (5.8)$$

şəklində yazıla bilər. (2) ifadəsinə əsasən «YAXUD-YOX» elementlərində yaradılan yarımcəmləyicinin sxemi şəkil 5.2-də göstərilmişdir.

Bu sxemdə «YAXUD» məntiq funksiyası DD1 və DD2 məntiq elementlərinin çıxışlarını birləşdirməklə əldə edilmişdir. Belə imkan TTM və İ<sup>2</sup>M növ məntiq sxemlərindən istifadə etdikdə mümkündür.



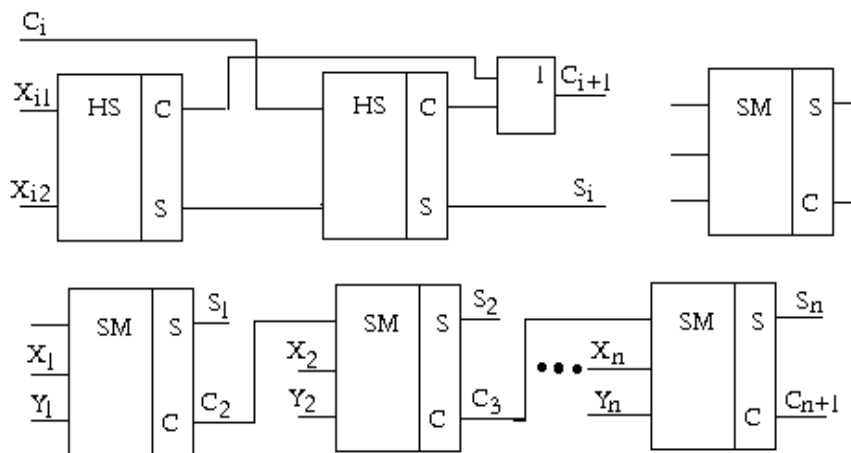
Şəkil 5.2. Yarımcəmləyicinin funksional sxemi və şərti qrafiki işarəsi

**Cəmləyici** iki çox dərəcəli ikilik ədədləri cəmləyən funksional qurğuya deyilir. Çox dərəcəli ədədlərin cəmlənməsi dərəcələr arası köçürməni nəzərə almaqla dərəcələr üzrə yerinə yetirilir. Çox dərəcəli cəmləyicilərin əsas elementi bir dərəcəli cəmləyicidir. Bu cəmləyici iki ədədin  $X_i$  və  $Y_i$  kimi iki dərəcəsinə cəmləyir və alınmış cəmə (i-1) dərəcəsinə  $i$ -dərəcəsinə olan köçürməni əlavə edir.

Üç bir dərəcəli ikilik ədədlərin cəmi iki dərəcəli ikilik ədəd olduğundan, bir dərəcəli cəmləyici  $S_i$  çıxışında 2 moduluna görə olan cəmi,  $C_{i+1}$  çıxışında isə (i+1)-yüksək dərəcəyə köçürüləcək ədədi formalaşdırır. Bir dərəcəli cəmləyicinin işçi cədvəli aşağıda göstərilmişdir (cədvəl 5.4).

Bir dərəcəli cəmləyici iki yarımcəmləyicidə yerinə yetirilir. Çox dərəcəli cəmləyicilər isə bir dərəcəli cəmləyicilər üzərində yerinə yetirilir (şəkil 5.3).

$X_i$	$Y_i$	$C_i$	$S_i$	$C_{i+1}$
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

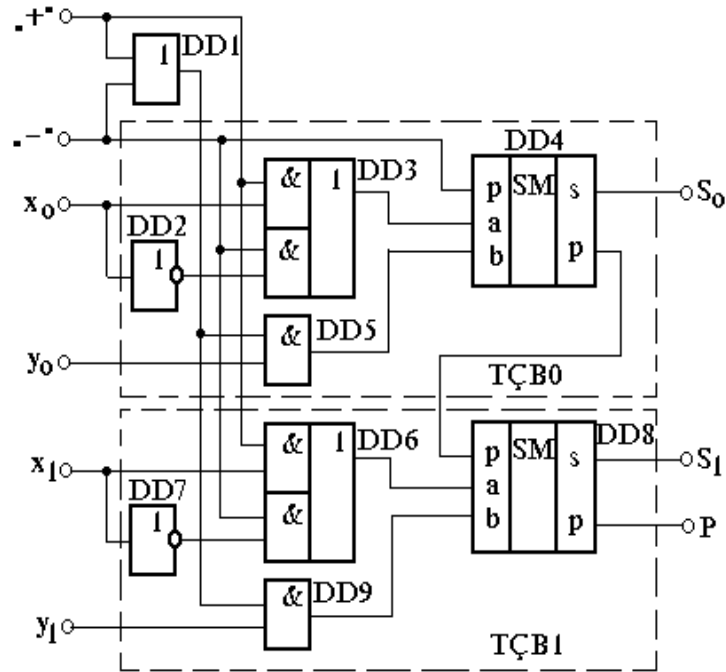


Şəkil 5.3. Birdərəcəli və çoxdərəcəli cəmləyicinin qoşulma sxemləri.

### 5.3. Hesabi cəmləmə və çıxma əməliyyatlarının yerinə yetirilməsi

Hesabi cəmləmə və çıxma əməliyyatlarının yerinə yetirilməsi üçün struktur sxemin iki dərəcəli ədədlər üçün olan variantı şəkil 5.4-də göstərilmişdir. Sxem «2YAXUD» (DD1) elementindən ibarət ümumi idarə qovşağından və cəmləmə və çıxma bloklarından ibarətdir. Bu blokların sayı toplanan kodların dərəcəsiindən asılıdır. Sxem cəmləmə «+» və çıxma «-» kimi iki idarə girişinə və sözlərin (kodların) daxil edilməsi girişlərinə malikdir. Qurğunun çıxışından cəm və yüksək dərəcəyə köçürmə siqnalları götürülür. Cəmləyicilər arasında ardıcıl köçürmə prinsipindən istifadə edilir.

İlkin vəziyyətdə iş rejimlərinin idarə olunması girişlərinə («+» və «-») «0» siqnalı verilir. Bu zaman DD5, DD9 («2Və») və mürəkkəb məntiqə malik DD3, DD6 («2Və») elementlərinin birinci girişlərinə aktiv məntiq siqnalları verilir. Nəticədə birdərəcəli cəmləyicinin bütün girişlərində giriş toplananlarının kodlarının qiymətlərindən asılı olmayaraq «0» siqnalı olur. Bu zaman bütün çıxışlarda da «0» siqnalı olacaqdır.



Şəkil 5.4. İki mərtəbəli kodun cəmləmə-çıxma sxemi

Fərz edək ki, cəmləmə «+» girişinə «1» siqnalı verilir. Bu halda DD5, DD9 («2Və») və mürəkkəb məntiqə malik DD3, DD6 («2-2VƏ - YAXUD») qurğularının yuxarı elementlərinin birinci girişlərinə passiv məntiq siqnalları («1» siqnalı) verilir. Mürəkkəb məntiqə malik DD3, DD6 («2-2VƏ - YAXUD») qurğularının aşağı elementlərinin birinci girişlərində əvvəlki aktiv məntiq siqnalları qalır. Odur ki, DD4 və DD8 cəmləyicilərinin girişlərində, qiymətləri toplananların kodları ilə müəyyən edilən siqnallar yaranır. Qurğunun çıxışından cəmləmənin nəticəsinə uyğun siqnal və köçürmə siqnalı formalaşır.

Çıxma girişinə «1» siqnalı verdikdə DD5, DD9 («2Və») elementlərinin birinci girişlərinə əvvəlki kimi passiv məntiq siqnalı və cəmləyicilərin «b» girişlərinə azalanın düz kod verilir. Yuxarı DD3, DD6 elementlərinin birinci girişlərinə aktiv, aşağı DD3, DD6 elementlərinin birinci girişlərində isə passiv məntiq siqnalları verilmiş olur. Nəticədə çıxılanın kodu invertor vasitəsilə cəmləyicilərin «a» girişlərinə ötürülür, yəni bu girişlərə çıxılanın əlavə kodu verilmiş olur. Eyni zamanda DD4 cəmləyicisinin sıfır mərtəbəsinin köçürmə girişində «1» siqnalı yaranır. Cəmləyicinin çıxışlarında iki kodun Y-X fərqinə uyğun siqnal formalaşır.

Göründüyü kimi, sxem iki ikilik kodun cəmini və ya fərqini əldə etməyə imkan verir. Yerinə yetirilən əməliyyat idarə siqnalının qiymətindən asılı olur. Aydınır ki, hər iki idarə girişlərinə eyni zamanda «1» siqnalı verilə bilməz.

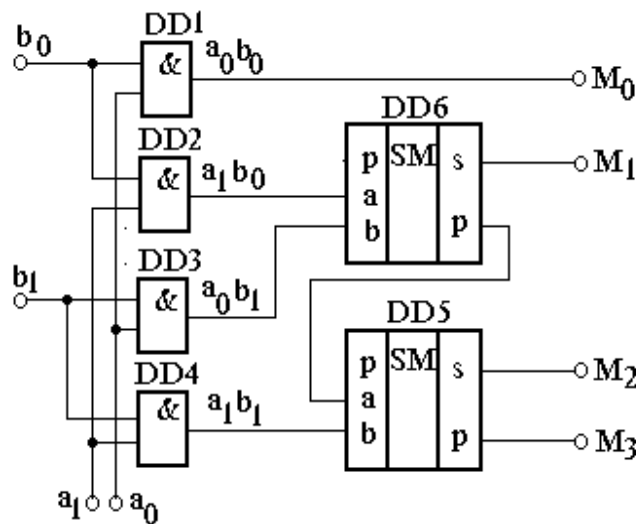
## 5.4. Hesabi vurma əməliyyatının yerinə yetirilməsi

Cəbri vurma və bölmə əməliyyatlarının elektron maşınında yerinə yetirilməsi bir qayda olaraq elementar funksiyaların ardıcılığından istifadə etməyə əsaslanmış proqram yolu ilə həyata keçirilirdi. Son zamanlar inteqral mikrosxem texnologiyasının inkişafı ilə əlaqədar olaraq bu əməliyyatların yerinə yetirilməsinin aparat vasitələri - xüsusi inteqral sxemlər yaradılmışdır. Bu sxemlərdən istifadə olunması elektron hesablama maşınlarının cəldliyini kifayət qədər artırır.

Aparat vasitəsi ilə vurma sxeminin yaradılması vuruqların hissə-hissə hasillərinin cəmlənməsi alqoritminə əsaslanmışdır. Məsələn, iki dərəcəli ikilik kodun vurulmasına baxaq:

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{cc}
 a_1 & a_0 \\
 \times & \\
 b_1 & b_0 \\
 \hline
 b_1a_1 & b_1a_0 \\
 + & \\
 & b_0a_1 & b_0a_0 \\
 \hline
 M_3 & M_2 & M_1 & M_0
 \end{array}
 &
 \begin{array}{ccc}
 & 1 & 1 \\
 \times & & \\
 1 & & 1 \\
 \hline
 & 1 & 1 \\
 + & & 1 & 1 \\
 \hline
 1 & 0 & 0 & 1
 \end{array}
 \end{array}$$

Matris vurma bloku adlanan iki mərtəbəli kodun vurulması üçün qurğunun struktur sxemi şəkil 5.5-də göstərilmişdir.



Şəkil 5.5. İki mərtəbəli kodun matris vurma bloğunun struktur sxemi

Vuruqların dərəcələrinin hissə – hissə vurulması «2Və» funksiyasını yerinə yetirən DD1- DD4 məntiq elementlərində həyata keçirilir. Alınmış hasilləri DD5 və DD6 cəmləyicilərində cəmləyərək vurmanın nəticəsi alınır.



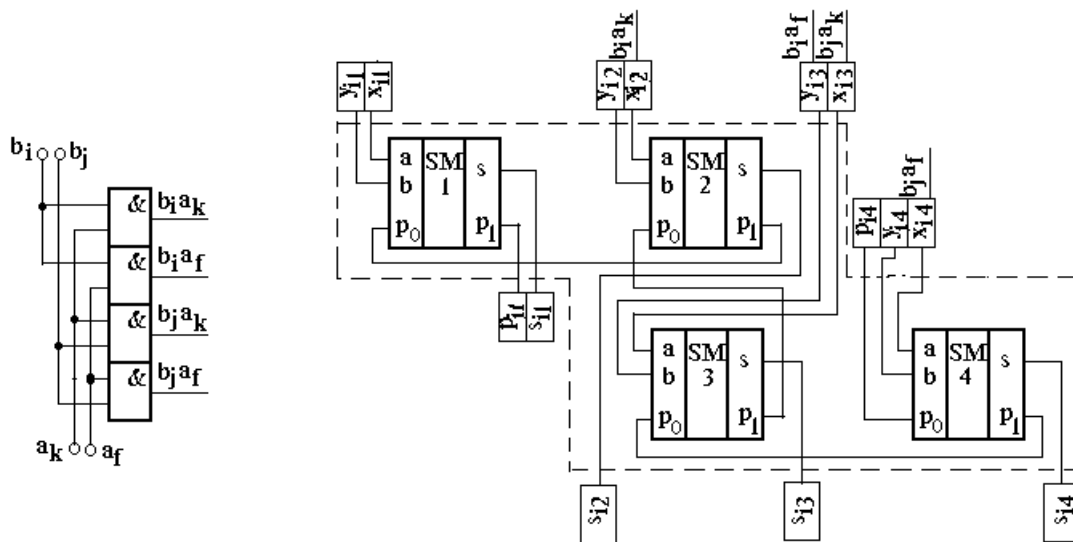
Bu qayda ilə istənilən mərtəbəli giriş kodunun vurulması üçün matris vurma blokunu yaratmaq olar.

İnteqral sxemlər layihələndirilən zaman elə struktur almağa çalışırlar ki, eyni tip sxemlərdən istifadə etməklə giriş kodlarının mərtəbələrini artırmaq mümkün olsun. Matris vurma bloku bu tələbi ödəyə bilmir. Bu tələbi ödəyə bilən strukturu tapmaq üçün iki dörd mərtəbəli kodun vurulması alqoritminə baxaq.

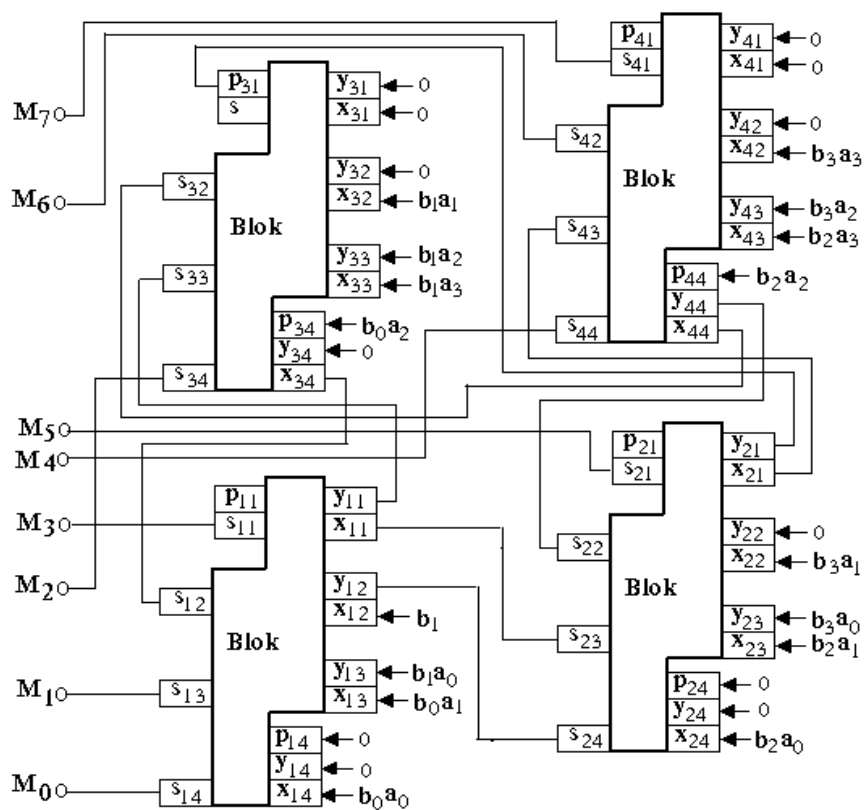
$$\begin{array}{cccc}
 & a_3 & a_2 & a_1 & a_0 \\
 x & & & & \\
 & b_3 & b_2 & b_1 & b_0 \\
 \hline
 & \boxed{b_3 a_3} & \boxed{b_3 a_2} & \boxed{b_3 a_1} & \boxed{b_3 a_0} & \text{blok2} \\
 & \boxed{b_2 a_3} & \boxed{b_2 a_2} & \boxed{b_2 a_1} & \boxed{b_2 a_0} & \\
 + & & & \boxed{b_1 a_3} & \boxed{b_1 a_2} & \boxed{b_1 a_1} & \boxed{b_1 a_0} & \text{blok1} \\
 & & & \boxed{b_0 a_3} & \boxed{b_0 a_2} & \boxed{b_0 a_1} & \boxed{b_0 a_0} & \\
 \hline
 M_7 & M_6 & M_5 & M_4 & M_3 & M_2 & M_1 & M_0
 \end{array}$$

Göründüyü kimi, 4-dərəcəli kodların vurulması alqoritmini yuxarıda baxılmış iki mərtəbəli kodların vurulması halına uyğun gələn eyni tipli 4 blokun kombinasiyası şəklində təsvir etmək olar. Lakin bu cür təsvir üçün hissə-hissə vuruqlar almaqdan başqa ayrılmış hər bir blok üçün əlavə toplama əməliyyatı aparmaq lazım gəlir. Məsələn, 4- dərəcəli kodların  $b_1 a_1$  hissə-hissə vuruğuna olan hasilə zamanı alınmış nəticənin  $M_2$  mərtəbəsinin qiymətini təyin etmək üçün  $b_1 a_0$  və  $b_0 a_1$  hissə-hissə vuruqların cəmlənməsi nəticəsində alınmış köçürmə signalından başqa bu bloka qonşu bloklarda alınmış  $b_2 a_0$  və  $b_0 a_2$  hissə-hissə vuruqlarını da əlavə etmək lazım gəlir. Bu cür əməliyyatları vurmanın digər mərtəbələrini qiymətlərini tapmaq üçün də yerinə yetirmək lazımdır. Odur ki, ümumi halda, nəticəni almaq üçün hər bir blokda  $M_i = AB + C + D$  məntiq funksiyasını yerinə yetirmək lazımdır. Burada C və D əlavə qonşu bloklarda alınan əlavə toplananlardır. Bu məntiq funksiyasını yerinə yetirmək üçün şəkil 5.5-də göstərilmiş vurma sxeminə iki əlavə cəmləyici daxil etmək lazımdır. Şəkil 5.6-da bu qayda ilə alınmış 2-mərtəbəli matris vurma blokunun sxemi göstərilmişdir.

2- dərəcəli (mərtəbəli) ikilik kodların hasilinin matris bloku vuruq kodlarının mərtəbələrini artırmağa imkan verir. Belə bloklar əsasında istənilən mərtəbəli ikilik kodların hasilini yerinə yetirmək mümkündür. Şəkil 5.7-də 4-dərəcəli kodların vurulması halına baxılmışdır.



Şəkil 5.6. Mərtəbələri artırmağa imkan verən ikilik kodların matris vurucusunun struktur sxemi



Şəkil 5.7. 4- dərəcəli kodların matris vurucusunun struktur sxemi

## FƏSİL 6. YARIMKEÇİRİCİ YADDAŞ QURĞULARI

Kiçik həcmli məlumatları (kod sözlərini) qısa müddət ərzində yadda saxlamaq üçün registrlərdən istifadə edilir. Böyük həcmli məlumatları uzun müddət ərzində yadda saxlamaq üçün xüsusi inteqral mikrosxemlərdə yaradılan yaddaş qurğularından (YQ) istifadə edilir. YQ yaddaşın həcmi, dinamik xarakteristika, müraciət müddəti, ünvanlanma dövrü müddəti, etibarlılıq və s kimi parametrlərlə xarakterizə olunur.

Yaddaşın həcmi (M) YQ tərəfindən yadda saxlanıla bilən məlumatın maksimum həcmi ilə müəyyən olunur. İnformasiya miqdarının ölçü vahidi bir bit hesab olunur. Bir bit informasiya ikilik kodlanmış sözün bir mərtəbəsinə və ya bir məntiq sabitinə (ikilik kodun bir simvoluna) uyğun gəlir. Bit, ədədi olaraq «0» və ya «1» məntiq qiymətlərini ala bilər. Adətən, bir bitə bərabər olan informasiya bir elementar yaddaş elementində - triggerdə yadda saxlanılır. Odur ki, YQ-nun həcmi bitlərlə və ya mərtəbələrinin sayı göstərilməklə kod sözünün sayı ilə müəyyən edilir. 8- dərəcəli kod sözü (8 – bit) bir bayt adlanır. Çox böyük həcmli məlumatlar kilo, meqa və qeqabitlərlə (kilo, meqa və qeqabaytlarla) verilir:  $2^{10} = 1024 \text{ bit} = 1\text{Kbit}$ ;  $2^{20} = 1048576 \text{ bit} = 1\text{Mbit}$ ;  $2^{30} = 1073741824\text{bit} = 1\text{Qbit}$ .

$$2^{10} = 1024 \text{ bit} = 128\text{bayt}; 2^{20} = 1048576 \text{ bit} = 131072 \text{ bayt} = 128 \text{ Kbayt};$$

$$2^{30} = 1073741824\text{bit} = 1134217728 \text{ bayt} = 131072 \text{ Kbayt} = 128 \text{ Mbayt}$$

YQ-nun dinamik xarakteristikaları çoxlu sayda müxtəlif zaman parametrləri ilə müəyyən olunur. Onlardan müraciət (seçmə) müddəti və yazma /oxuma rejimlərində ünvanların dövrü müddəti əsas parametrlərdir.

Müraciət (seçmə) müddəti YQ-nun girişinə siqnalın verilməsi anından çıxışda məlumatın alınması anına qədər olan zaman intervalıdır.

Yazma /oxuma rejimində ünvanın dövrü müddəti yaddaşın idarə girişlərində siqnalların üst-üstə düşməsinin minimum müddətidir.

YQ-nun etibarlı işləməsi üçün müxtəlif idarə siqnalları arasında müəyyən zaman nisbətlərinin gözlənilməsi vacibdir. Bu nisbətlər dövrün və qərarlaşmanın müddətləri ilə, təsir və yadda saxlama müddətləri ilə verilir.

Yerinə yetirdiyi funksiyalara görə YQ operativ yaddaş qurğusuna (OYQ) və daimi yaddaş qurğusuna (DYQ) ayrılır.

OYQ rəqəm qurğusunun işlədiyi müddətdə alınan informasiyanı yadda saxlamaq üçün istifadə olunur və yazma / oxuma müddətləri nisbətən qısa olan YQ-na aid edilir. OYQ həm statiki, həm də dinamik variantlarda yerinə yetirilir. Statiki OYQ-da yazılan informasiya onun üçün ayrılmış yerdə daimi saxlanılır və onun oxunması zamanı silinmir. İnformasiyanın silinməsi ancaq istənilən

vaxt verilən məcburi siqnallarla və ya qida mənbəyinin gərginliyi kəsilən halda mümkündür.

Dinamiki OYQ-da informasiya onun yadda saxlanması üçün ayrılmış massivdə daim dövr edir. Bu halda informasiyanın oxunması ilə o, silinmiş olur. İnformasiyanı yadda saxlamaq üçün onu yenidən yazmaq lazım gəlir. Prinsipial elektrik sxemlərdə işarələnmək üçün OYQ qısaldılmış RAM (random access memory) sözü ilə qeyd edilir.

DYQ dəyişməyən informasiyanı yadda saxlamaq üçündür. Məlumatın işlənməsi və mübadiləsi zamanı informasiyanın yazılması mümkünlüyündən asılı olaraq DYQ 3 yarımşinifə bölünür: maskalı DYQ, proqramlaşdırıla bilən DYQ və proqramlaşdırıla bilməyən DYQ. Prinsipial elektrik sxemlərdə işarələmək üçün DYQ İS-i qısaldılmış ROM (read only memory) sözü ilə qeyd edirlər.

### **6.1. Bir ölçülü ünvanlanmaya malik YQ**

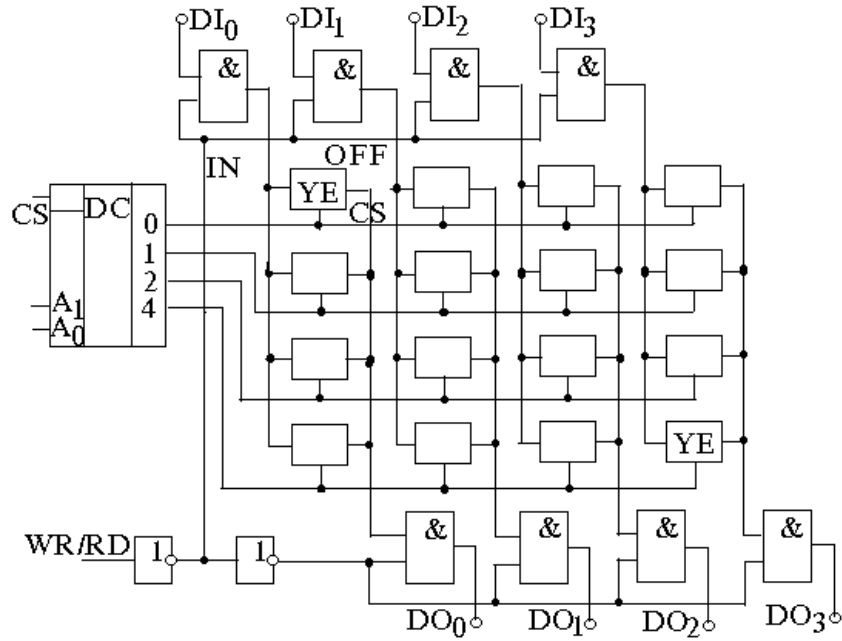
Eynitipli elementlərdən ibarət massivdə lazım olan yaddaş elementini tapmaq üsulundan asılı olaraq birölçülü (xətti) və ikiölçülü ünvanlanma kimi iki struktur mövcuddur.

Birölçülü ünvanlanma strukturuna malik YQ ( $M=16$ , matrisin ölçüsü  $4 \times 4$ ) şəkil 6.1-də göstərilmişdir.

Bu struktur elementar yaddaş elementlərindən (EYE) təşkil edilmiş  $4 \times 4$  ölçüdə matrisdən, ünvan deşifradorundan və “2VƏ” elementlərində yaradılan giriş və çıxış açarlarından ibarətdir. Hər bir EYE üç uca malikdir: informasiya girişi (İN), informasiya çıxışı (OFF) və işə icazə verən çıxış – kristalın seçilməsi (CS – chip selekt) girişi.

Əgər deşifratorun girişinə müəyyən ünvan sözü verilibsə, onun müəyyən çıxışında «1» məntiq siqnalı formalaşır. Bu siqnal matrisin sətirlərindən birində yerləşmiş bütün YE – ni seçir. Qurğunun sonrakı işi idarə siqnalları ilə hansı iş rejiminin seçilməsindən asılıdır. Əgər «oxuma» siqnalı ( $WR/RD=1$ ) verilibsə, seçilmiş yuvalardakı informasiya “2VƏ” çıxış elementlərinin birinci girişlərinə verilir. Bu açarların ikinci girişlərinə «1» səviyyəli məntiq siqnalı verilir. Seçilmiş YE-dəki informasiya DO0, DO1, DO2, DO3 elementlərinin çıxış uclarına verilir.

Əgər girişə «yazma» siqnalı ( $WR/RD=0$ ) verilibsə, Dİ0, Dİ1, Dİ2, Dİ3 giriş şinindən informasiya «2VƏ» giriş elementləri vasitəsilə YE-nin girişlərinə verilir və burada yazılır.



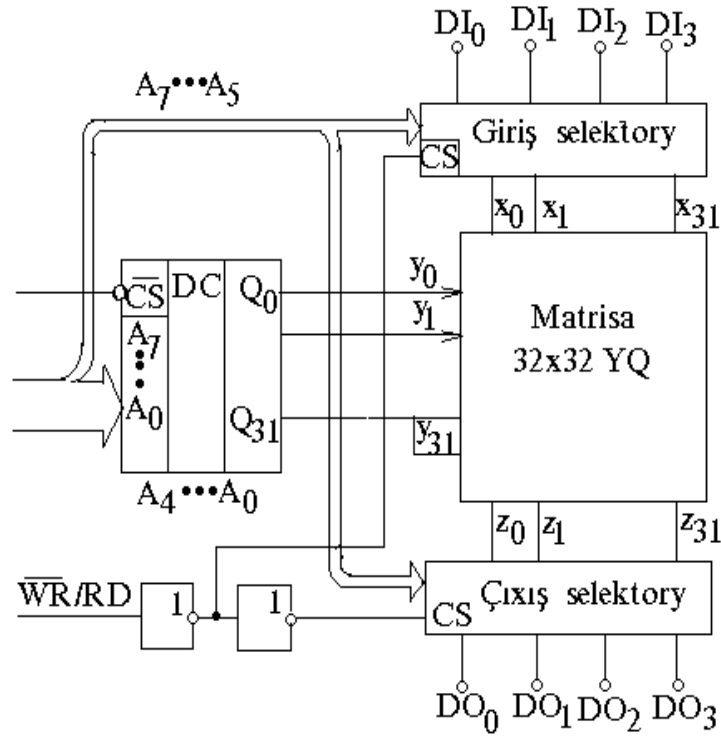
Şəkil 6.1. Bir ölçülü ünvanlanma strukturuna malik OYQ

Bu strukturun xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, burada matrisin sətirində yadda saxlanılan informasiyanın yazılması və oxunması eyni zamanda yerinə yetirilir. Odur ki, yadda saxlanılan sözün verilmiş mərtəbələrində halında yaddaşın həcmi artırılması ancaq matrisin sətirlərinin sayını artırmaq hesabına yerinə yetirilə bilər. Bu isə deşifratorun çıxışlarının sayının kəskin artmasına, yəni sxem həllinin mürəkkəbləşməsinə səbəb olur. Deşifratorun sadələşdirilməsi isə matrisin düzbucaqlı formada yerinə yetirilməsini tələb edir. Bu əksliliyi aradan qaldırmaq üçün giriş və çıxış açarları kimi demultipleksor və multipleksor sxemlərindən istifadə etmək olar. Bu qurğular YQ ilə əlaqədar olan halda selektor adlandırılır.

Bu prinsipi həyata keçirən struktur və 256x4 təşkil olunmaya malik YQ şəkil 6.2-də göstərilmişdir. Bu qurğu 32x32 elementli matrisdən, ünvan deşifratorundan, giriş və çıxış selektorlarından və yazma/oxuma rejimlərini idarə edən elementdən ibarətdir. Hər bir YE üç uca (çixışa) malikdir: informasiyanın girişi və çıxışı, işə icazə (seçmə) çıxışı.

Bu cür həcm informasiya ilə işin idarə edilməsi üçün YQ-nun girişinə 256 müxtəlif ünvan vermək lazımdır, yəni 8-dərəcəli ünvan sözündən istifadə edilməlidir. Onun kiçik mərtəbələri (A4...A0) ünvan deşifratoruna daxil olmaqla matrisdən 32 sayda YE sətirindən birini seçir. Bu zaman, verilmiş iş rejimindən asılı olaraq informasiya seçilmiş sətirin bütün elementləri oxuna (WR/RD=1) və ya yazıla bilər (WR/RD=0). Lazım olan YE-nin seçilməsi uyğun olaraq giriş və yaxud çıxış selektorları ilə həyata keçirilir. Ünvanın yüksək

mərtəbələrini ( $A_7 \dots A_5$ ) qiymətindən asılı olaraq sətirdən lazım olan element seçilir.



Şəkil 6.2. Selektorlara malik YQ-nun struktur sxemi

## 6.2. İkiölçülü ünvan malik YQ

Məlumatın yazılması/oxunması bitlər üzrə həyata keçirildikdə, ikiölçülü ünvanlanmaya malik yaddaş strukturundan istifadə edilir. Bu struktur YE matrisindən, statik ünvan registrindən, sətir və sütun deşifratorundan, yazma və oxuma gücləndiricisindən, giriş və çıxış bufer triggerlərindən ibarətdir. Burada matrisin YE bir yox, iki işləməyə icazə çıxışına ( $CS_1$  və  $CS_2$ ) malik olur. Bu halda  $p_1$  və  $p_2$  informasiya ucları əks istiqamətdə işləmə (ilkin vəziyyətə qayıtma) qabiliyyətinə malikdir, yəni informasiyanı həm yazmaq, həm də oxumaq imkanını verir.

YE- ləri matrisinin idarə dövrəsi üç iş rejimindən birini həyata keçirməyə imkan verir:

- yadda saxlama, bu halda YE inteqral mikrosxemin giriş və çıxışdan ayrılıb;
- oxuma, bu halda uyğun ünvan üçün seçilmiş informasiya YE-dən inteqral mikrosxemin çıxışına verilir;
- yazma, bu halda informasiya inteqral mikrosxemin girişindən göstərilən ünvan (matrisdə) yazılır.

Matrisin hər bir YE müəyyən ünvan malikdir və onun axtarışı uyğun sətir və sütunun nömrəsini göstərməklə yerinə yetirilir. Nömrələr deşifratorların çıxışlarında formalaşdırılır. YE-nin ünvanı ikilik ədəd şəklində ünvan şini vasitəsilə ünvan registrində qəbul edilir. Ünvan registrin mərtəbələrinin sayı bir mənalı olaraq inteqral mikrosxemin yaddaşının həcmi ilə əlaqədardır. Sətir və sütunların sayı, adətən tam 2 üstlü ədədə bərabər götürülür. Yaddaşın ümumi həcmi sətir və sütunların hasilinə bərabər olur.

Ünvan registrinin mərtəbələri iki qrupa bölünür: bunlardan biri sətirin ikilik ünvanını (RA), digəri isə sütunun ikilik ünvanını (CA) təyin edir. Hər qrup uyğun deşifratora verilir. Deşifratorların çıxış siqnalları axtarılan YE-ni seçir.

### **6.3. YQ yaddaş həcminin artırılması**

Göstərilən strukturların hər biri istənilən həcm informasiya üçün yaddaş qurmağa imkan verir. Lakin İS (kristal), seriyasından asılı olaraq, müəyyən yaddaş həcminə malik olduğundan, təcrübədə tələb olunan təşkil olunmaya və həcmə malik YQ yaratmaq üçün bu inteqral mikrosxemin müəyyən təşkilini yaratmaq lazımdır. Bundan ötrü iki texniki həldən istifadə edilir: yadda saxlanılan sözlərin mərtəbəliliyini artırmaq və ya yadda saxlanılan sözlərin sayını artırmaq. Hər iki üsuldən istifadə etməklə həm mərtəbəliliyi, həm də yadda saxlanılan informasiyanın sayını artırmaq olar.

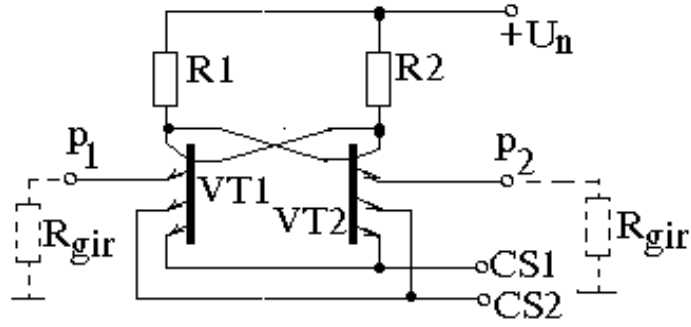
Yaddaşda saxlanılan sözlərin mərtəbəsini artırmaq üçün bir neçə eyni inteqral mikrosxemi paralel qoşulur.

Yadda saxlanılan sözlərin sayını artırmaq üçün isə əlavə deşifratorlardan istifadə edilir. Bu deşifrator çıxışlarına görə paralel qoşulmuş bir neçə inteqral mikrosxemlə (kristalla) işləmək üçün icazə siqnalını formalaşdırır.

### **6.4. Bipolyar tranzistorlarda statik OYQ**

Bipolyar tranzistorlarda statik YE müxtəlif trigger sxemlərində yerinə yetirilir. Şəkil 6.3-də YE-nin prinsipial elektrik sxemi göstərilmişdir. Bu element TTM texnologiyaya əsasında yaradılıb, yüksək cəldliyə malikdir və ikiölçülü ünvanlanmaya malik YQ-da istifadə üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Bu elementin əsasını çoxemitterli tranzistorlarda yaradılan iki invertor təşkil edir. Invertorlar ardıcıl qoşulublar və dərin müsbət əks rəbitə ilə əhatə olunublar. Tranzistorların cüt-cüt qoşulmuş iki emitteri YE kristalını seçən CS1 və CS2 uclarını yaradırlar. Üçüncü cüt emitterlər elementin düz və invers çıxışlarını təşkil edir. Bu emitterlər oxuma/yazma gücləndiricisinin giriş müqavimətləri vasitəsilə ümumi şinə qoşulurlar.



Şəkil 6.3. Elementar yaddaş elementinin prinsipial elektrik sxemi

Yadda saxlama rejimində seçmənin bir və ya hər iki ucuna aşağı səviyyəli gərginlik verilir. Bu halda inverterlarda yaradılan trigger dayanıqlı vəziyyətlərdən birində olur. Fərz edək ki, VT1 tranzistoru doyma rejimindədir, VT2 isə bağlıdır. Doymuş VT1 tranzistorunun bütün cərəyanı elementin seçmə üçün nəzərdə tutulan girişlərindən biri vasitəsilə ümumi şinə qoşulur. Odur ki,  $p_1$  çıxış ucunun dövrəsində cərəyan olmur və informasiya YE-nin çıxışından yazma/oxuma gücləndiricisinin girişinə verilə bilmir.

İnformasiyanı yazmaq/oxumaq üçün elementin seçmə girişlərinin hər ikisinə yüksək səviyyəli gərginlik vermək lazımdır. Bu halda doymuş tranzistorun cərəyanı ancaq YE-nin  $p_1$  çıxış ucundan axa bilər. Bu cərəyan oxuma/yazma gücləndiricisinin giriş müqavimətində gərginlik düşküsi yaradır. Bu gərginliyin işarəsi elementdə yazılan informasiyaya uyğun gəlir. Burada oxuma zamanı informasiya elementdə itmir.

Elementə yeni informasiya yazmaq üçün əvvəlcə ona seçmə signalı verilir. Bundan sonra xarici şinlərdə gərginliyin yeni informasiyaya uyğun gələn işarəsi müəyyənləşdirilir. Baxdığımız halda  $p_1$  ucuna gərginliyin yüksək səviyyəsi,  $p_2$  ucuna isə aşağı səviyyəsi verilir. Bu halda VT1 tranzistorunun emitter cərəyanının axa biləcəyi bütün dövrlər qırıldığından onun kollektorunda yüksək gərginlik formalaşır. Bu gərginlik VT2 tranzistorunu doyma rejiminə keçirir və onun kollektorunda aşağı səviyyəli gərginlik formalaşdırır. Bu gərginlik VT1 tranzistorunun bağlı vəziyyətini təsdiqləyir. YE-də yeni informasiya yazılır. YE-dən seçmə signalı götürüldükdən sonra yeni informasiya növbəti yazılmaya qədər triggerdə yadda saxlanılır. Beləliklə, yeni informasiyanın yazılması giriş gərginliyinin yüksək səviyyəsində yerinə yetirilir.

## 6.5. Dinamiki OYQ

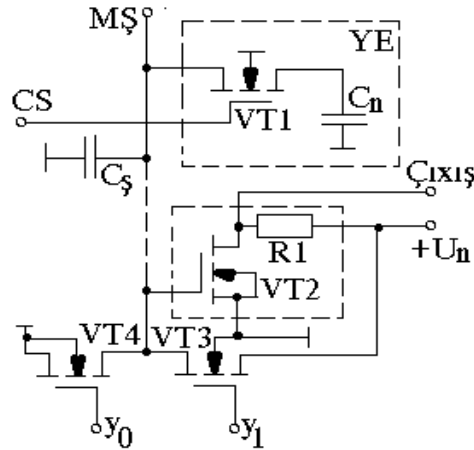
Dinamiki OYQ-nın YE-də informasiya, kondensatorda toplanan yük şəklində saxlanılır. Kondensatorda axıntı cərəyanlarının olması və



kondensatorun öz-özünə boşalması səbəbindən, bu cür YE-də informasiyanın yadda saxlanması yadda saxlama müddətinin onun bərpa müddətindən kifayət qədər çox olduğu halda mümkün olur. Odur ki, kondensatorun öz-özünə boşalma dövrəsinin müqavimətini artırmaq lazım gəlir. Bundan ötrü kondensatora paralel olaraq sahə tranzistoru şəklində müqavimət qoşulur.

Dinamiki OYQ-nın xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, burada kondensatordakı yükü vaxtaşırı bərpa etmək lazımdır. Bundan ötrü informasiya YE-dən vaxtaşırı oxunur və sonra yenidən yazılır. Real İS-də bu prosesin təkrarlanma müddəti 1...2 msan olur. Birtranzistorlu element nümunəsində dinamiki YE-nin iş prinsipinə baxaq (şəkil 6.4). Bu sxemdə birölçülü ünvanlanma prinsipi həyata keçirilir.

Sxemdə YE ilə yanaşı informasiyanın yazılıb oxunması prosesini izah etmək üçün lazım olan sadələşdirilmiş dövrə də göstərilmişdir. Yaddaş elementi  $C_n$  kondensatorundan və onu məlumat şininə (MŞ) qoşan VT1 açarından ibarətdir. VT1 tranzistorunun zatvoru ünvan deşifratorunun çıxışına CS qoşulmuşdur. Odur ki, deşifratorun bu çıxışında yüksək səviyyəli gərginlik yarandıqda VT1 açılır və  $C_n$  kondensatoru MŞ-nə qoşulur. Bu halda iş rejimindən asılı olaraq yaddaşda olan informasiyanı oxumaq və ya yeni informasiya yazmaq olar.



Şəkil 6.4. Dinamiki yaddaş elementinin prinsipial sxemi

MŞ-nə yazma/oxuma gücləndiricisi rolunu yerinə yetirən VT2 tranzistorunun zatvoru da qoşulub. Lazım olan kondensator MŞ-nə qoşulduqdan sonra gücləndiricinin çıxışından  $C_n$  kondensatorundakı ilkin gərginliyə mütənasib olan gərginlik götürülür.

İnformasiyanın yazılması prosesində VT3 və VT4 tranzistorlarından istifadə edilir. Bu tranzistorlar idarə signalının təsiri ilə MŞ-ni ya qıda

mənbəyinə, ya da ümumi şinə qoşur. Lazım olan YE-ni seçdikdə onun kondensatoru MŞ-nin gərginliyinə qədər boşalır.

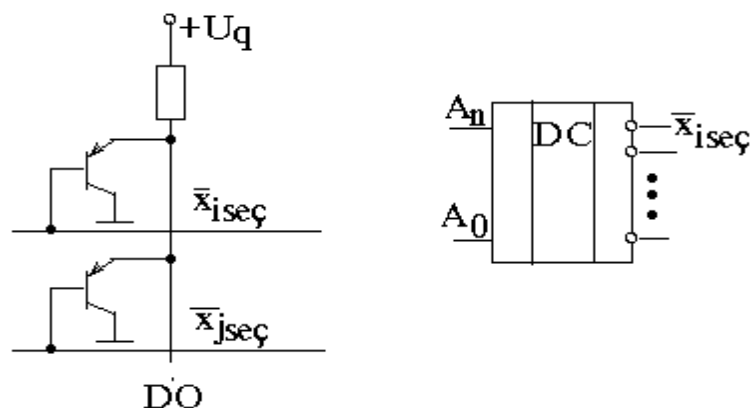
## 6.6. Daimi yaddaş qurğuları

Daimi yaddaş qurğuları (DYQ) onda saxlanılan informasiyanı qurğunun bütün işləmə dövründə yadda saxlayır. Bu informasiya qida gərginliyi yox olduqda da itmir. Odur ki, DYQ-da ancaq informasiyanın oxunması rejimi mümkündür. Oxunma zaman informasiya silinmir, itmir. İnformasiya DYQ-da ünvan və məlumat şinləri arasında birləşmənin olması və ya olmaması şəklində təqdim edilir. Ünvan və məlumat şinləri arasında birləşmənin təşkili növündən və üsulundan asılı olaraq DYQ üç yarımşinifə ayrılırlar: maskalı, proqramlaşdırılan (yandırılan) və yenidən proqramlaşdırıla bilən.

DYQ-da informasiya çoxmərtəbəli söz şəklində saxlandığından, onların strukturu birölçülü ünvanlanma prinsipində yaradılır. DYQ-da saxlanılan informasiya sözünün mərtəbəsi lazım olan sözün dərəcəsiindən böyük olarsa, bu halda matrisin çıxışında çıxış sözünün əlavə selektorundan istifadə edilir.

## 6.7. Maskalı DYQ

İnformasiya maskalı DYQ-da, bilavasitə onun hazırlanması (istehsalı) zamanı maska prinsipi ilə yazılır. Sxem elementləri və birləşmələr foto-şablonlar (maskalar) vasitəsilə yarımkeçirici kristal üzərində ardıcıl olaraq yaradılır. Bu tip DYQ sadə və müntəzəm struktura malik olur. Onlar böyük həcmdə informasiya saxlamaq imkanına malikdirlər. Şəkil 6.5-də YE matrisinin bir fraqmenti göstərilmişdir.



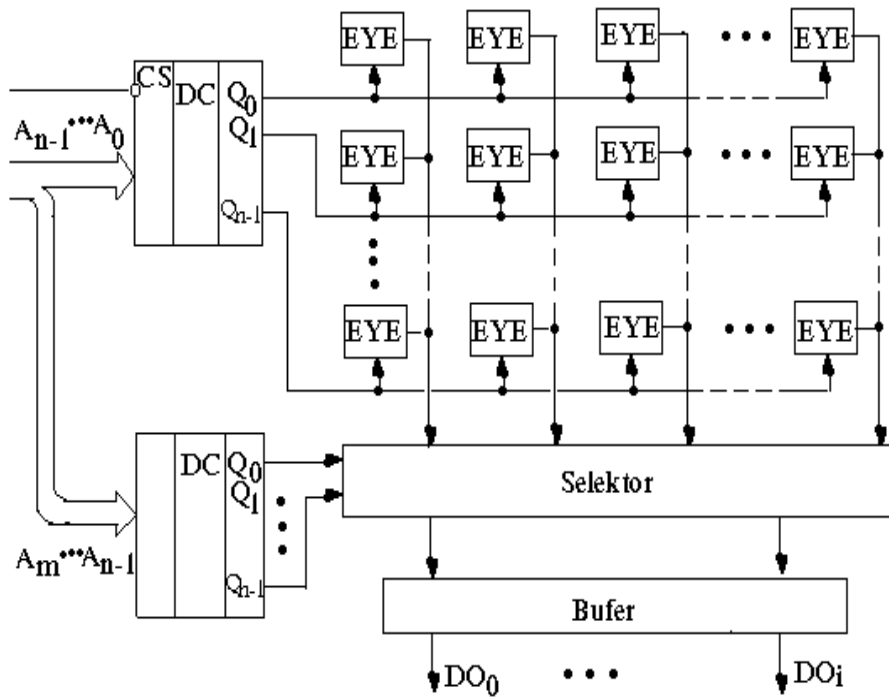
Şəkil 6.5. Maskalı DYQ –da EYE-lər matrisinin bir fraqmenti

Bu sxemdə birləşdirici tranzistor tam yerinə yetirilibsə, ünvan şinində (ÜŞ) gərginliyin aktiv səviyyəsi yaranan zaman bu tranzistor işə düşür və çıxış

şinində məntiq «0» signalını formalaşdırır. Hazırlanma prosesində əgər uyğun tranzistorun bir hissəsi yoxdursa (yaradılmayıbsa), ünvan şinində çıxış şininin qapanması üzündən gərginlik yaranması müşahidə olunmur və bu şində məntiq «1» gərginliyi qalır.

## 6.8. Yandırılan DYQ

Yandırılan DYQ bir dəfəlik proqramlaşdırılan yaddaş qurğusudur. Proqramlaşdırma adətən istehlakçı tərəfindən bir dəfə, onun həll edəcəyi məsələyə uyğun yerinə yetirilir. Bu tip DYQ birölçülü ünvanlanma strukturuna malikdir və lazım olan uzunluğa malik çıxış informasiya sözünü (kodunu) ayırmaq üçün çıxış selektorundan istifadə edilir. Yandırılan DYQ-nun struktur sxemi şəkil 6.6-da göstərilmişdir.



Şəkil 6.6. Yandırılan DYQ-nun struktur sxemi

Burada ilkin vəziyyətdə bütün ünvanlar üzrə 0 və yaxud 1 signalı yazılır. İstismarçı, öz istədiyi kimi, lazım olan ünvanlara ilkin vəziyyətdən fərqli məntiq sabitlərini (konstantlar) yazır. Yazma prosesi fiziki olaraq, deşifrasiya olunmuş ünvan və çıxış ucları şinləri arasında nəzərdə tutulmuş bəndləri yandırma yolu ilə həyata keçirilir. Belə bəndlər nixrom və ya titanatdan hazırlanır və bir neçə 10 om xüsusi müqavimətə malik olur. Bəndlər adətən emitter dövrlərinə qoşulur. Proqramlaşdırma zamanı belə bəndləri yandırmaq üçün tranzistordan davam etmə müddəti 1msan olan 20-30 mA cərəyan impulsu buraxmaq

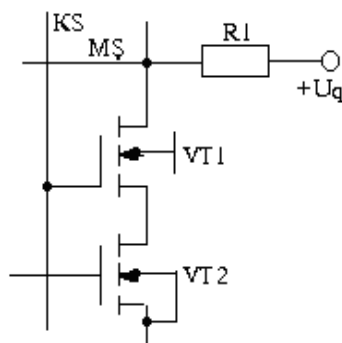
kifayətdir. Yazmaq üçün lazım olan cərəyan impulsu qida gərginliyini qısa müddət ərzində artırmaq yolu ilə təmin edilir.

Normal iş rejimində sxemdəki cərəyanlar proqramlaşdırma cərəyanından kifayət qədər az olur. Odur ki, YE-də yazılmış informasiya oxunma zamanı silinmir.

## 6.9. Yenidən proqramlaşdırıla bilən DYQ

Yenidən proqramlaşdırıla bilən DYQ (YPDYQ) mahiyyətcə elektrostatik YQ-dır. Burada YE-nin yaradılması dinamik OYQ-da olduğu kimidir. Fərq ancaq ondadır ki, burada informasiya daşıyıcısı kondensator yox, xüsusi sahə (MDY) tranzistorudur. Bu tranzistorların növündən asılı olaraq iki növ YPDYQ mövcuddur: yaddaş elementi «üzən» zatvora malik tranzistorda yaradılan YQ və yaddaş elementi ikiqatlı dielektrikə malik tranzistorda yaradılan YQ. Bunların hər ikisi tez oxuma ilə bərabər bir neçə dəfə yenidən yazma imkanına malikdirlər. İnformasiyanın yenidən yazılması üçün İS- kristal rəqəm qurğusundan kənar edilir və xüsusi avadanlıqdan istifadə edilir. Bu YQ – nun fərqi cəhətləri proqramlaşdırmanın müxtəlif üsullarından istifadə edilməsindədir.

Birölçülü ünvanlanmaya malik YPDYQ-nun YE-nin sxemi şəkil 6.7-də göstərilmişdir.

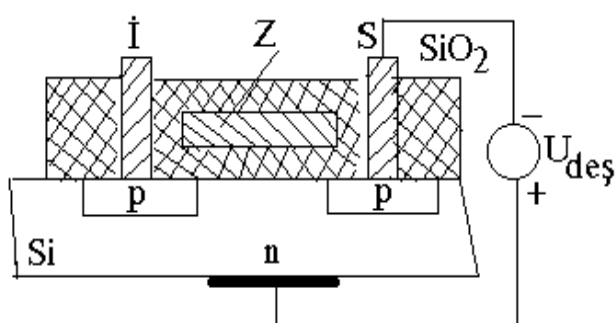


Şəkil 6.7. Birölçülü ünvanlamaya malik yenidən proqramlaşdırıla bilən DYQ - nun elementar yaddaş qurğusu

VT1 tranzistoru deşifratorun çıxış siqnalına əsasən uyğun YE-nin yaddaş tranzistorunu seçmək üçündür. Məlumat şini məhdudlaşdırıcı R1 müqaviməti vasitəsilə qida mənbəyinə qoşulur. VT1 tranzistorunun açılması zamanı onun stokundan (mənsəbindən) axan cərəyan VT2 tranzistorunun vəziyyətindən asılıdır. Cərəyanın olması və ya olmaması 0 və ya 1 siqallarının yadda saxlanması kimi başa düşülür. Adətən, VT2 tranzistorunun stokundan cərəyanın

axması yaddaş yuvasında 0 siqnalının; cərəyanın axmayan halı isə 1 siqnalının yazılmasına uyğun gəlir.

«Üzən» zatvora malik tranzistorda informasiyanın yenidən yazılması strukturuna və üsuluna baxaq. Bu tranzistor adi MDY tranzistordur. Onun zatvoru cihazın digər hissələrindən dielektrik qatı ilə ayrılmış keçirici oblasta malikdir. Əlaqələrin olmaması zatvora kifayət qədər böyük elektrik yükünü uzun müddət yadda saxlamaq imkanı verir. Bu yükün təsiri altında n-yarımkeçiricidə keçirici kanal yaranır. Əgər zatvorda yük varsa, tranzistordan müəyyən cərəyan keçə bilər (tranzistor açıqdır). Əgər zatvorda yük yoxdursa tranzistorun stok cərəyanı sıfıra bərabərdir. (tranzistor bağlıdır). Bu 0 və ya 1 siqnalının olmasına uyğun qiymətləndirilir (şəkil 6.8).



Şəkil 6.8. «Üzən» zatvora malik MDY tranzistorun strukturu

Tranzistora informasiyanın yazılması iki mərhələdə yerinə yetirilir: əvvəlcə ilkin yazılmış informasiya silinir, sonra isə yeni informasiya yazılır. Birinci mərhələdə yarımkeçirici materialın tranzistorlar yerləşmiş səthi ultrabənövşəyi şüalarla 15-20 dəqiqə ərzində şüalandırılır. Bununla zatvorlarda yığılmış yüklər kənar edilir. Bu səbəbdən bəzən bu tip DYQ-ı ultrabənövşəyi silinməyə malik DYQ-ı adlanır.

İkinci mərhələdə yeni informasiyanın yazılması üçün stokla altlıq arasında yaradılan p-n keçid əks istiqamətdə sürüşdürülür. Bu zaman tətbiq olunan gərginlik keçidin elektrik deşilməsi üçün kifayət qədər olmalıdır. Deşilmə zamanı yaranan yükdaşıyıcıların bir hissəsi yarımkeçirici ilə dielektrik arasındakı potensial çəpəri keçmək üçün lazım olan enerjiyə malik olurlar. Dielektrikə injeksiya olunan yükdaşıyıcılar «üzən» zatvor istiqamətində dreyf edərək tutulurlar (rekombinasiya olunurlar) və zatvorun yükünə çevrilirlər. Bu cür toplanmış yük informasiyanın yazılması müddətinə mütənasib olur.

İkiqatlı dielektrikə malik MDY tranzistorlar daha mürəkkəb struktura (metal-silisium nitrid – oksid - yarımkeçirici) malik olurlar. Metal zatvorla yarımkeçirici arasında iki müxtəlif dielektrik qatı olur. Bu növ strukturlarda

dielektrik qatların ayrılma sərhədində elektrik yükü ola bilər. Bu yükün tranzistorun keçiriciliyinə təsiri və tranzistorlarda informasiyanın yazılması «üzən» zatvorlu tranzistorda olduğu kimidir. Onun üstün cəhəti informasiyanın silinməsinin elektrik üsulu ilə mümkün olmasındadır.

Qeyd etmək lazımdır ki, elektrik yükləri hər iki tranzistorda zaman keçdikcə azalır. Odur ki, müəyyən müddətdən sonra bu tip DYQ-da yazılmış informasiya itir.

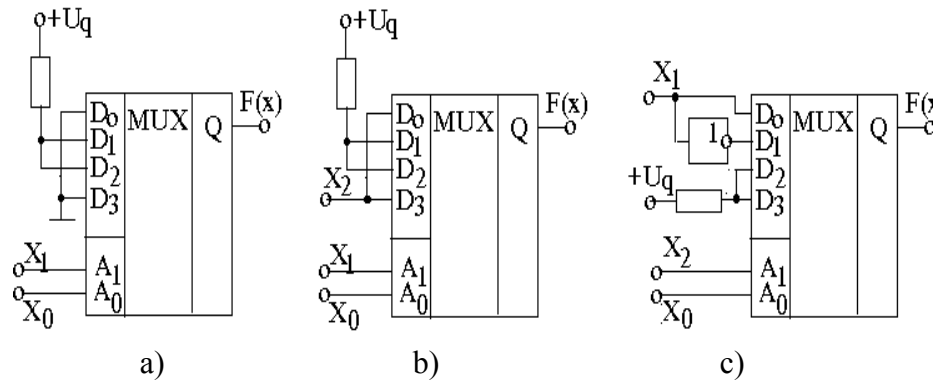
### **6.10. Proqramlaşdırılan xarakteristikalara malik məntiq qurğuları**

Daha üstün xarakteristikalara malik xüsusi inteqral mikrosxemlərin yaradılması onların universallığını aşağı salır, nomenklaturanı genişləndirir, istehsal həcmi isə azaldır və məhsulun bahalaşmasına gətirib çıxarır. Xüsusi və universal İS arasındakı bu fərqli cəhəti aradan qaldırmaq üçün elə BİS yaradılır ki, onların işləmə alqoritmi rəqəm qurğuları layihəçilərinin istəyi ilə dəyişdirilə bilsin, yəni xarakteristikaları proqramlaşdırılan İS yaradılır. Burada yenidən proqramlaşdırma dedikdə, İS-in daxili strukturunun dəyişməsi imkanı başa düşülür, tələb olunan məntiq funksiyasının həyata keçirilməsi İS-in strukturunun aparat səviyyəsində dəyişdirilməsi ilə təmin edilir. Proqramlaşdırma nəticəsində tələb olunan xüsusiyyətləri almaq üçün İS-in strukturunda bərpa olunan və ya bərpa oluna bilməyən dəyişikliklər edilir.

Belə İS-in yaradılması zamanı vahid fotoşablon komplekti istifadə olunur, yəni universallıq dərəcəsi kəskin artırılır. Bu cür İS-in tələb olunan alqoritmə görə sazlanması işi bilavasitə rəqəm qurğusu istehsalçısı tərəfindən yerinə yetirilir.

İS-in strukturunda dəyişikliklər aparmaq üçün onun tərkibinə əlavə elementlər, çıxışlar, informasiya dövrləri və s. daxil etmək lazım gəlir.

Proqramlaşdırılan sadə məntiq İS kimi multipleksorlardan istifadə oluna bilər. Multipleksordan universal məntiq elementi kimi istifadə olunmasının mahiyyəti onun ünvan girişlərinin informasiya girişləri kimi istifadə edilməsindədir. Bu girişlərə almaq istədiyimiz funksiyanın arqumentləri verilir. Multipleksorun informasiya girişləri isə sazlayıcı rolunu oynayır. Bu zaman sazlayıcı girişlərdə ya məntiq sabitləri (konstantları), ya da müəyyən köməkçi funksiyalar formalaşdırıla bilər. Multipleksorda iki və üç giriş dəyişənləri üçün cəbri məntiq funksiyalarının həyata keçirilməsi nümunələri şəkil 6.9-da göstərilmişdir. Şəkil 6.9,a-da iki giriş dəyişənlərinə malik cəbri məntiq funksiyasının, şəkil 6.9, b,c-də isə üç giriş dəyişənlərinə malik cəbri məntiq funksiyalarının multipleksorda həyata keçirilməsi göstərilmişdir.



Şəkil 6.9. Cəbri məntiq funksiyalarını yerinə yetirən multipleksorun qoşulma sxemləri

**Qeyd:** Elektron sxemlərdə istifadə olunan elementlərin, o cümlədən tranzistorların, mikrosxemlərin və digər yarımkeçirici cihazların şərti qrafiki işarələnməsi **əlavə 1**-də, ən geniş yayılmış cihazların əsas parametrləri, istismar şərtləri tətbiq sahələri, onlar əsasında qurulan bəzi elektron qurğularının sxemlərinin ilkin hesabatına nümunələr **əlavə 2**-də, **əlavə 3**-də yarımkeçirici elektron cihazlar və onlar əsəsindəki elektron qurğularının parametrlərinin və qoşulma sxemlərinin təhlilinə dair misallar verilmişdir.

## Fəsil 7. ANALOQ-RƏQƏM VƏ RƏQƏM - ANALOQ ÇEVİRİCİLƏRİ

### 7.1. Analoq-rəqəm və rəqəm - analoq çevrilməsinin prinsipləri

Müasir texnikada rəqəmli ölçmə cihazları (RÖC) geniş tətbiq tapmışdır. Bu ilk növbədə onunla bağlıdır ki, RÖC-lər analoq cihazlarla müqayisədə yüksək dəqiqlik, geniş işçi diapazon, yüksək sürət, operator üçün əlverişli formada olan ölçmə nəticələrinin alınması, rəqəmli çevirmə və kompüterə daxil etmə imkanı, sistemə xətaların azaldılması üçün avtomatik düzəlişlərin verilməsi, avtomatik kalibrləmə, və s. kimi üstünlüklərə malikdir. RÖC-lər kəsilməz ölçülən kəmiyyətlərin sonradan rəqəmli sayma qurğularında indikasiyasını təmin etməklə, onların avtomatik olaraq diskret qiymətlərə çevrilməsini yerinə yetirir.

Müasir elektron qurğu və sistemlərində həm analoq, həm də rəqəm formasında təsvir olunmuş məlumatların emalı eyni dərəcədə geniş istifadə olunur. Bu onunla izah olunur ki, müxtəlif fiziki kəmiyyətlər və proseslər haqqındakı məlumatlar, bir qayda olaraq, analoq xarakterli olur. Belə məlumatların emalı isə, əsasən, rəqəm formasında yerinə yetirilir. Emal prosesindən alınan nəticələrin, bir çox hallarda analoq formasında təsviri lazım olur. Ona görə də məlumatların emal sistemləri analoq və rəqəm siqnallarının qarşılıqlı çevrilməsi qurğularına malik olmalıdırlar. Belə qurğulara analoq-rəqəm və rəqəm-analoq çeviricilərini aid etmək olar.

İstənilən analoq siqnalının rəqəm siqnallara çevrilməsi ardıcıl zaman anlarında analoq siqnalının ani qiymətlərinin ölçülməsi və onların rəqəm kodlarına dəyişdirilməsi prosesidir. Bu prosesi yerinə yetirən qurğu analoq-rəqəm çeviricisi (ARÇ) adlanır. Çox zaman analoq siqnallar fasiləsiz dəyişən fiziki kəmiyyətləri təsvir etdiyindən, analoq-rəqəm çeviricisi (ARÇ) dedikdə, zamana görə fasiləsiz dəyişən analoq fiziki kəmiyyətləri, onlara ekvivalent olan rəqəm kodlarına çevirən qurğular başa düşülür.

Rəqəm-analoq çeviricisi (RAÇ) ardıcıl rəqəm kodu şəklində təsvir olunmuş giriş kəmiyyətlərini, ona ekvivalent olan analoq fiziki kəmiyyətlərə çevirən qurğulara deyilir.

Sürətinə görə ARÇ və RAÇ-lar yüksək, orta və az sürətli cihazlara bölünürlər. ARÇ və RAÇ-ların yaradılması və istehsalı sahəsindəki əsas nailiyyətlər inteqral texnologiya əsasında daha mükəmməl element bazasının yaradılması ilə əlaqəlidir. Bu bazanı ilk növbədə rəqəm sxemləri, əməliyyat gücləndiriciləri, analoq açarları və kommutatorlar, gərginlik komparatorları və rezistor matrisaları təşkil edir. Hal-hazırda sürəti *5psan*-dən az olan inteqral



ARÇ və RAÇ-lar layihələndirilib və geniş tətbiq olunur. O, cümlədən, müasir mikro kontrollerlərin tərkib hissəsi olan, eyni zamanda, avtonom olan xüsusi mikro (az) güclü, orta sürətlə işləyən ARÇ və RAÇ-lar var.

Müasir ARÇ və RAÇ-lar müxtəlif ölçmə informasiyasının toplanması (yığılması) və işlənməsi (emalı) sistemlərində istifadə oluna bilər, həmçinin, avtonom ölçmə sistemləri kimi tətbiq oluna bilər.

ARÇ-lər və RAÇ-lar həm əlamətlərinə, iş prinsipinə görə, sürətinə və konstruktiv yerinə yetirilməsinə görə qruplara bölünə bilərlər.

Hər bir rəqəm cihazının əsasını informasiyanın diskretləşməsini, kvantlanması və kodlaşdırılmasını yerinə yetirən ARÇ təşkil edir. Diskretləşmə, ölçülən kəmiyyətin (analoq signalın) müəyyən diskret zaman anlarında qiymətinin hesablanması prosesidir. Bu halda kəsilməz  $X(t)$  kəmiyyəti hər hansı  $t_k$  zaman anlarında götürülmüş  $X(t_k)$  qiymətləri ardıcılığı ilə əvəz olunur. Adətən iki ardıcıl qiymətlər arasındakı zaman intervalları  $\Delta t = t_{k+1} - t_k$  eyni seçilir. Bu halda deyirlər ki, diskretləşdirmə addımı  $\Delta t$  sabitdir. Kvantlama prosesi  $X(t)$  kəmiyyətinin kəsilməz qiymətlərinin onun sonlu sayda  $X_n$  diskret qiymətlərinin toplusu ilə əvəz olunmasından ibarətdir. Bu qiymətlərdən hər biri, biri-birindən kvantlama intervalı (addımı) qədər fərqlənən qoyulmuş kvantlama səviyyələrinin biri ilə üst-üstə düşür. Kəmiyyətin kəsilməz qiymətləri hər hansı bir qaydaya uyğun olaraq kvantlamanın səviyyə qiymətləri ilə əvəz olunurlar. Məsələn, kəsilməz qiymətlərin əvəzinə yaxın səviyyələrin qiymətləri verilir.

Kodlaşdırma, kəmiyyətin (signalın) ədədi qiymətinin rəqəmlərin və ya signalın ardıcılığı ilə, yəni kodla verilməsi prosesinə deyilir. Rəqəm kodunun rəqəm sayma qurğusuna təsir edən və RÖC-ün göstərişini formalaşdıran gərginliyə çevrilməsi üçün deşifrator adlanan rəqəm qurğusu istifadə olunur.

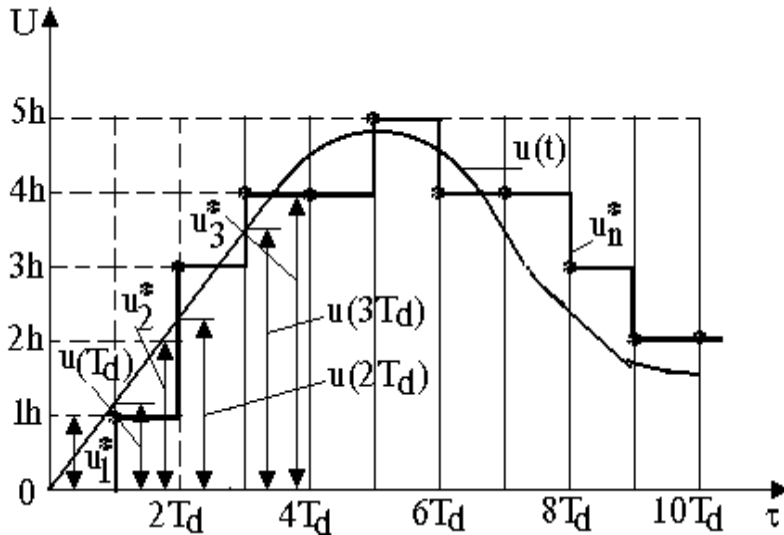
Analoq-rəqəm çevrilməsi prosesi aşağıdakı əməliyyatların ardıcıl yerinə yetirilməsini tələb edir:

- ilkin analoq kəmiyyətin qiymətlərinin əvvəldən verilmiş diskret zaman anlarında seçilməsi, yəni signalın zamana görə diskretləşdirilməsi;
- İlkin analoq kəmiyyətin diskret zaman anlarında alınmış qiymətlər ardıcılığının səviyyəyə görə kvantlanması;
- alınan kvantlanmış qiymətlərin müəyyən ədədlərlə kodlanması.

Analoq kəmiyyətin diskretləşdirilməsi və kvantlanması prosesinə şəkil 7.1 –də verilmiş təsvirin köməyi ilə nəzərdən keçirək. Fərz edək ki, hər hansı bir  $U(t)$  analoq asılılığı verilmişdir. Onun  $U(nT_d)_{n=\{0, 1, 2, \dots\}}$  diskret ekvivalentini almaq üçün  $nT_d$  diskret zaman anlarında onun

qiymətlərinin müəyyən edilməsi (seçilməsi) lazımdır. Burada  $n= 0,1,2,\dots$  tam ədədlərdir.

Sabit  $T_d$  kəmiyyəti seçmə periodu və ya diskretləşdirmə periodu adlanır, proses isə zamana görə diskretləşdirmə adlanır. Alınmış  $U(nT_d)$  diskret funksiya  $U(t)$  siqnalına nəzərən əvvəlki kimi analoq xarakterli olur, çünki funksiya sonsuz sayda müxtəlif qiymətlər ala bilər.



Şək. 7.1. Analox-rəqəm və rəqəm-analoq çevrilməsi prinsipinin izahı.

Zaman görə diskretləşdirmə prosesi amplitud-impuls modulyatoru vasitəsilə yerinə yetirilir. Modulyatorun girişlərindən birinə  $U(t)$  analoq siqnalı, digərinə isə qısa impulslar ardıcılığı verilir. Diskretləşdirmənin dəqiqliyi diskret qiymətlər arasındakı məsafədən (zaman müddətindən) asılıdır və bu məsafə kiçik olduqca, dəqiqlik artır. Lakin bu halda diskret qiymətlərin sayı artır və onların kodlaşdırılması məsələsi çətinləşir. Diskret qiymətlər arasındakı məsafənin optimal qiyməti V.A. Kotelnikov teoremi ilə müəyyənləşdirilir. Teorem belə səslənir: “Məhdud spektrə malik siqnalı, aralarındakı zaman intervalı  $t = 1/2F_{\max}$  olan diskret qiymətlərinə görə dəqiq bərpa etmək olar”. Burada  $F_{\max}$  – siqnalın spektrinin yuxarı tezliyidir.

$U(nT_d)$  diskret funksiyanın səviyyəyə görə kvantlanması, onun sonsuz sayda qiymətlərinin kvantlama səviyyələri adlanan sonlu sayda qiymətlərlə təsvir olunmasından ibarətdir. Bu əməliyyatı yerinə yetirmək üçün  $U(nT_d)$  diskret funksiyanın dəyişmələrinin bütün  $D = U(nT_d)_{\max} - U(nT_d)_{\min}$  dinamiki diapazonu verilmiş müəyyən  $N$  sayda səviyyələrə bölünür və hər bir  $U(nT_d)$  kəmiyyəti yaxın səviyyəyə  $U^*n$  qədər yuvarlaqlaşdırılır.  $H = D/N$  kəmiyyəti kvantlama addımı adlanır. Səviyyəyə görə kvantlama əməliyyatının nəticəsi  $N+1$  sayda qiymət ala bilən  $U^*n$  diskret funksiya olur.

Siqnalın səviyyəyə görə kvantlanması zamanı, maksimum qiyməti kvantlama addımının yarısından çox olmayan, sistematik xətlər yaranır. Tez dəyişən kəmiyyətlərin kvantlanması zamanı, diskret impulsların davam etmə müddətləri ilə bağlı olan əlavə dinamik xətlər yaranır.

Kodlama əməliyyatını yerinə yetirmək üçün (N+1)-ci qiymətindən az olmayan qiymətləri təsvir edə bilən müəyyən  $K = \{K_1, K_2, \dots\}$  kodunu seçmək lazımdır. Hər bir  $U_n^*$  diskret qiymətə uyğun  $K_i$  kodu müəyyənləşdirilir. Sadə halda kod kimi kvantlama səviyyəsinin sıra nömrəsinə uyğun gələn ikilik sayda ədədlər ardıcılığı istifadə oluna bilər. Bu cür kodlama halında şəkil 7.1-də göstərilən  $U(t)$  funksiyası  $K_n = \{0; 1; 3; 4; 4; 5; 4; 4; 3; 2; 2\}$  onluq və yaxud  $K_n = \{000; 001; 011; 100; 100; 101; 100; 100; 011; 010; 010\}$  ikilik ədədlər ardıcılığı ilə əvəz edilə bilər.

Analoq-rəqəm çevrilməsinin analitik yazılışı

$$K_{ni} = \left[ \frac{U(t)_{t=n_i T_d}}{n} \right] \pm \delta K_{n_i} \quad (7.1)$$

İfadəsi ilə verilə bilər. Kvadrat mötərizə içərisindəki nəticə yaxın tam ədədə qədər yuvarlaqlanır.  $\delta K_{ni}$  – i addımındakı çevirmənin xətasıdır.

Siqnalların rəqəm-analoq çevrilməsi prosesi aşağıdakı əməliyyatların ardıcıl yerinə yetirilməsini nəzərdə tutur:

- çıxış siqnalının verilmiş dəyişmə diapazonunda onun müəyyən  $\alpha$  qiyməti ilə fərqlənən  $U_m^*$  diskret qiymətlərinin formalaşdırılması və hər bir formalaşmış səviyyəyə uyğun müəyyən  $K_i$  kodunun təyin olunması;

- giriş  $K_i$  kodlar ardıcılığına uyğun gələn seçilmiş səviyyələrin qiymətlərinin ardıcıl olaraq, müəyyən T zaman intervalı ilə çıxış siqnalına verilməsi (çıxış siqnalı kimi qeyd edilməsi).

Rəqəm-analoq çevrilməsinin riyazi alqoritmini

$$U_{ni} = \alpha K_{ni} + \delta U_{ni} \quad (7.2)$$

kimi yazmaq olar. Burada  $\delta U_{ni}$  – i addımında çevirmə xətasıdır.

## 7.2. Analoq-rəqəm çeviriciləri

Analoq-rəqəm çeviriciləri (ARÇ) funksional cəhətdən iki hissədən – amplituda-impuls modulyatorundan və kvantlayıcı qurğudan ibarət olur. ARÇ-ləri ardıcıl say, mərtəbələr üzrə kodlaşdırma, yazma (sayma) üsullarına əsaslanan çevirici qurğular üzərində yaradılır.

ARÇ-lər ölçülən analoq kəmiyyətinin rəqəm kodu şəklində verilə bilən diskret kəmiyyətə avtomatik çevirmək üçün nəzərdə tutulan ölçmə çevirici-

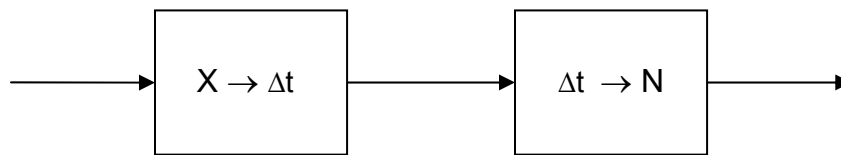
ləridir. ARÇ-nin qurulmasında istifadə olunan metodun növünə uyğun olaraq ARÇ-ləri 3 qrupa bölmək olar: 1) Zaman-impuls çeviricili ARÇ; 2) tezlik-impuls çeviricili ARÇ; 3) Dərəcəyə görə tarazlaşdırma (müvazinətləşdirmə) ARÇ-ləri.

İş prinsipinə görə ARÇ-ləri paralel, ardıcıl yaxınlaşma, ardıcıl-paralel və inteqrallayıcı ARÇ-lərə bölünürlər.

**7.2.1. Zaman-impuls çevrilməli ARÇ.** Bu ARÇ-lərin qurulma prinsipi ölçülən kəmiyyətin sabit tezlikli impulslarla (say impulsları ilə) doldurulan zaman intervalına çevrilməsinə əsaslanmışdır və zaman intervalının, gərginliyin, tezliyin, fazalar fərqi və digər kəmiyyətlərin koda çevrilməsi üçün tətbiq olunurlar.

Zaman-impuls çeviricili ARÇ-nin sadələşdirilmiş funksional sxemini şəkil 7.2-də verilmiş kimi təsvir etmək olar. Onun tərkibinə iki çevirici daxildir.

Birinci çevirici girişdəki  $X$  kəmiyyətini  $\Delta t$  zaman intervalına, ikincisi isə  $\Delta t$  intervalını  $N$  impuls ardıcılığına (rəqəm koduna) çevirir. Giriş kəmiyyəti  $X$ -in növündən asılı olaraq birinci çeviricinin strukturu müxtəlif, ikinci çeviricinin strukturu isə bütün bu tip ARÇ-lər üçün eynidir.



Şək. 7.2. Zaman-impuls çeviricili ARÇ-nin sadələşdirilmiş struktur sxemi

Adətən, bu tip ARÇ-lərin birinci bloku giriş kəmiyyətini ona mütənasib gərginliyə və öz növbəsində bu gərginliyi onun qiymətinə düz mütənasib olan zaman intervalına çevirir. Ona görə birinci blok iki hissədən: miqyas gücləndiricisindən və **“gərginlik – zaman” çeviricisindən** ibarətdir. Ona görə də çox vaxt zaman-impuls çevrilməli ARÇ-ləri **“gərginlik-zaman” çeviricili ARÇ-lər** də adlandırırlar. Bir qayda olaraq bu ARÇ-lərin tərkibində zaman formalaşdırıcı blok (ZFB), say impuls generatoru (SİG) və zaman selektoru (ZS) olur (şək. 7.3.).  $\Delta t_x = t_2 - t_1$  zaman intervalı  $u_{t1}$  dayaq gərginliyi ilə ( $t_1$  zaman anında) və  $u_{t2}$  interval gərginliyi ilə ( $t_2$  zaman anında) verilir. Bu impuls,  $u_d$  amplitudlu  $\Delta t_x = t_2 - t_1$  uzunluğa malik olan düzbucaqlı impuls hasil edən ZFB-yə daxil olurlar. Qeyd olunan düzbucaqlı impuls ZS-in bir girişinə (şəkildə 1-ci giriş) verilir. ZS-in digər girişinə (2-ci giriş) SİG-dən daim verilmiş  $f_s$  tezliyinə malik olan  $u_s$  say impuls ardıcılığı daxil olur. Say

impulsları ZS-dən çıxışa yalnız ZS,  $u_d$  düzbucaqlı impulsu ilə açıldıqda, yəni  $\Delta t_x$  zaman intervalı müddətində keçirlər. Belə ki, say impulslarının təkrarlanma periodu  $T_s = 1/f_s$ ,  $\Delta t_x$  -dən olduqca kiçik olduğundan qeyd etmək olar ki, ZS-dən keçən say impulslarının sayı  $N$  aşağıdakı düsturla ifadə olunur:

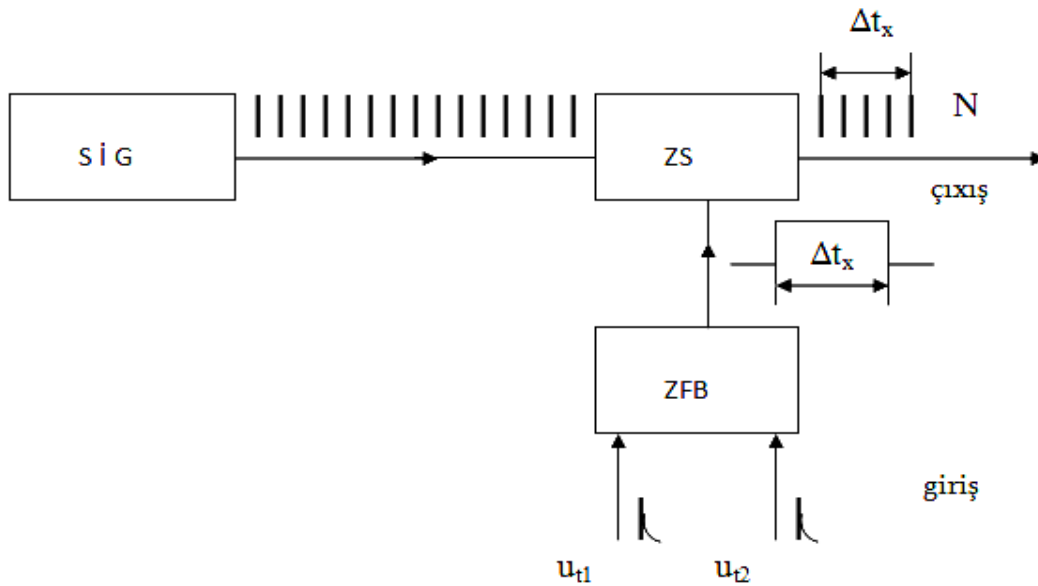
$$N \approx \Delta t_x / T_s = \Delta t_x f_s \quad (7.3)$$

Buradan  $\Delta t_x = N/f_s$  olur.

Beləliklə hər zaman intervalına uyğun olaraq ARÇ-nin çıxışında müəyyən sayda impulslar ardıcılığı, yəni rəqəm kodu yaranır.

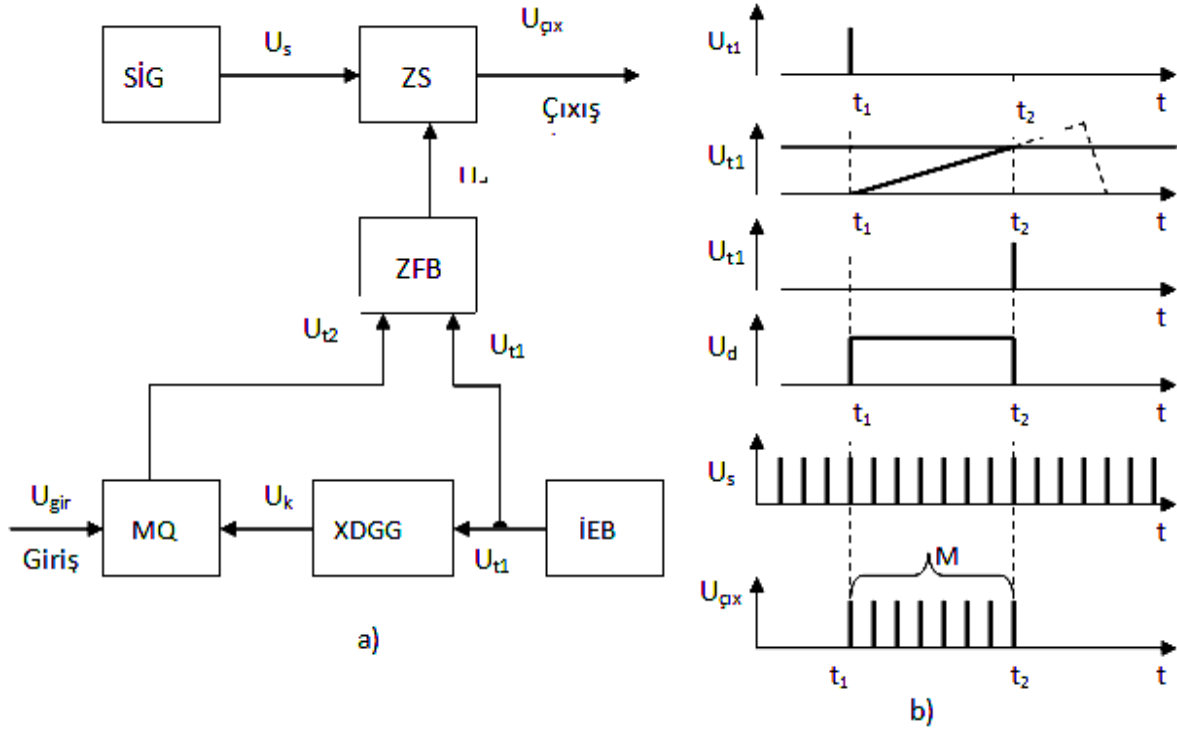
Yuxarıda baxılan ARÇ-nin cəm xətası aşağıdakı əsas faktorlarla təyin olunur: say impulslarının tezliyinin qeyri-stabilliyi ilə, ölçülən zaman intervalının ZS-ni açan düzbucaqlı impulsun uzunluğuna çevrilməsi xətası ilə, diskretliyin xətası ilə. Tezliyin qeyri-stabilliyi ilə əlaqədar olan xətanı aradan qaldırmaq üçün kvars əsasında qurulan SİG tətbiq edirlər. Xətanın ikinci toplananı ZFB-yə maneələrin təsiri ilə əlaqəlidir. Onun azaldılması üçün imkan daxilində ZFB-nin girişində siqnal/maneə nisbətini artırmaq lazımdır.

Xətanın üçüncü toplananı onunla əlaqəlidir ki, analog kəmiyyətin  $\Delta t_x$  zaman intervalının ədədi qiyməti tam sayda  $T_s$  periodları ilə əvəz olunur. Bu xətanın mütləq qiyməti  $T_s$  - dən böyük olmur. Bu xətanın azaldılmasının ən əlverişli variantı  $T_s$ - in azaldılmasıdır. Yüksək tezlikli aparaturanın yaradılması zamanı bir sıra texniki çətinliklər yaranır. Ona görə də diskretləşdirici zaman intervalının başlanğıcı ilə say impulslarının sinxronlaşdırılmasını da tətbiq edirlər. Bundan başqa daha mürəkkəb, lakin daha effektiv metodlar vardır.



Şək. 7.3. Zaman-impuls çeviricili ARÇ-nin sfruktur sxemi

Rəqəmli voltmetrlərdə geniş tətbiq olunan zaman-impuls ARÇ-nin struktur sxemini nəzərdən keçirək (şək. 7.4.). Bu ARÇ sabit gərginliyi rəqəm koduna çevirir. Şək. 7.3-də verilmiş sxemdəki bloklardan əlavə bu ARÇ-nin tərkibinə xətti dəyişən gərginlik generatoru (XDGG), müqayisə qurğusu (MQ), həmçinin, idarəetmə bloku (İB) daxildir.



Şək. 7.4. Rəqəmli voltmetrlərdə geniş tətbiq olunan zaman-impuls ARÇ-nin struktur sxemini

ZS-ə İB-dən  $U_{t1}$  impulsu daxil olur və bu ona gətirib çıxarır ki, ZS çıxışa  $U_s$  say impulslarını buraxmağa başlayır, və eyni zamanda XDGG işə düşür.  $U_k$  xətti gərginliyi,  $U_k$  gərginliyi  $U_k$  giriş gərginliyinə bərabər olduğu anda  $U_{t2}$  impulsunu hasil edən müqayisə qurğusuna (MQ) daxil olur.  $U_{t2}$  impulsu isə ZS-in bağlanması və ondan say impulslarının keçməsinin dayandırılmasına gətirib çıxarır. Belə ARÇ-nin işçi gərginliklərinin zaman diaqramları şək. 7.4, b-də verilmişdir.

$t_1 - t_2$  zaman intervalını dolduran impulsların sayı təxminən aşağıdakı düsturla verilir

$$N \approx (t_1 - t_2) / T_s, \quad (7.4)$$

Digər tərəfdən  $t_1 - t_2 = u_x / k$ , burada  $k$  əmsalı  $u_x$  xətti dəyişən gərginliyin artma sürətindən asılı olan əmsaldır. Beləliklə,

$$N \approx u_x / (kT_s), \quad (7.5)$$

yaxud

$$N \approx u_x f_s / k. \quad (7.6)$$

Yuxarıda sadalanmış xətalardan əlavə çevirmə xətasına XDGG-nin gərginliyinin xəttiliyi də, k əmsalının qeyri - xəttiliyi, yəni xətti dəyişən gərginliyin əyrisinin mailliyinin qeyri - xəttiliyi və sıfır sürüşməsi ilə əlaqəli xətalər daxildir. Giriş signalının üstünə gələn küy maneəsi  $u_{küy}$  həmçinin maneə mənbəyidir, çünki belə maneələr olduqda müqayisə qurğusu  $u_k = u_x$  anında yox,  $u_k = u_x + u_{küy}$  anında işə düşür. Bu maneələrin ləğv edilməsi xüsusi süzgəclər vasitəsi ilə yerinə yetirilir. Bu tip ARÇ-nin ümumi xətası 0,1% təşkil edir.

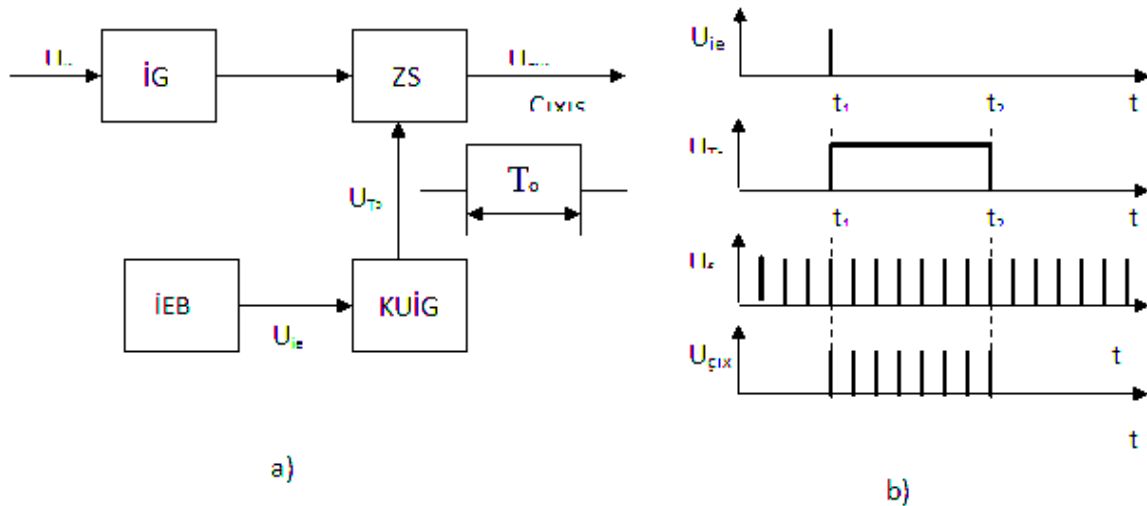
**7.2.2. Tezlik – impuls çevrilməli ARÇ.** Tezlik – impuls ARÇ-də giriş analoq kəmiyyəti (məsələn,  $u_x$  gərginliyi) ilk növbədə impulsların  $f_x$  tezliyinə çevrilir. Rəqəm kodu, bu impulslarla dəqiq verilmiş  $T_0$  uzunluğuna malik olan zaman intervalının doldurulması yolu ilə formalaşdırılır. Bu tip ARÇ-nin struktur sxemi şəkl. 7.5-də göstərilmişdir. Onun tərkibinə impulslar generatoru (İG), zaman selektoru (ZS), idarəetmə bloku (İEB) və kalibrənmiş uzunluqlu impulslar generatoru (KUİG) daxildir. Giriş gərginliyi  $u_x$ , tezliyi idarə impulslar generatoruna (İG) daxil olur. İG hasil etdiyi impulsların  $f_x$  tezliyi  $u_x$  gərginliyi ilə aşağıdakı düstura uyğun olaraq idarə olunur

$$f_x = k u_x \quad (7.7)$$

burada  $k$  – məlum (seçilmiş) mütənasiblik əmsalıdır. İG-nin  $u_x \rightarrow f_x$  çevirməsinin xəttiliyini yüksəltmək üçün bir qayda olaraq onun tərkibində presizion (daha dəqiq) əməliyyat gücləndiriciləri əsasında qurulmuş miqyas gücləndiricisi və **“gərginlik – tezlik” çeviricisi** olur. İG-nin çevirmə dəqiqliyi və xəttiliyi onun tərkib hissələrinin xarakteristikalarından çox asılıdır.

İG-nin hasil etdiyi impulslar ZS-in bir girişinə daxil olur, o biri girişinə isə KUİG-dən davamətə müddəti stabil və kalibrə edilmiş olan impulslar daxil olur. İEB-dən idarə impulsu daxil olduqda KUİG işə düşür və kalibrə edilmiş impulsu hasil edir. KUİG-dən ZS-ə daxil olan impuls ZS-i həmin impulsun davam etmə müddəti  $T_0$  ərzində açıq vəziyyətə keçirir və bu müddətdə ZS-in çıxışına  $f_x$  tezliyi  $u_x$  gərginliyinə düz mütənasib olan impulslar keçir. Çıxışa daxil olan kod impulslarının sayı aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$N \approx T_0 / T = T_0 f_x \quad (7.8)$$



Şək. 7.5. Tezlik – impuls çevrilməsi ilə olan ARÇ-nin quruluş sxemi (a) və zaman diaqramları (b).

Tezlik – impuls ARÇ-nin, çox vaxt “**gərginlik – tezlik**” çeviricili ARÇ adlanan qurğunun zaman diaqramı şək. 7.5, b-də göstərilib. Tezlik – impuls ARÇ-si maneələrə daha az həssasdır. Lakin maneələr impulsların  $f_x$  davam etmə tezliyini dəyişdirə bilər. Buna baxmayaraq  $T_0$  zaman müddəti ərzində baş verən tezliyin dəyişməsi qismən kompensasiya edilə bilər. Məsələn, əgər maneə simmetrik xarakterə malikdirsə və onun tezliyi  $T_0$ -a bərabər yaxud, tam bölünəndirsə, onda  $T_0$  ərzində orta tezlik

$$f_{xor} = \frac{1}{T_0} \int_0^{T_0} f_x dt = \frac{1}{T_0} \int_0^{T_0} k(u_x + u_{mn} \sin \frac{2\pi n}{T_0} t) dt = k u_x, \quad (7.9)$$

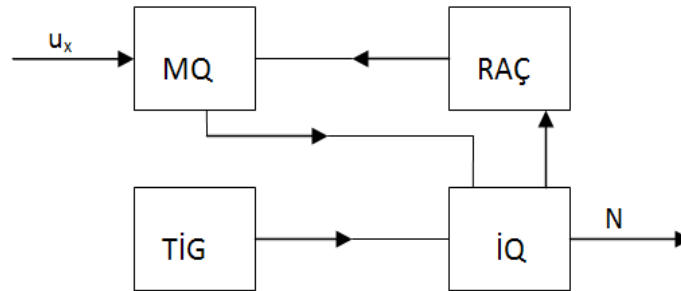
Burada  $u_{mn}$  maneə gərginliyinin amplitudu,  $2\pi n/T_0$  isə onun tezliyidir.

Beləliklə,  $T_0$  zaman müddəti ərzində orta tezlik giriş gərginliyinin qiymətinə mütənasib olur, yəni maneənin təsiri kənar edilir. Tezlik-impuls ARÇ-lərin gətirilmiş (orta) xətası 0,01% qədər təşkil edir.

**7.2.3. Dərəcəyə görə bərabərləşdirən (tarazlaşdıran) ARÇ.** Adətən bu tip ARÇ-lər **gərginlik – rəqəm kodu çeviricisi** əsasında qurulur. Dərəcəyə görə bərabərləşdirmə (tarazlaşdırma) ARÇ-sinin struktur sxemini şək.7.6-da verilmiş kimi təsvir etmək olar. Onun tərkibinə takt impulsu generatoru (TİG), müqayisə qurğusu (MQ), idarəetmə qurğusu (İQ) və kod-nümunə gərginlik çeviricisi rolunu oynayan rəqəm – analoq çeviricisi (RAÇ) daxildir. Ölçülən gərginlik  $u_x$  müəyyən qanun üzrə, məsələn, ikilik say sisteminin dərəcələrinə uyğun şəkildə tərtib olunmuş  $u_{n1} > u_{n2} > \dots > u_{nn}$  nümunə gərginlikləri ilə müqayisə olunur. Bu gərginliklər müqayisə qurğusuna (MQ), kod-nümunə gərginlik çeviricisindən idarəetmə qurğusunun əmrlərinə uyğun olaraq daxil olur. Kod-



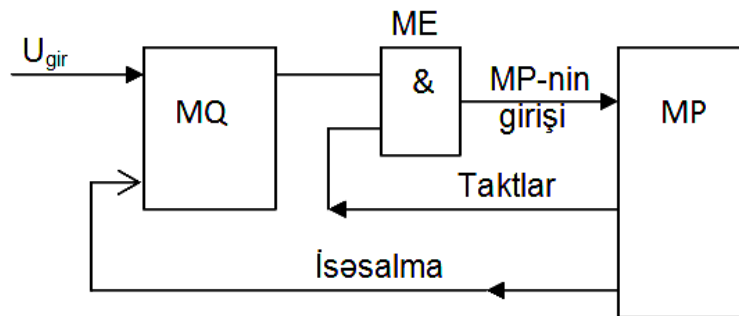
nümunə gərginlik çeviricisi rolunu oynayan rəqəm – analoq çeviricisinin (RAÇ) vəzifəsi girişinə daxil olmuş rəqəm koduna uyğun analoq gərginliyi hasil etməkdən ibarətdir.



Şək.7.6. Dərəcəyə görə bərabərləşdirən ARÇ-nin struktur sxemi

**7.2.4. Eninə impuls modulyatorlu ARÇ-lər.** Tərkibində EİM (eninə impuls modulyatoru) istifadə olunan nisbətən sadə quruluşlu ARÇ - lər olub kifayət qədər dəqiqliyə malik ola bilərlər. **EİM –çevirici istifadə olunan ARÇ-lər** sadə ölçmə sistemlərində giriş dövrəsi ilə mikroprosessor bloku arasında əlaqə yaratmaq üçün istifadə olunur. Belə ARÇ-nin ümumi struktur sxemi şəkil 7.7-da verilmişdir.

EİM-in işə salınması və məntiq elementinin (ME) çıxışındakı impulsların sayılmasını birbaşa mikroprosessor (MP) yerinə yetirir. EİM-in çıxışındakı impulsun uzunluğu  $U_{gir}$ -ə mütənasib olduğundan ME-nin çıxışından MP-nin girişinə düşən impulsların sayı da  $U_{gir}$ -ə mütənasibdir. Zəruri hallarda sxemdə ME və MP arasında impuls sayğacı quraşdırıla bilər və daxili generator nəzərdə tutula bilər.



Şək.7.7. EİM – çevirici istifadə olunan ARÇ.

Bu sxem sinxroimpulsların tezliyinin dreyfinə həssasdır və onu sistemin özündə kvars generatoru olduqda istifadə etmək sərfəli olur. Maksimal çevirmə müddəti məlum olduğundan EİM-li ARÇ-lər çoxkanallı sistemlərdə çox effektiv

istifadə oluna bilər. EİM- çeviricinin işə hazırlanması üçün çevirmə ilə eyni həddə olan müəyyən vaxt tələb olunur. Ona görə də hər kanalda öz EİM-in istifadə etmək lazım olur, bu işə analoq kommutatorunun sxemdən çıxarılmasına imkan verir.

**7.2.5. İkitaklı inteqrallama ilə olan ARÇ-lər.** Bu tip digərlərindən dəqiqliyi və elementlərinin temperatur sabilliyi ilə fərqlənir. Qurulma prinsipi ona əsaslanıb ki, ilk əvvəl fiksə olunmuş  $T$  zaman müddəti ərzində  $U_{gir}$  giriş signalı analoq inteqratorla inteqrallanır. İnteqratorun çıxışında gərginliyin qiyməti aşağıdakı qiymət qədər dəyişəcək

$$|\Delta U_{i,gir}| = TU_{gir} / RC. \quad (7.10)$$

Bundan sonra inteqratorun girişinə  $U_{gir}$  –dən başqa işarəli, eyni zamanda modulca böyük olan dayaq gərginliyi qoşulur və inteqrallama o vaxta qədər aparılır ki, inteqratorun çıxışı ilkin vəziyyətə qayıtsın, yəni sıfır olsun

$$|\Delta U_{i,gir}| - tU_{day} / RC = 0 \quad (7.11)$$

Nəticədə

$$t = TU_{gir} / U_{day}, \quad (7.12)$$

burada  $T$ -ni  $N$  dərəcəli sayğacla sayılan  $f$  takt tezlikli impulsların sayılması ilə vermək olar:

$$T = 2^x / f_t \quad (7.13)$$

Təyin edilən  $t$  zaman müddətini, çıxışındakı kod aşağıdakı kimi verilən, eyni sayğacla həmin takt tezlikli impulsları saymaqla ölçmək olar:

$$M = f_t t \quad (7.14)$$

Bunu nəzərə alaraq, alarıq

$$M = 2^x U_{gir} / U_{day}. \quad (7.15)$$

Bu onu göstərir ki, sayğacdakı  $M$  kodu yalnız  $U_{gir}$  və  $U_{day}$  –dan asılıdır.  $RC$  və takt tezliyinin verilmə tezliyi rol oynamır. Ona görə də takt impulsları generatoru və inteqrator sadə sxemlər üzrə qurula bilər.

**7.2.6. Ardıcıl sayılı ARÇ.** Ardıcıl say üsuluna əsaslanan ARÇ-nin strukturu şəkil 7.8,a - da göstərilmişdir. Qurğu takt impulsları generatorundan,

“VƏ” məntiq elementindən, sayğacdan, rəqəm-analoq çeviricisindən, komparatorundan ibarətdir. Qurğunun iş prinsipi aşağıdakı kimidir.

“1” məntiq signalı ilə sayğac ilkin vəziyyətə gətirilir. Onun çıxış signalı sıfırdır. Odur ki,  $U_{gir} > 0$  olarsa, komparatorun çıxışında “1” signalı olur və takt impulsu “VƏ” elementi DD1 vasitəsilə sayğacın C girişinə daxil olur. Lakin  $R = 0$  olduğundan, sayğacın çıxış kodu  $X=0$  olur.

Çevrilmə prosesi R – girişindən aktiv məntiq signal götürüldükdən sonra başlayır. Bu halda hər takt impulsunun təsiri ilə sayğac “inkrement” (“VƏ”) əməliyyatını yerinə yetirir. Onun çıxış kodu artmağa başlayır. Bu proses rəqəm-analoq çeviricisinin çıxış gərginliyi  $U_{gir}$  qiymətini keçənə qədər davam edir. Bu gərginliklər bərabərləşən halda komparator uşə düşür və çıxışında “0” signalı formalaşdırır. Nəticədə “VƏ” elementinin çıxışında da “0” signalı formalaşır və sayğacın çıxış kodunun artması kəsilir. Bu zaman sayğacın çıxış kodunun qiyməti  $U_{gir}$  gərginliyinə düz mütənasib və sxemdə istifadə olunan rəqəm-analoq çeviricisinin həlletmə qabiliyyətinə (cəldliyinə) tərs mütənasibdir, yəni

$$U_{çix} = U_{gir} / \alpha \quad \text{olur.}$$

Rəqəm-analoq çeviricisinin çıxış gərginliyi pilləli formada olduğundan  $N_{çix}$  gərginliyini  $U_{gir}$  gərginliyindən çox olan birinci səviyyənin  $U_N^*$  nömrəsinə uyğun gələn yaxın tam ədədə qədər yuvarlaqlaşdırmaq lazımdır. Çevirmə dövrünü təkrarlamaq üçün yeni işəsalma impulsu ilə sayğacı sıfır vəziyyətinə gətirmək lazımdır.

Baxdığımız ARÇ-də çevirmə müddəti çıxış koduna və takt impulslarının təkrarlanma perioduna düz mütənasibdir:

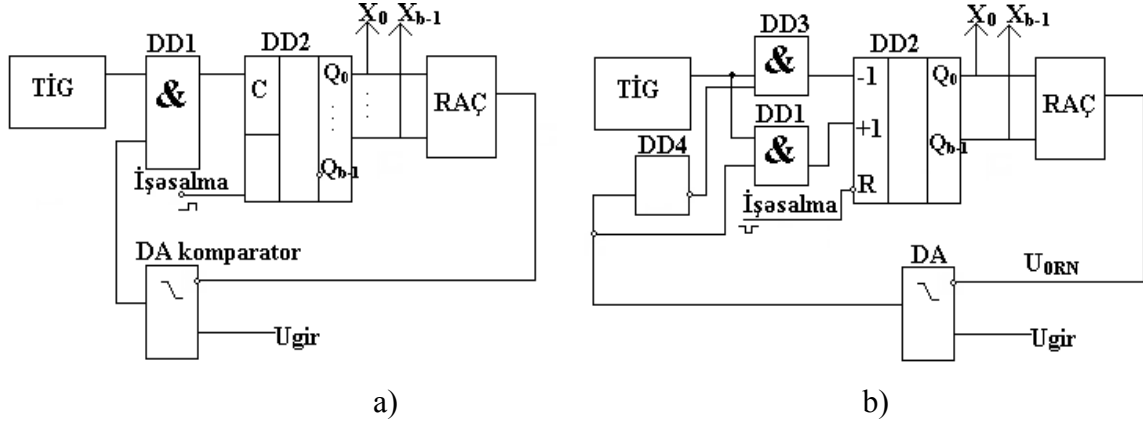
$$T_{çev.} = T_i N_{çix} = T_i U_{gir} / \alpha.$$

Baxılan iş rejimi tsiklik (dövrü) rejim adlanır, çünki hər dəfə işəsalma impulsu sayğacı sıfır vəziyyətinə çevirir və say hər dəfə sıfırdan başlayır.

Əgər ARÇ-də reversiv sayğacdan istifadə etsək, dövrü olmayan iş rejimini təmin edə bilərik. Bu halda sayğacın çıxışında daimi giriş gərginliyinin cari qiymətinə mütənasib olan kod alınır. Bu rejimə uyğun ARÇ-nin struktur sxemi şəkil 7.8,b –də göstərilmişdir.

Burada sxemə əlavə olaraq inverter və “VƏ” məntiq elementi daxil edilir. İlk anda sayğac sıfırlanmışdır. RAÇ-nin çıxış gərginliyi  $U_{ORN} = 0$  və sayğacın “+1” girişinə takt impulsları ardıcılığı daxil olur. Sayğacın R girişindən aktiv məntiq səviyyəyə uyğun signal götürüldükdə onun çıxış kodu artmağa başlayır. Bu zaman RAÇ-ın çıxış gərginliyi də artır. Bu proses  $U_{ORN} > U_{gir}$  alınan ( $t_1$  anı) qədər davam edir. DA komparatorunun işə düşməsi ilə DD1 elementinin (“VƏ”

elementi) çıxışında sayğacın “+1” girişi üçün passiv olan siqnal formalaşır. Eyni zamanda inverter DD4 çıxışında “1” siqnalı formalaşdırır. Nəticədə sayğacın “-1” girişinə takt impulsları daxil ola bilir. Bu halda sayğac dekrement əməliyyatını yerinə yetirir və onun çıxış kodu azalmağa başlayır. Bu zaman RAÇ-nin çıxış gərginliyi də azalır.  $U_{gir} > U_{ORN}$  bərabərsizliyi pozulan anda DA komparatorunun növbəti çevrilməsi baş verir və sayğac çıxış kodunu artırmağa başlayır.



Şəkil 7.8. a) tsiklik və b) qeyri-tsiklik ardıcıl sayılı ARÇ-nin struktur sxemləri.

Göründüyü kimi, işəsalma impulsunun təsir etdiyi andan,  $U_{gir} > U_{ORN}$  bərabərsizliyinin pozulan anına qədər hər iki çevirici eyni cür işləyir. Bərabərsizlik pozulan andan sonra dövrü olmayan ARÇ daimi olaraq giriş gərginliyinin dəyişməsinə izləyir. Bu isə çevirmə müddətini kifayət qədər qısaldır.

Bu sxemlərin mənfi cəhəti  $U_{gir} > U_{ORN}$  bərabərsizliyi pozulan ana qədər, yəni sayğacın çıxış kodunun giriş gərginliyinə ekvivalent olan qiymətinə çatana qədərki zaman intervalının olmasıdır. Bundan başqa, gərginliyi artırmaq üçün sayğacın və RAÇ-nin dərəcələrini azaltmaq lazım gəlir. Belə strukturlara malik ARÇ – onların İS texnologiyası ilə yaradılmasında istifadə olunurlar.

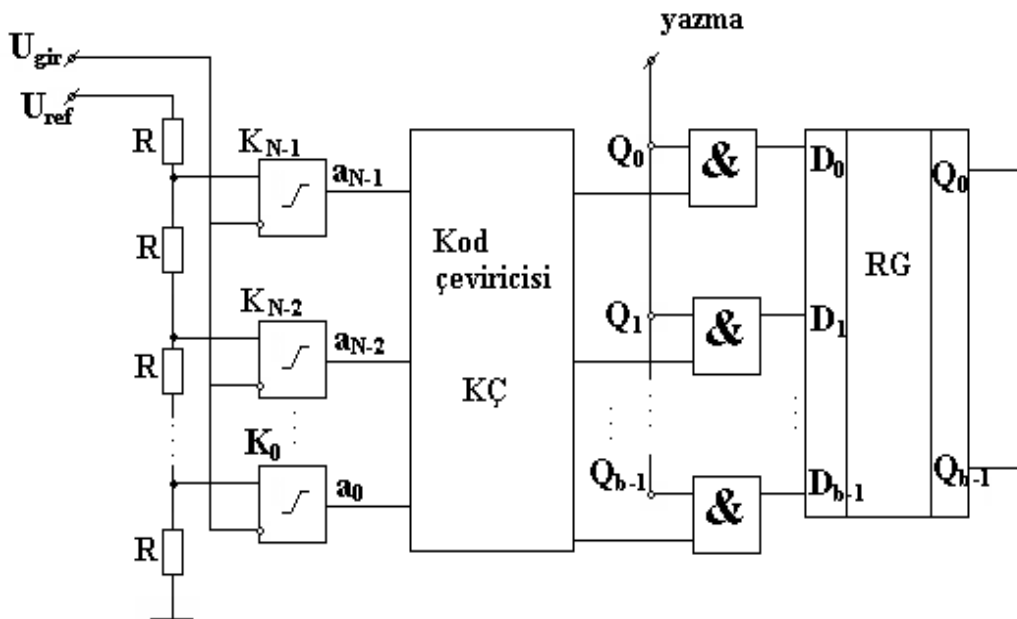
**7.2.7. Paralel çevirməyə malik ARÇ.** Paralel çevirməyə malik ARÇ-nin strukturu bilavasitə sayma üsuluna əsaslanmışdır və bu gün üçün ən yüksək cəldliyə malikdir. Belə ARÇ-nin struktur sxemi şəkil 7.9.-da göstərilmişdir.

Qurğu  $2^n - 1$  sayda komporatora malikdir. Onların birləşmiş invers girişlərinə giriş siqnalı verilir. Komporatorların qeyri-invers girişlərinə qiymətcə  $U_n^*$  kvantlama səviyyələrinə bərabər olan gərginliklər verilir. Nəticədə, komparatorun çıxışlarında N-mərtəbəli paralel vahid kod alınır. Koddakı vahidlərin sayı qiyməti  $U_{gir}$  qiymətindən az olan kvantlama səviyyələrinin sayına bərabər olur. Alınmış kod çeviricinin girişinə ötürülür və orada mərtəbələrinin sayı  $b = \log_2 N$  olan ikilik koda çevrilir. Bu kod “VƏ” məntiq elementləri vasitəsilə statik registrə ötürülür və onun çıxışından oxunur. Kod

çeviricisinin kodunun statik registrdə yenidən yazılması üçün “yazma” signalından istifadə olunur. Bu signal sxemə o vaxt verilir ki, komparatorun işə düşməsi və ikilik kodun alınması ilə əlaqədar keçid prosesi başa çatmış olsun.

Kvantlama səviyyələrinə bərabər olan gərginliklər  $N$  sayda eyni rezistorlardan təşkil edilmiş gərginlik bölücüsündən alınır. Bölücü  $U_{REF}$  etalon gərginlik mənbəyinə qoşulur.

Bu ARÇ-də çıxış kodunun bütün mərtəbələri eyni zamanda formalaşdığından, burada maksimum cəldlik almaq mümkün olur. Onun çevirmə müddəti ancaq kod çeviricisinin strukturu və istifadə olunan element bazasının cəldliyi ilə müəyyən olunur.



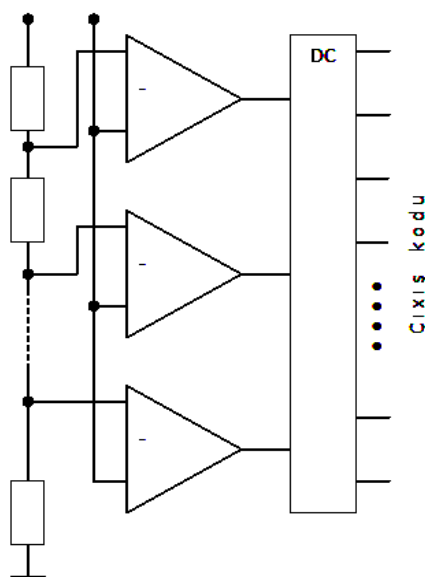
Şək. 7.9. Paralel çevrilməli ARÇ-nin struktur sxemi

ARÇ-nin dəqiqliyini artırmaq üçün aparat sərfini artırmaq lazım gəlir, məsələn, 8 mərtəbəli ARÇ üçün 255 komparatordan istifadə olunur.

Çeviricinin cəldliyi ilə onun sxeminin mürəkkəbliyi arasındakı ziddiyyəti aradan qaldırmaq üçün kompromis həll ARÇ-nin paralel-ardıcıl sxemindən istifadə edilir. Onların iş prinsipi ARÇ-də bir neçə müstəqil strukturun ayrılmasına əsaslanmışdır. Məsələn, iki struktur halında, birinci çıxış kodunun yüksək dərəcələrini formalaşdırmaqla nisbətən kobud çevirmə aparılır, ikincisi isə çıxış kodunun kiçik dərəcələri formalaşdırılır. Onun girişinə giriş gərginliyi ilə RAÇ-nin yüksək mərtəbələrini çıxış kodunu analoq qiymətlərinə çevirən gərginliyin fərqi verilir. Çevirmə gərginliyini artırmaq üçün, bu fərq  $2^l$  dəfə ( $l$  - birinci strukturun çıxışındakı kodun dərəcəsidir) gücləndirilir. Bu həll sxemin qəbul oluna bilən mürəkkəbliyi halında ARÇ-nin çıxış dərəcələrinin sayını 10 ...12 - yə qədər artırmağa imkan verir. Belə ARÇ-də çevirmə prosesinin real müddəti 10 ...20 nsan olur.

**7.2.8. Yüksəksürətli ARÇ-lər.** Belə ARÇ-lər ilk növbədə paralel ARÇ-də realizə oluna bilər. Belə ARÇ-yə misal şəkl.7.10-da verilmişdir. Sxemədə istifadə olunan bütün rezistorlar eyni müqavimətə malikdirlər, ona görə komparatorların dayaq girişlərindəki gərginliklər  $U_{\text{day}}/2^N$ -dən  $U_{\text{day}}(2^N-1)/2^N$ -ə qədər hər biri  $U_{\text{day}}/2^N$  olan addımlarla artır. Komparatorların çıxışlarında giriş siqnalına uyğun olan unitar kod əmələ gəlir (bütün “kiçik” komparatorların, yəni giriş gərginliyi dayaq gərginliyindən kiçik olanların çıxışlarında “1”, qalanlarının çıxışlarında isə “0” yaranır). Komparatorların çıxışları unitar kodu ikilik koda çevirən dekodlayıcı qurğuya daxil olur. Komparatorlar, adətən, bütün sistemin işini sinxronlaşdırmaq üçün stroblayıcı girişlə təchiz olunurlar. Bu ARÇ-də çevirmə müddəti komparatorlardakı və dekodlaşdırıcı qurğudakı keçid proseslərinin müddəti ilə təyin olunur. Ən müasir paralel ARÇ-lərdə sürət bir neçə ns təşkil edir. Lakin paralel ARÇ-lərin elementlərinin sayı çoxdur. Məsələn, 8 dərəcəli bu tip ARÇ-də 255 komparator tələb olunur. Ona görə də yalnız yarımkeçirici inteqral mikrosxem (İMS) şəklində hazırlandıqda yüksək dəqiqlik xarakteristikaları almaq mümkün olur.

Paralel ARÇ-yə KP1107PV1,2,3 (PV1 – 6 dərəcəli; PV2- çıxışı TTM olan 8 dərəcəli, çevirmə müddəti 0,1-0,2 mks; PV3 – 6 dərəcəli, çıxışı ERM, çevirmə müddəti 20ns) İMS-ni, və ya onların xarici analoqlarını göstərmək olar.



Şəkl. 7.10. Yüksəksürətli paralel ARÇ

### 7.3. Rəqəm-analoq çeviriciləri

Rəqəmli ölçmə cihazlarında rəqəm kodunu ölçülən kəmiyyətlə eyni olan analoq kəmiyyətinə çevirən və rəqəm analoq çeviriciləri (RAÇ) adlanan

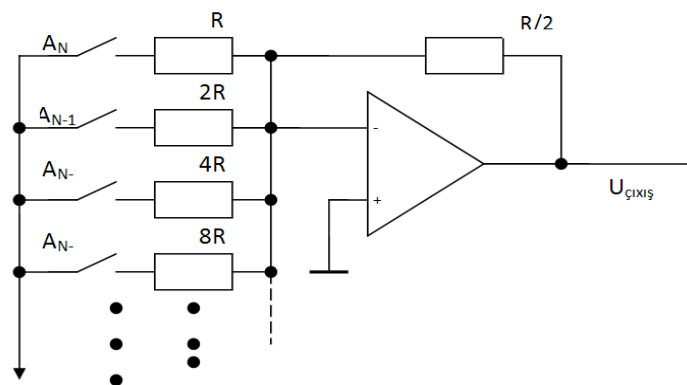
qurğular da geniş istifadə olunur. Bu qurğular, həmçinin, müxtəlif informasiya-ölçmə sistemlərində əks əlaqə dövrlərində quraşdırılır.

Rəqəm-analoq çeviricilərinin (RAÇ) realizə edilməsi üçün müxtəlif sxemlər istifadə edirlər. RAÇ-ların əsas qurulma sxemləri aşağıdakılardır:

- 1) gərginliyin toplanması ilə olan RAÇ;
- 2) gərginliyin bölünməsi ilə olan RAÇ;
- 3) cərəyanların toplanması ilə olan RAÇ.

RAÇ-ların əksəriyyətində çevrilmə rəqəm dərəcəsinin qiymətinə (çəkisinə) mütənasib olan cərəyanların toplanmasına gətirilir, belə ki, qiyməti 1 olan dərəcələrin cərəyanları toplanır. Məsələn, tutaq ki, dörd dərəcəli ikilik kodu analoq siqnalına çevirmək lazımdır. Dördüncü (ən böyük) dərəcənin qiyməti (çəkisi)  $2^3 = 8$ , üçüncü dərəcənin  $2^2 = 4$ , ikinci dərəcənin  $2^1 = 2$ , birinci (kiçik) dərəcəni qiyməti  $2^0 = 1$  olur. Əgər kiçik dərəcəyə uyğun cərəyan  $I_0 = 1 \text{ mA}$  olarsa, onda böyük dərəcəyə uyğun cərəyan  $I_0 = 8 \text{ mA}$ , 1111 koduna uyğun olan çeviricinin maksimal cərəyanı  $I_{\text{çix.maks.}} = 15 \text{ mA}$  olar. Aydınır ki, məsələn, 1010 koduna  $I_{\text{çix.}} = 10 \text{ mA}$ , 0110 koduna  $I_{\text{çix.}} = 6 \text{ mA}$  cərəyanı uyğundur və s. Göründüyü kimi verilmiş koda uyğun dəqiq cərəyanların generasiyasını və kommutasiyasını yerinə yetirən sxemi qurmaq lazımdır. Bu funksiyaları yerinə yetirən çəki (qiymət) rezistorları ilə qurulmuş sadə RAÇ sxemi şək. 7.11-də verilmişdir.

Kommutasiya açarları kimi bipolyar tranzistorlar istifadə oluna bilər. Lakin keçidində gərginlik düşküsi çox az olan xüsusi analoq kommutatorları da mövcuddur.



Şək. 7.11. Çəki müqavimətləri ilə olan sadə RAÇ

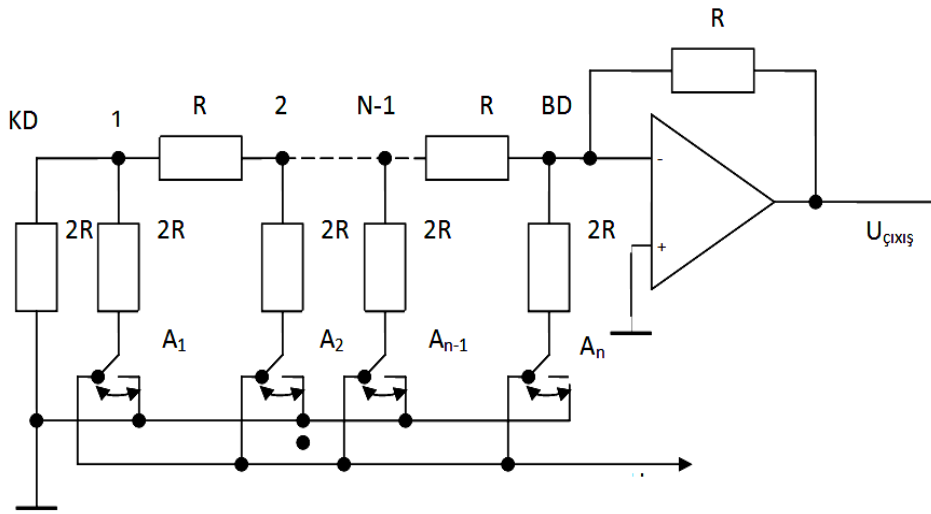
Yuxarıda verilmiş sxemin çoxlu çatışmazlıqları var. Bunlardan ən başlıcası tətbiq olunan rezistorların müqavimətlərinin müxtəlif olması və onların qiymətlərinin biri-biri ilə dəqiq uyğunlaşdırılmasıdır. Bu çatışmazlığı R-2R rezistor matrisasını istifadə etməklə aradan qaldırmaq olar. Bu halda mütləq iki

istiqamətdə işləyən açarlar lazımdır. Sxemin işi ona əsaslanmışdır ki, R-2R dövrəli, yaxud, pilləli sxemin istənilən hissəsi R bərabər çıxış müqavimətinə malikdir (şək.7.12). 1-ci düyünü nəzərdən keçirək. Bu düyündən solda hər birinin müqaviməti 2R olan iki paralel qoşulan rezistor var, deməli, bu düyünün çıxış müqaviməti R-ə bərabərdir. 2-ci düyündə soldan 1-ci düyünün müqaviməti və onunla ardıcıl qoşulmuş R rezistoru (cəmi 2R olur) və həmçinin, bu dövrəyə paralel qoşulmuş 2R rezistoru var, ona görə də yekun müqavimət  $(R+R) \parallel 2R = R$ . Sxemdən görüldüyü kimi bu qayda bütöv resistiv sxemdə mövcuddur. Böyük dərəcəyə (BD) uyğun açar qoşulduqda dayaq gərginliyi  $U_{day}$  dövrədə  $U_{day}/2R$  cərəyanı yaradır. Dayaq gərginliyinin növbəti dərəcədə (pillədə) qoşulduğu zaman N-1 düyünündə cərəyan  $U_{day}/4$ -ə bərabər olacaq, deməli, ƏG-nin girişində cərəyan  $U_{day}/4R$  olacaq. ƏG-in girişindəki tam cərəyan

$$I_{gir} = A U_{day}/2^N R \quad (7.8)$$

təşkil edəcək ki, burada A – çevrilən ikilik ədəddir. A-nın maksimal qiyməti  $A=2^N - 1$  olduğundan, onda

$$U_{çix.maks.} = U_{day} (2^N - 1) / 2^N \quad (7.9)$$



Şək. 7.12. R-2R rezistor matrisli sadə RAÇ.

Əgər MOY tranzistoru əsasında açar istifadə etsək, onda baxılan sxemlərin hamısında sadəcə,  $U_{day}$  gərginliyi əvəzinə E gərginliyi verməklə KMOY – inverterlər tətbiq etmək olar. Lakin bu halda 2R rezistorlarının müqavimətlərinin qiymətlərində düzəlişlər aparmaq lazımdır, çünki KMOY tranzistorların öz müqavimətlərini də nəzərə almaq lazımdır, onların



qiymətlərini isə əvvəldən dəqiq demək qeyri mümkündür. Ona görə də gərginlik kommutasiyası ilə olan bu sxemlər üçün bipolyar tranzistorlar əsasadakı açarlar daha çox uyğun gəlir. Bu sxemlər vuran RAÇ-lar kimi tətbiq olunurlar, hansı ki, vuruqlardan birincisi  $U_{day}$ , ikincisi isə ikilik ədəd olur.

RAÇ-ların sürət və dəqiqliyini gərginlik kommutasiyasını, cərəyan kommutasiyası ilə əvəz etməklə xeyli artırmaq olar. Lakin yüksək sürəti təmin etmək üçün sxemdə istifadə olunan diod və tranzistorların, həmçinin, ƏG – nin sürəti yüksək olmalıdır.

Qeyd olunan üstünlüklərinə baxmayaraq cərəyan kommutasiyası ilə olan sxemlərdə bir sıra problemlər yaranır. Bu problemlərdən biri dərəcə cərəyanlarının verilməsi dəqiqliyi ilə bağlıdır.

Bir çox hallarda RAÇ-in yüksək sürəti elə də zəruri parametrlərdən olmur. Əgər RAÇ rəqəm prosessorunun çıxışında texnoloji prosesə təsir üçün istifadə olunursa, onda onun girişində kodun dəyişilmə tezliyi çox nadir hallarda onlarla hersi keçə bilər. Bu halda daha ucuz başa gələn, presizion elementlərin istifadəsini tələb etməyən, yüksək sürət və ideal xəttlilik təmin edən RAÇ - dan istifadə etmək daha məqsədəuyğundur. Belə qurğulara misal, ilkin olaraq kodun EİM (eninə impuls modulyasiyası olunmuş) siqnala çevrilməsi və sonradan süzgəclənməsinə əsaslanmış RAÇ göstərmək olar. Bu RAÇ-lar eyni dəqiqliyində cərəyan və gərginlik bölücüləri ilə olan RAÇ-lardan çox ucuzdur. İntegral mikrosxem şəklində hazırlanmış belə RAÇ-lar daha əlverişlidir.

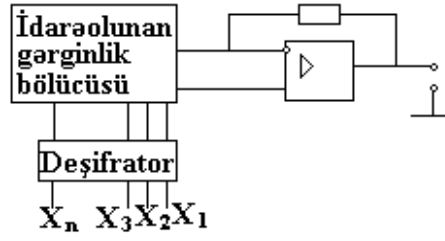
Müasir rəqəm-analoq çeviriciləri (RAÇ) iki sinfə ayrılırlar:

- bir etalonun çoxdəfəli (təkrarən) cəmlənməsi üsuluna əsaslanan qurğular;
- bir neçə müxtəlif etalonların cəmlənməsi üsuluna əsaslanan qurğular.

Birinci sinif çeviricilərdə bir etalondan istifadə edilir. Etalonun təkrarlanması (cəmlənməsi) sayı, giriş vahid kodun qiyməti ilə təyin edilir. Bu kod RAÇ-nin girişinə ardıcıl formada verilir. Burada vahid kod dedikdə, vahidlərinin sayı onun ekvivalent ədədinə bərabər olan yazılışı başa düşülür. Məsələn, onluq 5 ədədinin vahid kodda yazılışı 11111 şəklində olur.

İkinci sinif çeviricilərdə etalonların sayı giriş kodunun dərəcələrinin sayına bərabər olur. Etalonların qiymətləri istifadə olunan kodun çəki əmsallarının qiymətinə mütənəsb olur. Giriş kodu RAÇ-nin girişinə paralel formada verilir.

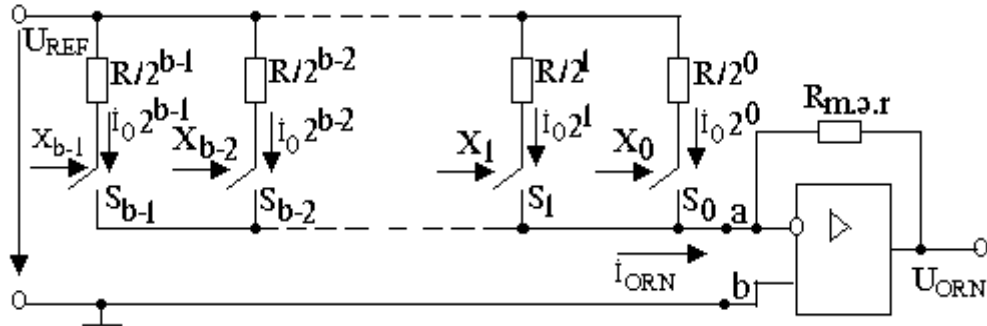
Qeyd edək ki, hazırda ancaq ikinci sinif RAÇ-dan istifadə edilir. Belə RAÇ-nin struktur sxemi şəkil 7.13- də verilmişdir.



Şək. 7.13

Burada etalon cərəyan mənbəyini almaq üçün R-2R idarə olunan gərginlik bölücüsündən (rezistiv matrisdən) istifadə olunur. R-2R matrisinin işi tam sayda R-2R budaqlarından ibarət ayrılmış hissəsinin çıxış müqavimətinin, hər birinci müqaviməti 2R olan paralel qoşulmuş iki dövrə ilə təyin olunmasına əsaslanmışdır. Matrisin a düyünü ilə ümumi şin arasında iki 2R rezistoru paralel qoşulmuşlar ( $V_{T_{0,2}}$  – qoşulub). Ona görə də, matrisin a nöqtəsinə nəzərən çıxış müqaviməti R-ə bərabərdir. “b” nöqtəsi ilə sxemin ümumi şini arasında da paralel olaraq 2R və ardıcıl olaraq R müqavimətləri qoşulub (şəkil 7.14).

Cərəyanların cəmlənməsi üsuluna əsaslanan RAÇ, ümumi halda, b sayda giriş mövqeli X kodunun mərtəbələrinə bərabər sayda cərəyan mənbəyinə, kodun mərtəbələri ilə idarə olunan b - sayda açarlara malikdir.



Şək. 7.14. Cərəyanların cəmlənməsinə əsaslanan RAÇ-nin struktur sxemi

Əgər, giriş X kodunun i mərtəbəsində “1” məntiq signalı olarsa, uyğun  $S_i$  açarı etalon  $I_{02}$  cərəyan mənbəyini  $R_{yük}$  müqavimətinə (sxemin “a” düyününü) qoşur. Əks halda ( $X_i = 0$ ),  $S_i$  açarı uyğun mənbəni qısa qapayır və  $I_0 \times 2^i$  cərəyanı yükəndən axa bilmir. Nəticədə,  $R_{yük}$  rezistorunun cərəyanı

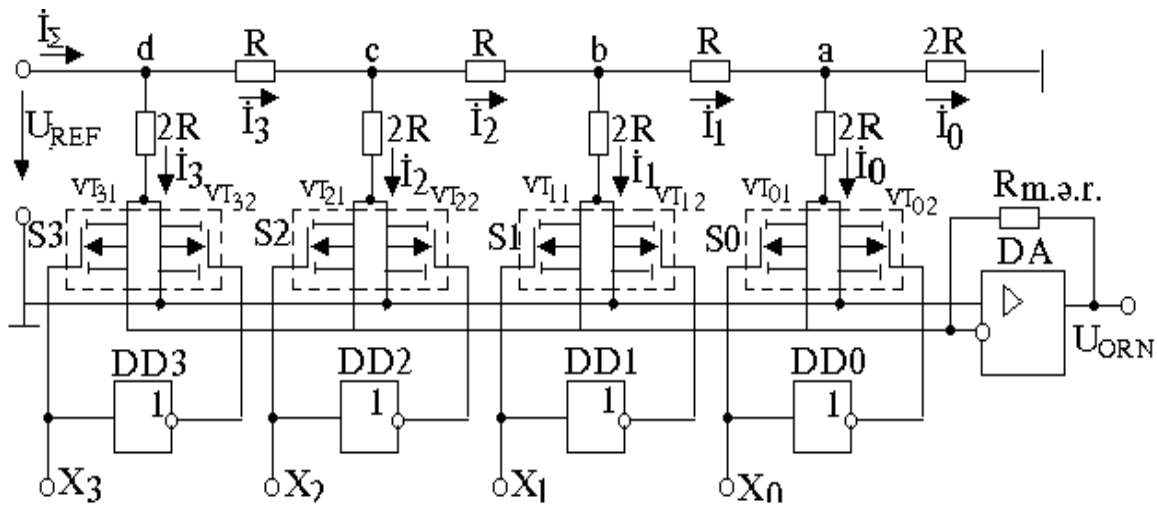
$$I_{ORN} = I_0 \sum_{i=0}^{b-1} 2^i \cdot x_i$$

Giriş koduna mütənasib olur.  $R_{yük} = \text{const}$  olduqda, sxemin  $U_{ORN} = R_{yük} I_{ORN}$  çıxış gərginliyi də giriş koduna mütənasib olur.

Giriş koduna mütənasib gərginlik almaq üçün “a” və “b” düyünlərinə əməliyyat gücləndiricisi qoşulur. Əməliyyat gücləndiricisinin girişləri arasındakı gərginlik sıfıra bərabər olduğundan, baxılan sxem üçün  $U_a = U_b = 0$  və Kırxqofun 1-ci qanununa görə  $I_{ORN} = I_0 2^0 + I_0 2^1 + I_0 2^2 + \dots + I_0 2^{b-2} + I_0 2^{b-1}$  və digər tərəfdən Om qanununa görə  $I_{ORN} = U_{ORN}/R_{m.ə.r.}$  yazmaq olar. Buradan isə

$$U_{ORN} = I_{ORN} R_{m.ə.r.}$$

alınır, yəni əməliyyat gücləndiricisinin çıxış gərginliyi, RAÇ-ın giriş cərəyanları ilə təyin olunan çıxış cərəyanına və  $R_{m.ə.r.}$  müqavimətinə düz mütənasibdir və gücləndiricinin çıxış yükünün müqavimətindən asılı deyildir. Bu halda matrisin “a” düyününə nəzərən çıxış müqaviməti  $R$ -ə bərabərdir. Ona görə də, “b” düyününə nəzərən matrisin çıxış müqaviməti  $R$ -ə bərabər olur və s. (şəkl. 7.15).



Şəkil 7.15. R-2R matrisinə malik RAÇ-nin struktur sxemi

Beləliklə, matrisin “d” düyününə nəzərən tam çıxış müqaviməti də  $R$ -ə bərabərdir. Matrisin  $U_{REF}$  mənbəyindən işlətdiyi cərəyan

$$I_{\Sigma} = U_{REF}/R$$

olur. Matrisin “d” nöqtəsinə qoşulmuş budaqlarının müqavimətləri bərabər olduqlarından

$$I_3 = I_{\Sigma}/2 = U_{REF}/2R$$

yazmaq olar.

“c” düyününə axan  $I_3$  cərəyanı da iki yarım hissəyə bölünür, yəni

$$I_2 = I_3/2 = U_{REF}/2 \times 2R$$

və s. olur.

Aparılan təhlildən görünür ki,  $S_3, \dots, S_0$  açarlarından, qiymətləri ikilik kodun çəki əmsallarına mütənasib olan cərəyanlar axır.

Əgər bir neçə invertorun girişlərinə “1” məntiq signalı verilmiş olarsa, onda uyğun  $S_i$  açarlarında VTİ1 və VTİ2 tranzistorları qoşulmuş olur və verilmiş mərtəbələrin çəki əmsallarına mütənasib olan cərəyanlar əməliyyat gücləndiricisinin giriş cərəyanı üçün

$$I_{ORN} = I_0 \sum_{i=0}^{b-1} 2^i X_i$$

gücləndiricisinin çıxış gərginliyi üçün isə

$$U_{ORN} = I_{ORN} \cdot R_{m.ə.r.}$$

ifadəsi doğru olur.

Girişə verilən 1111 kodu üçün sxemin çıxışında formalaşan gərginliyin qiyməti verilmiş ifadələrə görə

$$U_{ORN.max} = U_{REF} \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^3} + \frac{1}{2^4} \right) = \frac{15}{16} U_{REF}$$

olur. Ümumi halda, b-dərəcəli kod halında

$$U_{ORN.max} = U_{REF} \frac{R_{m.w.r.}}{R} \left( 1 - \frac{1}{2^b} \right)$$

yazmaq olar.

Alınmış ifadələr göstərir ki, RAÇ-nin bu növündə maksimal çıxış gərginliyi həmişə  $U_{REF}$  dayaq gərginliyindən  $\Delta U_{ORN}$  qədər az olur.

$$\Delta U_{ORN} = U_{REF} \cdot \frac{R_{m.w.r.}}{R} \cdot \frac{1}{2^b}$$

Bu onunla izah olunur ki, R-2R matrisinin sonuncu budağında cərəyanın  $I_0$  toplananı, həmişə əməliyyat gücləndiricisinin girişinə daxil olmadan, qurğunun ümumi şininə qapanır.

Bu qurğunun İS şəklində yaradılması zamanı, bəzən, ondan  $U_{REF}$  etalon gərginliyi mənbəyini və əməliyyat gücləndiricisini kənar edirlər. Bu isə qurğunun funksional imkanlarını artırmağa kömək edir. Qurğunun parametrlərinin dəqiqliyi və stabilliyi əsasən rezistorların müqavimətlərinin stabilliyi və yerinə yetirilmə dəqiqliyindən asılıdır.

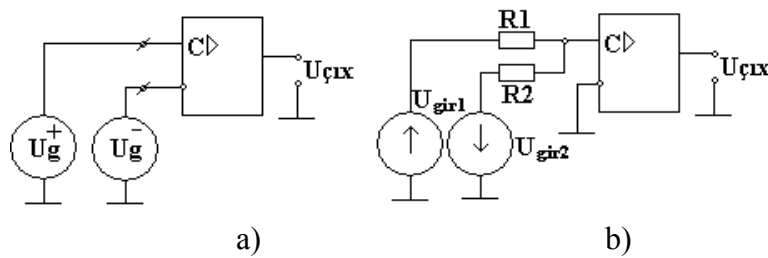
## 7.4. Komparatorlar

Komparatorlar ARÇ və RAÇ-ların əsas elementlərindən olub iki gərginliyi müqayisə etmək üçün nəzərdə tutulmuş qurğulardır. Bu gərginliklərdən biri  $U_d$  dayaq gərginliyi, digəri isə dəyişən giriş (siqnal) gərginliyidir. Komparatorun ƏG üzərində yaradılan sxemi sıfır detektorunun sxemindən fərqlənir. Burada girişlərdən birinə dayaq gərginliyi, digərinə isə müqayisə olunacaq gərginlik verilir. Analoq giriş gərginliyi dayaq gərginliyinin qiymətinə uyğun həddi keçdikdə ƏG-nin çıxışı  $+U_{çix.max}$  qiymətindən  $-U_{çix.min}$  qiymətinə və əksinə çevrilir. Dayaq gərginliyi yerin potensialına nəzərən müsbət və ya mənfi ola bilər. Onun qiyməti və qütblülüyü giriş analoq siqnalının gərginliyini təyin edir.

Komparatorun çevrilə bilməsi üçün giriş siqnalının amplitudu dayaq gərginliyindən böyük olmalıdır. Komparatorun invers (a) və qeyri-invers (b) çıxış gərginliklərinə uyğun sxemləri şəkil 7.16-da göstərilmişdir.

Komparatorun çıxışında məntiqi vahidə uyğun gələn  $U_{çix} = U^1$  gərginliyi onun düz girişindəki gərginlik ( $U_{gir}^+$ ), inversləyici girişindəki gərginlikdən ( $U_{gir}^-$ ) böyük olduğu halda qərarlaşmış olur. Əks halda, yəni  $U_{gir}^- > U_{gir}^+$  olduqda,  $U_{çix} = U^0$  olur.

Komparator kimi əməliyyat gücləndiricisindən istifadə etmək olar. Lakin əməliyyat gücləndiricisinin çıxış gərginliyinin səviyyəsi qıda gərginliyinin qiyməti ilə müəyyən edildiyindən, rəqəm İS-in məntiq siqnallarının səviyyəsinə uyğun gəlir.



Şək. 7.16. Komparatorun invers (a) və qeyri-invers (b) çıxış gərginliklərinə uyğun sxemləri

Əməliyyat gücləndiricisində olduğu kimi, komparator da giriş kaskadı diferensial kaskad olur. Həssaslığı artırmaq üçün diferensial kaskaddan sonra gərginlik gücləndirici kaskadı əlavə olunur. Çıxış kaskadı kimi elektron açarıdan istifadə olunur.

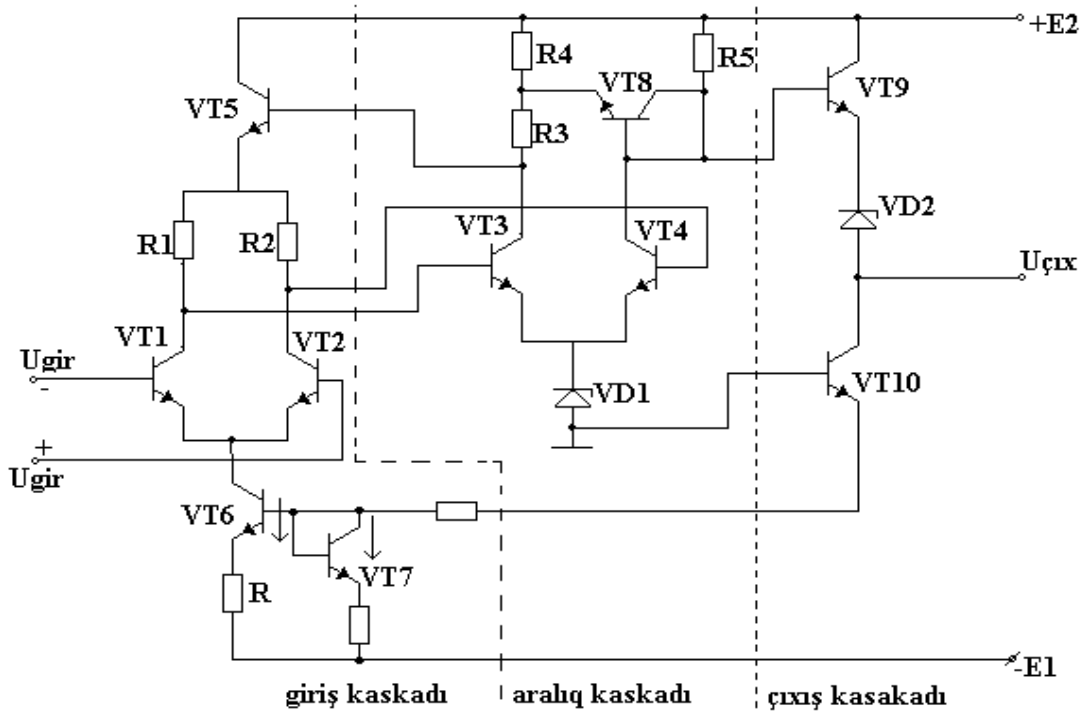
Komparatorun giriş göstəricilərinə giriş müqaviməti  $R_{gir}$ , giriş sürüşmə cərəyanı  $I_{gir.sür} = \Delta I_{gir}$ , sürüşmə gərginliyi  $E_{sür.}$ , diferensial güclənmə əmsalı  $K_d$ , buraxma zolağı aid edilə bilər. Çıxış göstəricilərinə isə siqnalların  $U^0$ ,  $U^1$

səviyyələri, budaqlanma əmsalı  $N$  aid edilə bilər. Ancaq komparatora məxsus olan parametr  $\Delta U_n$  qeyri-müəyyənlik zonası adlanır. Bu zona  $U^1$  və  $U^0$  çıxış gərginliklərinə uyğun gələn giriş gərginlikləri fərfinə bərabər olur:

$$\Delta U_n = (U^1 - U^0)/K_d.$$

Qeyri-müəyyənlik zonası, mahiyyətcə, gərginliklərin müqayisə xətasına bərabərdir.

K512CA2 tipli komparatorun sxemi şəkil 7.17 –də göstərilmişdir.



Şək.7.17. Komparatorun prinsiplial elektrik sxemi

Giriş kaskadı VT1 və VT2 tranzistorlarında yaradılmış diferensial kaskaddır. Bu kaskadın emitter dövrəsinə stabil cərəyan mənbəyi (VT6, VT7) qoşulub. VT6 tranzistorundan axan kollektor cərəyanı onun bazasındakı gərginlikdən asılıdır. Bu gərginlik isə öz növbəsində VT7 tranzistorundan axan kollektor cərəyanı ilə təmin edilir.

Aralıq kaskad VT3 və VT4 tranzistorlarında yaradılıb. VD1 stabilitronu giriş və aralıq kaskadların gərginlik səviyyələrini uyğunlaşdırmaq üçündür. Bu kaskad VT5 tranzistorunda yaradılan gərginlik təkrarlayıcısı ilə birlikdə ikifazlı siqnalı bir fazlı siqnala çevirir.

Çıxış kaskadı VT9 tranzistorunda yaradılan emitter təkrarlayıcısından ibarətdir. Çıxış səviyyəsinin sürüşməsinə VD2 stabilitronu yerinə yetirir. Bu sürüşmə, çıxış kaskadını VT6, VT7 tranzistorlarında yaradılmış cərəyan

stabilizatorundan ayırmağa imkan verir. VT4 tranzistoru açar rejimində işləyir. Onun çıxış siqnalının vahid səviyyəsi VT8 tranzistorunda yaradılan diod məhdudlaşdırıcısı vasitəsilə qeyd (fiksə) edilir.

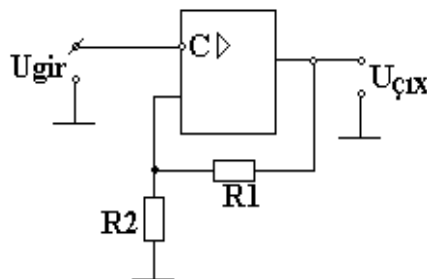
Eyni işarəli gərginlikləri müqayisə etdikdə onlardan biri invers girişə, digəri isə qeyri-invers girişə verilir. Əks işarəli gərginlikləri müqayisə etdikdə isə onlar müqavimət vasitəsilə girişlərdən birinə verilir. Bu halda gərginliklər cəmlənən zaman yarana biləcək xətalara aradan qaldırmaq üçün  $R_1=R_2 \gg R_i, R_{gir}$ . bərabərsizliyinin yerinə yetirilməsini təmin etmək lazımdır. Burada  $R_i$  – müqayisə olunan gərginlik mənbələrinin daxili müqavimətləridir.  $R_{gir}$  – komparatorun giriş müqavimətidir.

Komparatorlardan, verilmiş qiymətdən böyük və ya kiçik olan qiymətlərə malik siqnalları ayırmaq üçün tətbiq edilən hədd qurğuları kimi də istifadə oluna bilər (şək.7.18). Belə qurğularda girişlərdən birinə siqnal, digərinə isə dayaq gərginliyi, yəni müqayisə gərginliyi verilir.

Maneə dayanıqlığını artırmaq və qeyri-müəyyənlik zonasını azaltmaq üçün hədd qurğuları müsbət əks rabitə ilə əhatə edilir. Müsbət əks rabitəyə malik gücləndiricinin güclənmə əmsalı

$$K_{\text{ə.r.}} = K_0/(1-K_0).$$

Burada əks rabitə əmsalı  $\beta = R_2/(R_1 + R_2)$  kifayət qədər böyük götürülməlidir ki,  $1-\beta K_0 < 0$  bərabərsizliyi ödənilə bilsin.



Şək.7.18. Komparatorun hədd qurğusu kimi qoşulması.

## 7.5. İmpuls selektorları

**7.5.1. Təyinatı və növləri.** Hər hansı bir müxtəlif siqnallar toplusundan verilmiş parametrlərə malik olan impulsları seçə bilən qurğular impuls selektorları (ingiliscə “select” – seçmək) adlanır.

Selektorların fəaliyyət şərtləri və onlara tətbiq olunan texniki tələblər olduqca müxtəlifdir. Bəzən daha az təhrifləri təmin etməklə qurğunun çıxışına verilmiş parametrlərə malik olan impulsun verilməsi lazım olur. Ancaq çox hallarda qurğunun verilmiş parametrlərə malik impulslara reaksiyasını almaq

tələb olunur, belə ki, reaksiyanın xarakteri ixtiyari ola bilər. Sonuncu halda seleksiya qurğusu kvaziselektor adlanır.

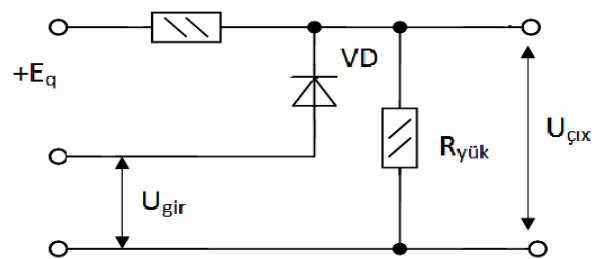
İmpuls siqnallarının əsas parametrlərinə (amplituda, uzunluq, dövr və ya təkrarlanma tezliyi) uyğun olaraq amplituda, uzunluğa, dövrə və ya təkrarlanma tezliyinə görə selektorlar mövcuddur. Seleksiya əlaməti kimi impulsun zamana görə vəziyyəti xidmət edə bilər. Verilmiş zaman vəziyyətinə görə impulsun seçilməsini (seleksiyasını) yerinə yetirən selektorlar zaman selektorları adlanırlar.

Bu selektorlardan hər biri müxtəlif funksional məsələlər yerinə yetirə bilər: seleksiya olunan parametri verilən qiymətdən kiçik və ya böyük olan impulsları seçmək; seleksiya olunan parametrin qiyməti verilən diapazonda yerləşən, yaxud müəyyən dəqiqlik dərəcəsi hər hansı müəyyən fiksə olunmuş qiymətə uyğun olan impulsun seçilməsi.

İmpuls selektorlarının sadalanan xüsusiyyətləri onları müxtəlif növ ARÇ və RAÇ-larda da tətbiq etməyə imkan verir.

**7.5. 2. Amplituda selektorları.** Amplituda selektorlarında seleksiya olunan parametr qurğunun girişinə daxil olan impulsların amplitudasıdır. Amplituda selektorlarının bir sıra tipik növü var:

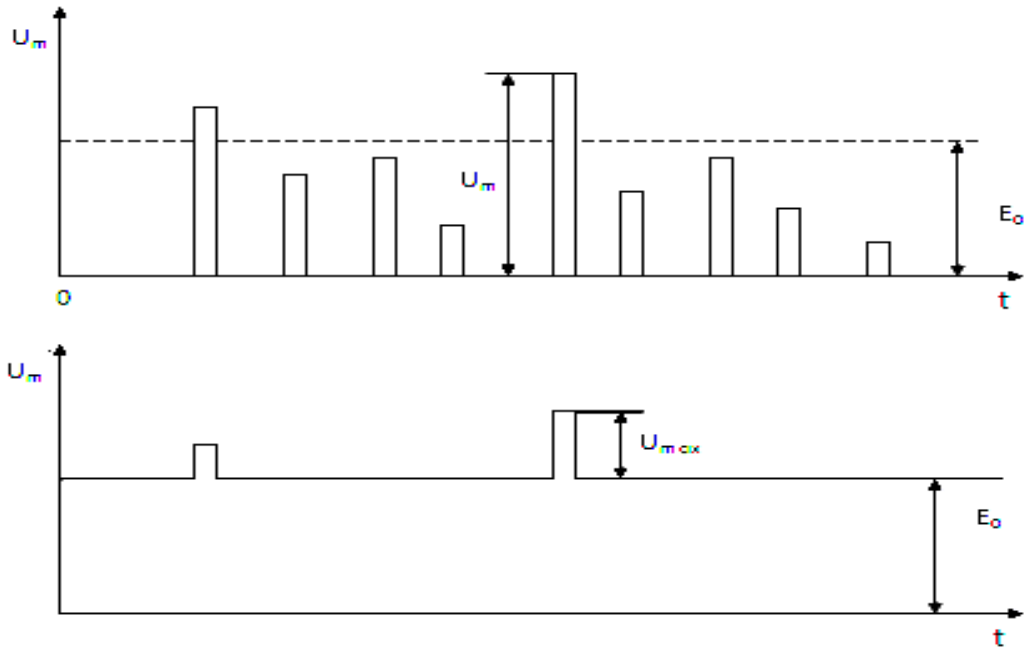
**Amplitudu verilmiş səviyyəni keçən impulslar selektoru.** Belə selektor “aşağıdan” məhdudlayıcı prinsipi ilə işləyir. Sadə amplitud selektoru kimi diod məhdudlayıcısı əsasında qurulan qurğunu götürmək olar. Belə amplitud selektorunun sxemi şəkil 7.19-da verilmişdir.



Şək.7.19. Amplitudu verilmiş səviyyəni keçən impulslar selektoru

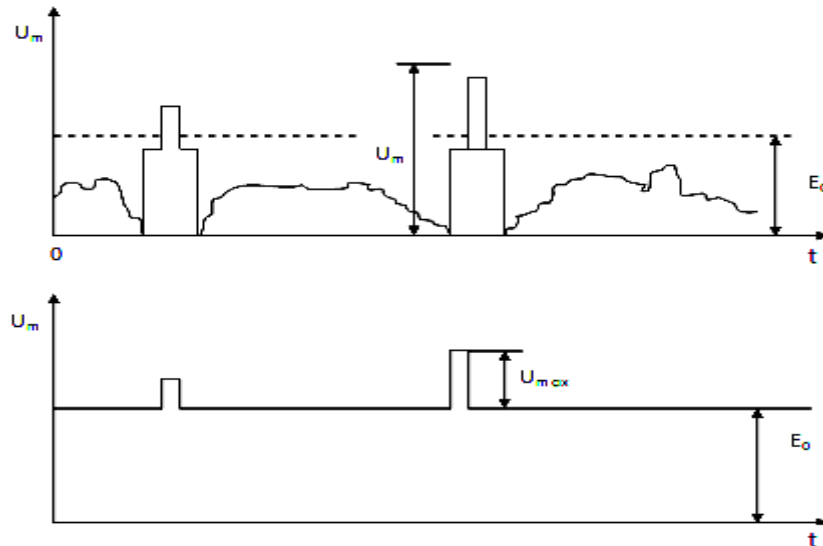
Bu sxemdə  $E_0$  qida mənbəyi məhdudlama həddini verir. Qurğunun girişinə amplitudası  $E_0$  – dan kiçik olan impulslar daxil olduqda diod VD bağlı qalır və qurğunun çıxışındakı gərginlik  $E_0$  – a bərabər olur. Giriş siqnalının amplitudası  $U_{gir.m}$ ,  $E_0$  – dan böyük olduqda diod açılır və siqnalı selektorun çıxışına ötürür. Çıxışda  $U_{çix.m} = U_{gir.m} - E_0$  amplitudalı impulslar yaranır. Qeyd olunan hal ideal diod olan hala uyğundur. Real halda  $U_{çix.m} = U_{gir.m} - E_0 - U_{VDdüz}$  olur və burada  $U_{VDdüz}$  - diodda düşən gərginlikdir. İxtiyari giriş impulsları üçün çıxış siqnalının zamandan asılılığı şəkil 7.20-də göstərilmişdir.





Şək. 7.20. Maksimal amplitud selektorunun giriş və çıxış siqnallarının zaman diaqramları.

**Maksimal amplitudlu impulsar selektorları.** Bu selektorlar, amplitudu maksimal qiymətə bərabər, yaxud ondan verilmiş  $E_0$  qiymətini aşmayan qədər kiçik olan impulsarı seleksiya edir. Selektorun sxeminin işinin xüsusiyyətləri ondan ibarətdir ki, impulsların maksimal amplitudası  $U_m$  çox hallarda sabit kəmiyyət deyildir və məlum hüdudlarda dəyişə bilər (şək. 7.21).

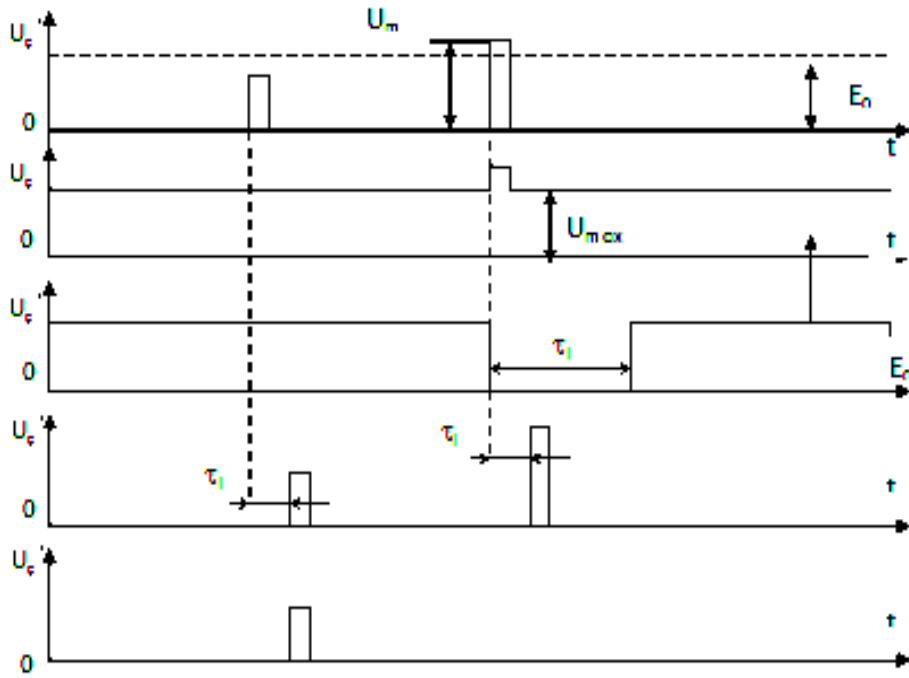


Şək. 7.21. Amplitud selektorunun verilmiş giriş siqnalına görə alınan çıxış siqnalının zamandan asılılığı

Bu halda selektorun vacib elementi impulsların zirvəsinin fiksəedicisi olmalıdır. Fiksəedicidən sonra alınan impulsar öz zirvələri ilə sıfır səviyyəyə

bağlı olurlar. Belə növ selektorları çox vaxt televiziyada sinxronlaşdırıcı impulsların seçilməsi üçün istifadə edirlər.

**Amplitudu verilən  $E_0$  qiymətindən kiçik olan impuls selektorları.** Bu selektorun tərkibinə amplitudu verilmiş  $E_0$  qiymətindən böyük olan impulsar selektoru, genişləndirici, impulsların ləngidilməsi qurğusu və üst-üstə düşmə sxemi (icazə sxemi) daxildir. Genişləndirici generator kimi dayandırılmış relaksasiya generatoru, məsələn, gözləyən multivibrator, ləngimə xətti kimi süni xətt istifadə oluna bilər. Belə selektorun zaman diaqramları 7.22-də verilmişdir.



Şək. 7.2. Amplitudası verilən qiymətdən kiçik olan impuls selektorunun zaman diaqramları.

**Qeyd:** Elektron sxemlərdə istifadə olunan elementlərin şərti qrafiki işarələnməsi əlavə 1-də, ən geniş yayılmış cihazların o cümlədən, integral mikrosxemlərin əsas parametrləri, istismar şərtləri tətbiq sahələri, onlar əsasında qurulan bəzi qurğuların sxemlərinin hesabata nümunələr əlavə 2-də, yarımkəçirici elektron cihazlarının, onlar əsəsindəki qurğuların parametrlərinin və qoşulma sxemlərinin təhlilinə dair misallar əlavə 3-də verilmişdir. Eyni zamanda əlavələrdə geniş tətbiq olunan rəqəm mikrosxemlərinin markaları və qoşulma sxemlərinə nümunələr, ilkin siqnalların gücləndirilməsi, müqayisə olunması, ARÇ və RAÇ-larda çevrilməsini təmin edən analoq mikrosxemlərinin, ilk növbədə əməliyyat gücləndiriciləri və komparatorların da geniş yayılmış növlərinin təsnifatı, parametrləri və praktiki sxemləri verilmişdir.

## 8. MİKROPROSESSORLAR, TƏYİNATI, TƏSNİFATI VƏ TEXNİKİ SİSTEMLƏRİN QURĞULARI İLƏ ONLARIN QARŞILIQLI ƏLAQƏSİ

### 8.1. Mikroprosessorlar haqqında ümumi məlumat

*Mikroprosessor (MP)* bir və ya bir neçə böyük inteqral sxemlərdə yaradılan rəqəm qurğusu olub, verilənlərin (siqnalların), yaddaşda saxlanılan proqrama uyğun olaraq, emalı üzrə müxtəlif əməliyyatların yerinə yetirilməsi imkanına malik olan qurğudur. MP daimi (DYQ) və operativ (OYQ) yaddaş qurğusu ilə və onun işini və xarici qurğularla əlaqəsini təmin edən başqa inteqral sxemləri ilə birlikdə MP yığımını və ya komplektini (dəstini) təşkil edir. Bu yığım əsasında mikroelektron hesablama maşını (EHM) tipli MP hesablama qurğusu yaratmaq olar.

Müasir texniki sistemlərdə mikroprosessor əsaslı rəqəm qurğuları geniş tətbiq tapmışdır. Bu ilk növbədə çoxsaylı funksiyalara malik olan ucuz və miniatür ölçülü mikroprosessorların yaradılması ilə əlaqədardır.

Mikroprosessor (MP) proqramla idarə olunan ifrat böyük inteqral sxem (İBİS) olub, rəqəm məlumatlarının emalı üçün nəzərdə tutulmuşdur. Müasir MP-nin 4x4x0,2 mm ölçüsündə olan yarımkeçirici kristalı on minlərlə və daha çox (milyonlarla) tranzistorlardan ibarət olub, EHM-in prosessoruna xas olan bütün funksiyaları yerinə yetirmək imkanına malikdir. MP-nin tətbiqinin böyük səmərəliliyi avtomatikanın lokal qurğu və sistemlərində, ölçü, idarə və nəzarət sistemlərində və s. sahələrdə əldə edilir. Bu sahələrdə verilənlərin rəqəm emalı vasitələrinin tətbiqi MP yaradılana qədər iqtisadi cəhətdən səmərəsiz idi. Hazırda MP-n qiymətinin aşağı olması, ölçülərinin və tələb olunan gücün aşağı olması, yüksək etibarlılığı, yüksək çevikliyi onların verilənlərin emalının digər vasitələrinə nəzərən üstünlüyünü təmin edir. Texnoloji proseslərə nəzarətin və təsərrüfatın müxtəlif sahələrində idarəetmənin həyata keçirilməsi üçün nəzərdə tutulan *mikrokontrollerlərin* yaradılmasında MP qurğuları əvəzolunmazdır.

Son inkişaf illərində mikroprosessorların əsas parametrləri kəskin dəyişmişdir. Müasir MP-in layihələndirilməsi prosesində əsas diqqət onların cəldliyinin, HMQ-nun dərəcəsinin artırılmasına və mikroprosessorların arxitekturasının mükəmməlləşdirilməsinə yönəldilmişdir. Müasir 32-dərəcəli MP saniyədə 5 milyona qədər əməliyyat yerinə yetirir. Saniyədə 20 milyona qədər əməliyyat yerinə yetirən yüksək məhsuldarlıqlı MP-lərin istehsalı üçün hazırlıq işləri görülür. MP-lərin tətbiqi sahələri hüdudsuzdur. Onların kütləvi tətbiqi sahələrindən biri xalq istehlakı mallarıdır. MP-lərin yüksək etibarlılıq və qiymətlərin daim ucuzlaşması kimi faktorlar məişət cihazlarının idarə olunmasının avtomatlaşdırılması sistemləri üçün element bazası kimi MP-lərin

seçilməsində həlledici amillər olur. Məişət cihazlarına böyük xərc tələb etmədən yeni funksiyaların həvalə edilməsi də MP vasitəsi ilə daha asan olur.

MP-lərin tətbiqinin daha səmərəliliyi onların istənilən vaxt qoşula bilməsi variantında istifadə olunmasındadır. MP-nin bu variantda istifadə olunması ondan idarə məsələlərində lazım olan məntiqi cəldlik tələb olunur. MP-lərin mükəmməlləşdirilməsi məhz bu istiqamətdə aparılır. Bu növ MP-lərin geniş yayılmış ilk seriyası keçmiş SSR ittifaqında hazırlanmış K580 tipli mikroprosessorlar və onların xarici analoqlarıdır. Belə MP-lər üzərində avtomatik idarəetmə məsələlərinin, demək olar 90% -dən çoxu həll oluna bilər. Qoşula bilən MP-lər müasir dəzgahlarda, avadanlıqlarda və cihazlarda texnoloji proseslərin proqramla idarə olunmasının mürəkkəb problemlərini həll etməyə kömək edir, onların texniki-iqtisadi xarakteristikalarını yaxşılaşdırır, onların “intellektliyini” daha da artırır. Hazırda qoşula bilən MP-lərlə işləyə bilən müxtəlif növ məişət avadanlıqları (paltar yuyan maşınlar-avtomatlar, İYT sobaları, televizorlar, videomaqnitofonlar və s.) və sənayenin müxtəlif sahələrində istifadə olunan avtomatlaşdırılmış cihazlar, maşınlar və avadanlıqlar parkı durmadan genişlənir. Nəqliyyat obyektlərinin avadanlıqlarında, o cümlədən aviasiya texnikasında, istər yerdə, istərsə də uçuş aparatlarında quraşdırılan avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemlərinin tətbiqi geniş yer tapır.

Müasir videodiskdə  $10^{10}$  bayt məlumatı yazmaq və yadda saxlamaq olar. Videodisklərdən ibarət kitabxanaları saxlamaq və kompüterin köməyi ilə bu kitabxanadan istənilən məlumatı saniyədən də az vaxtda əldə etmək olar. Bu cür məsələlərin həlli üçün yüksək cəldliyə və kifayət qədər böyük ünvan yaddaşına malik MP tələb edilir. Məsələn, VAX 9000 markalı MP-də bir tsiklin müddəti 16 nsn, operativ yaddaşın minimal həcmi 256 Mbayt, genişlənmə imkanı 2 Qbayta qədər təşkil edir.

MP-nin indiki inkişaf sürəti qarşıya yeni məsələlər qoyur. İnformasiya vasitələrindən geniş istifadə edilməsi şəraitində yeni nəsil insanların, müasir mütəxəssislərin hazırlanması tələb olunur.

Son illər müxtəlif təyinatlı və müxtəlif mürəkkəbliyə malik olan plastik ödəniş kartlarından, soyuducu, televizor, avtomobildən tutmuş təyyarələrin, raketlərin, gəmilərin idarə olunma sistemlərinin kütləvi istehsalı və tətbiqi müşahidə olunur. Bu ilk növbədə mikroprosessor texnikasının inkişafı, yeni tip prosessorların istehsalının texnoloji bazasının yaradılması hesabına mümkün olmuşdur. Intel firmasının yaratdığı ilk dörd dərəcəli sadə kalkulyator kristalı yeni nəsil cihazların yaradılmasının əsasını qoymuşdur. Aparıcı elektronika firmalarının kəskin apardığı rəqabət yeni tip mikroprosessorların işlənilməsinə, onların funksional imkanlarının genişləndirilməsinə, məhsuldarlığın sürətlə artırılmasına və s. azaldılmasına gətirib çıxarmışdır.

Uzun illik inkişaf prosesindən sonra mikroprosessorların funksional-struktur xüsusiyyətlərinə və tətbiq sahələrinə görə inteqrasiyası baş vermişdir. Hal-hazırda mikroprosessorların aşağıdakı sinifləri mövcuddur:

- CISC arxitekturalı universal mikroprosessorlar;
- RISC arxitekturalı universal mikroprosessorlar;
- Xüsusi mikroprosessorlar (siqnal və s.);
- Mikrokontrollerlər.

CISC arxitekturalı (Complicated Instruction Set Computer – mürəkkəb əmrlər yığımına malik olan kompüter) universal mikroprosessorlar bir qayda olaraq fərdi kompüterlərdə və serverlərdə tətbiq olunurlar. Bu sahədə liderlik istehsal olunan kompüterlərin 80%-ni təmin edən Intel firmasına məxsusdur.

RISC arxitekturalı (Reduced Instruction Set Computer – bəsit (azaldılmış) əmrlər yığımına malik olan kompüter) universal mikroprosessorlar əsasən, işçi stansiyalarda və güclü serverlərdə tətbiq olunurlar. Bu sahədə aparıcı yeri Sun Microsystems firmasının istehsalı olan SPARC və MIPS Computer Systems firmasının istehsalı olan Rx000 mikroprosessorları aparıcı yer tutur. Son illər isə müxtəlif növ aparutarda IBM, Motorola, Apple Computers firmalarının müştərək istehsalı olan PowerPC, həmçinin, Intel, Hewlett-Packard, Digital Equipment firmalarının müştərək istehsalı olan RISC arxitekturalı mikroprosessorları geniş tətbiq olunur.

Xüsusişdirilmiş mikroprosessorlar sinfində əsas yeri hal-hazırda Texas Instruments, Analog Devices, Motorola və NEC firmalarının istehsal etdiyi DSP (Digital Signal Processor – siqnalların rəqəmli emalı prosessoru) mikroprosessorları tutur. DSP-dən əlavə olaraq kommunikasiya sistemlərində informasiyanın ötürülməsi üçün qrafiki informasiyanın emalını təmin edən kontrollerlər də buraxılır.

Mikroprosessor texnikasının ən kütləvi istehsal olunan təmsilçisi mikrokontrollerlərdir. Bir kristal üzərində yüksək məhsuldarlıqlı prosessor, yaddaş və periferiya (mərkəzi olmayan = xarici) qurğularının yığılı inteqrasiya olunmuş mikrokontrollerlər minimal sərflərlə geniş çeşidli müxtəlif obyektlərin və proseslərin idarə olunması sistemləri yaratmağa imkan verir.

Mikrokontrollerlərin idarəetmə və informasiyanın emalı sistemlərində istifadə olunması olduqca az qiymətlə yüksək effektivlik göstəriciləri təmin edir ki, nəticədə keyfiyyətli və ucuz sistemlərin yaradılmasında mikrokontrollerlərə alternativ olan element yoxdur. Bir çox hallarda idarə etmə sisteminin qurulması üçün tək bir mikrokontrollerin istifadə olunması kifayət edir. Böyük giriş verilənləri selinin paralel emalı tələb olunan halda PMİS (proqramlaşdırılan məntiqi inteqral sxem) tətbiq oluna bilər.

Mikrokontrollerlərin əsas təsnifat əlamətləri mikroprosessorun dərəcəsidir. 4-, 8-, 16-, 32- dərəcəli mikrokontrollerlər mövcuddur. İstifadə olunan mikrokontrollerin dərəcəsi obyektin idarə olunması üçün tələb olunan dəqiqliklə müəyyən olunur. Ən kütləvi buraxılan və daha çox tətbiq sahəsinə malik olan 8 – dərəcəli mikrokontrollerlərdir. Çünki 8-dərəcəli mikrokontrollerlər 16- və 32- dərəcəlilərdən ucuzdurlar.

Rusiya məkanında istehsal olunan K1816 və K1830 seriyalı mikrokontrollerlər MCS51 tipli, K1868BM1,2 isə TMS320C10,25 tipli mikrokontrollerlərinin analoqları olub idarəetmə sistemlərində geniş tətbiq olunurlar.

MP-lərin şübhə olunmaz üstünlüklərinə baxmayaraq onların texniki layihələrdə tətbiqi hələlik kifayət qədər deyildir. Layihəçilər tərəfindən MP-lərdən kifayət qədər istifadə olunmaması əsasən bu sahədə MP yaradıcıları ilə istifadəçilər arasında bilik fərqlərinin böyük olmasındadır. Bu baryeri məhz yeni nəsil mühəndislər aradan qaldıra bilərlər.

## **8.2. Mikroprosessorların təsnifatı**

Mikroprosessor mikroelektronika texnologiyası ilə hazırlanmış proqramla idarə olunan qurğudur və rəqəm məlumatların emalı üçün nəzərdə tutulmuşdur. MP həm inteqral sxemlərə, həm də hesablama texnikasına xas olan parametrlərlə xarakterizə olunur. MP inteqral mikrosxem kimi inteqral texnologiyaya xas olan cəldlik, güc sərfi, qida gərginliyinin səviyyələri, inteqrasiya dərəcəsi, etibarlılığı, dəyəri, temperatur diapazonu və s. kimi parametrlərlə xarakterizə olunur. MP hesablama qurğusu kimi təyinatı, dərəcəsi, arxitekturasının tipi, idarə üsulu, emal olunan informasiyanın növü, stek yaddaşının növü, daxili registrlərin sayı, birbaşa ünvanlanan yaddaşın həcmi, kəsilmə səviyyələrinin sayı və s. kimi parametrlərlə xarakterizə olunur.

**Təyinatına görə** MP universal və xüsusişdirilmiş növlərə ayrılırlar. Xüsusişdirilmiş MP universal MP –dən fərqli olaraq, tətbiq sahəsi ilə əlaqədar bir sıra mühüm parametrlərinə görə optimallaşdırılır. Məsələn, K145 seriyasından olan MP məişət texnikasında tətbiq edilir. Onların əsasında sadə, ucuz, az güc sərf edən, yüksək maneədavamlılığına və etibarlılığa malik mikrokontrollerlər yaradılır. Bu parametrlər kütləvi istifadə hallarında daha əhəmiyyətli olurlar. Universal MP müəyyən bir sahə üçün nəzərdə tutulmur. Onların əsasında mürəkkəb hesablama qurğularından tutmuş müxtəlif texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılmış sadə lokal sistemlərə qədər qurğular yaradılır.

**Hazırlanma texnologiyasına görə** MP mikro və makro proqramlaşdırılan MP-lərə bölünürlər. İstənilən tip MP-də əməllərin yerinə yetirilməsi mikro əməliyyatlar şəklində həyata keçirilir. Mikroəməllər idarə qurğusundan MP-nin

qovşaqlarına daxil olan siqnalların təsiri altında yerinə yetirilir. İdarə siqnallarının formalaşdırılması üsulundan asılı olaraq iki idarə üsulu mövcuddur. Sxem və ya “sərt” adlanan birinci üsulda idarə siqnalları idarə qurğusunda formalaşdırılır. Burada dəyişmələr mümkün deyil. Odur ki, bu üsul konkret bir əmrlər sistemini yerinə yetirirlər. “Sərt” idarəyə malik MP-lər makroproqramlaşdırılan MP-lərə aid edilir.

İkinci üsul mikroproqram idarə sistemidir. Mikroproqramlaşan MP-lərdə DYQ-da hər bir əmrə uyğun mikroproqram nəzərdə tutulur. Hər bir mikroproqram müəyyən mikroəmaliyyatları yerinə yetirilməsini təmin edən mikroəmərlərin yığımından ibarət olur. Odur ki, müəyyən əmri yerinə yetirmək üçün əmərlərin DYQ-dan müəyyən mikroproqramı çağırmaq lazım gəlir. Yeni əmərlərin yazılması lazım olan hallarda əmərlər DYQ-na uyğun mikroproqramı yazmaq lazım gəlir.

**Arxitekturasına görə** MP birkristallı, seksiyalı və birkristallı mikro-EHM MP-lərə ayrılırlar. Əgər MP-nin bütün funksional blokları bir mikrosxemdə yerinə yetirilibsə, belə MP-lər birkristallı MP adlanır. Bir kristalda müəyyən mərtəbəli prosessor və əmərlər sistemi yerləşdirilir. MP-nin funksional imkanlarını artırmaq üçün birkristallı MP-yə mikrosxemlər əlavə olunur.

Birkristallı MP-lərə birkristallı mikro-EHM aid edilir. Fərq ondadır ki, mikro-EHM-in bir kristalında MP-dən başqa mikroprosessor sisteminin nüvəsinin bütün işini razılaşdırmaq üçün lazım olan OYQ, DYQ, interfeys sxemləri və taymer kimi bloklar olur. Bu qurğuların bir kristalda yerləşdirilməsi kifayət qədər çətin olduğundan bu MP-lər məhdud mərtəbəyə, adətən 8-dərəcəyə malik olur. Bu səbəbdən daxili yaddaş 1...2 kbit-dən çox olmur. Seksiyalı MP-lər çox kristallı olurlar. Kristalların hər biri prosessorun funksional stukturunun müəyyən hissəsi olur. Hər bir seksiya verilənlərin bir neçə mərtəbəsini emalı üçün və ya müəyyən funksiyaların yerinə yetirilməsi üçün nəzərdə tutulur. Seksiyalı MP-lər seksiyaların paralel qoşulması yolu ilə emal olunan verilənlərin mərtəbəsini istənilən qədər artırmağa imkan verir.

**Dərəcələrinə görə** MP fiksə olunmuş və mərtəbələri dəyişdirilə bilən MP-lərə ayrılır. Müasir MP-lər 2-, 4-, 8-, 16-, 32-, 64- dərəcəyə malik olurlar. Birkristallı MP-lər fiksə olunmuş dərəcələrə malik olur.

**Cəldliyinə görə** MP-lər aşağı, orta və yüksək cəldliyə malik MP-lərə ayrılırlar. Cəldlik MP-nin hazırlanma texnologiyasından asılıdır. Artıq cəldliyi 50 milyon/san olan MP mövcuddur. Cəldliyin artırılması üçün texnologiyanın təkmilləşməsi ilə yanaşı MP-nin zaman diaqramının sıxlaşdırılması, tezliyinin artırılması və əsas əmərlərin sayının ixtisar edilməsi imkanlarından istifadə edilir. Cəldliyin artırılması yüksək sürətlə yerinə yetirilən sadə əmərlərin məhdud

yığımından istifadə etməklə mümkündür. Bu üsul RISC arxitekturalı prosessorlarda tətbiq edilir.

32-dərəcəli MP-də cəldliyin artırılması üçün KEŞ-yaddaş adlanan yüksək cəldliyə malik kiçik həcmli yaddaşdan istifadə edilir. Bu tip yaddaşlarda cari proqramın bir hissəsi və əsas yaddaşda yerləşmiş verilənlər yadda saxlanılır. Məsələn, KEŞ-yaddaşın həcmi MP 68020 (Motorolla firması) üçün 256 bayta qədər olur. Lakin KEŞ-yaddaşa cəld daxil olmaq hesabına MP-nin məhsuldarlığı kəskin artır.

**Emal olunan informasiyanın növünə görə** MP-lər analoq və rəqəm MP-lərə ayrılırlar. Analoq MP-lər mahiyyətcə analoq siqnalları real zaman miqyasında emal edən birkristallı MP sistemidir və onun kristalında ARÇ qurğusu yerləşdirilir.

### **8.3. Texniki sistemlərin inkişafında mikroprosessorun rolu**

Texniki sistemlərdə inteqral mikrosxemlərin tətbiqi etibarlılıq, enerji sərfi, ölçülər, kütlə və dəyər kimi istismar xarakteristikaları ilə yanaşı siqnalların emalının riyazi statistikanın üsulları ilə əldə edilmiş kifayət qədər mürəkkəb alqoritmlərinin həyata keçirilməsi imkanını genişləndirmişdir. Texniki sistemlərin xüsusi bir qrupu olan *radioelektron sistemlərdə (RES)* siqnalların emalının rəqəm üsullarının və qurğularının tətbiq edilməsinə, elm və texnikanın radiotexnika, elektronika və hesablama texnikası sahələrinin biri-birinə yaxınlaşmasına baxmayaraq, bu sahələr mikroprosessor texnikasının tətbiqinə qədər öz sərhədləri daxilində inkişaf edirdilər. Belə ki, siqnalların emalının və formalaşdırılması məsələləri «sərt» məntiqə malik rəqəm qurğularının yaradılması mühəndisləri, siqnalların emalı məsələlərinin həlli üçün xüsusi EHM-in və müvafiq proqramların yaradılması hesablama texnikası mühəndisləri tərəfindən yerinə yetirilirdi.

Mikroprosessorların (MP) yaradılması ilə hesablama texnikası orqanik olaraq RES-də tətbiq edilməyə başladı və radiomühəndislər tərəfindən, MP-nin tətbiqi ilə RES-in yaradılmasında lazım olan hesablama texnikası vasitələrinin daha dərindən öyrənilməsi tələbatı meydana çıxdı. Hal-hazırda nəqliyyat vasitələrində, xüsusən də uçuş aparatlarında mikroprosessorlu sistemlərin geniş tətbiqi bu sahədə çalışan mütəxəssislər tərəfindən mikroprosessor texnikası sahəsində zəruri nəzəri və praktiki biliklərə malik olmağı tələb edir.

RES-də MP və mikro-EHM tətbiqi siqnalların emalının mürəkkəb alqoritmlərini həyata keçirməyə və sistemlərin çoxlu sayda parametrlərini yaxşılaşdırmağa, və onlara yeni funksiyalar həvalə etməyə imkan verir ki, bunu da RES-in inkişafında yeni mərhələ kimi xarakterizə (qeyd) etmək olar.



Sxemotexnika nöqteyi-nəzərindən MP-yə mürəkkəb struktura malik standart element kimi baxmaq olar, lakin bu elementdən istifadə edə bilmək üçün proqramlaşdırmanı bilmək lazımdır. MP-dən istifadə etməklə lazımı qurğunun yaradılması zamanı mühəndis məhz bu problemlə qarşılaşır. Ona görə də dərslikdə siqnalların emalının MP sisteminin layihələndirilməsinin sxemotexniki məsələləri ilə yanaşı əmrlər sisteminə və proqramlaşdırmanın elementlərinə də yer verilmişdir.

Siqnalların emalı üçün MP hesablama qurğusuna malik RES yaradılması zamanı aşağıdakı bir sıra məsələləri həll etmək lazım gəlir:

- emal alqoritmlərini seçilməsi və əsaslandırılması, onların keyfiyyət xarakteristikalarının təhlili;
- uyğun MP yığımının seçilməsi;
- texniki qurğunun blokları və hesablayıcı qurğu arasında əlaqənin xarakterinin müəyyən edilməsi, giriş-çıxış qurğusunun layihələndirilməsi;
- proqram hissəsinin yaradılması və onun sazlanması;
- bütün aparat və proqram vasitələri kompleksinin qarşılıqlı təsirinin yoxlanılması və sınağı.

MP yığımının seçilməsi layihələndirmə prosesinə xüsusi təsir göstərir və MP-nin arxitekturası və onun əsas parametrləri haqqında kifayət qədər məlumatla malik olması ilə əlaqədar müəyyən xüsusiyyətə malikdir. Burada, xüsusən, MP-nin aşağıdakı xarakteristikaları nəzərə alınmalıdır:

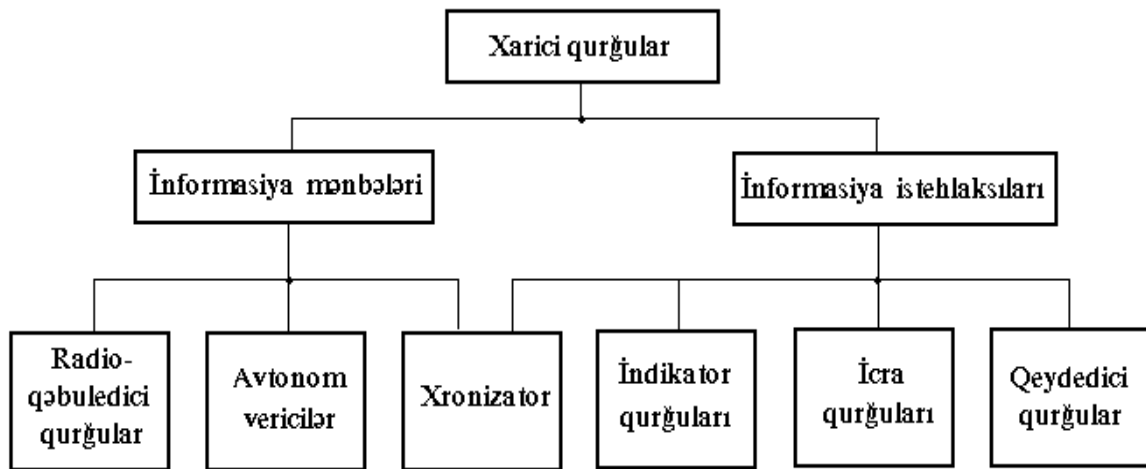
- sadə əmrin tsiklik dövrü;
- emal olunan sözün dərəcəsi, dərəcənin genişləndirilə bilməsi imkanı;
- ünvan şininin dərəcəsi və istifadə olunan ünvan növləri;
- əmrlər sistemi;
- MP yığımına daxil olan BİS-in tərkibi;
- xarici qurğularla əlaqələrin sadəliyi;
- stek yaddaşının təşkili və ölçüləri;
- yaddaşa birbaşa mübadilənin və digər xüsusi rejimlərin təşkili imkanı;
- dəyər, qiymət xarakteristikaları (qiymət, BİS-in sayı, enerji sərfi, başqa İS-ə qoşulmanın sadəliyi).

Bu xarakteristikalara cavab verən MP-nin seçilməsi kifayət qədər çətin məsələdir. Müxtəlif texniki məsələlərin həllində MP-nin seçilməsinin əsas kriteri kimi adətən MP-nin real cəldliyi qəbul edilir.

MP- yə malik RES-də siqnalların emalı qurğularının layihələndirilməsi metodologiyasının başlanğıc mənimsənilməsinə təmin etmək üçün nisbətən sadə quruluşa malik olan MP-lər baxılmaq üçün dərslikdə əsas olaraq götürülmüşdür.

#### 8.4. Mikroprocessorun RES-lərin qurğuları ilə qarşılıqlı əlaqəsi

Siqnalların emalı zamanı MP RES-in ayrı-ayrı blok və qurğuları ilə qarşılıqlı əlaqədə olur. Bu blok və qurğular MP-yə nəzərən xarici qurğular hesab olunurlar və iki qrupa – informasiya mənbələrinə və informasiya istifadəçilərinə ayrılırlar. Əksər RES üçün ümumi olan xarici qurğuların təsnifatı şəkil 8.1 – də göstərilmişdir. Informasiya mənbələrinin və istehlakçıların MP-nin hesablama sistemində qoşulma qurğularının parametrlərinin rəşional seçilməsi MP sistemlərini imkanlarının genişləndirir, həm də MP-nin işləmə sürətinə olan tələbi bir qədər yüngülləşdirir.



Şəkil 8.1

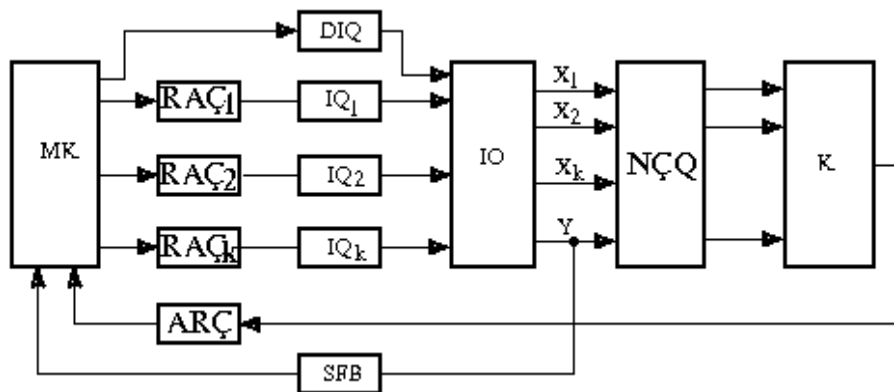
RES-in işləmə xüsusiyyətlərini mükəmməl bilmək, siqnalların əlavə emalı üçün lazım olan qurğuları yaratmaq bacarığı mühəndisə verilmiş şərtlər daxilində optimal sistemi yaratmaq imkanı verir. Lakin bundan ötrü mühəndisə MP-in RES-də tətbiq edilməsi xüsusiyyətlərini bilmək, proqramlaşdırmanın və proqramların sazlanması üçün müasir vasitələri arsenalını və o cümlədən, MP sisteminin aparat və proqram hissələrinin birgə sazlanması üsullarını mənimsəmək lazımdır.

RES-in təşkil olunduğu radioelektron qurğuların (REQ) əksəriyyəti əvvəlki fəsillərdə öyrənilmiş elektron qurğularından: gücləndiricilərdən, siqnal generatorlarından, çeviricilərdən, qida mənbələrindən, müxtəlif növ rəqəm qurğularından təşkil olunurlar. Ona görə də texnikada geniş yayılmış qurğuların nümunələrində (zaman intervallarının izləyici ölçü qurğularında, RES siqnallarının amplitud emalı qurğularında, kompleks radionaviqasiya ölçü qurğularında və s.) MP əsasında RES-in layihələndirilməsinin xüsusiyyətlərini göstərməyə cəhd edilmişdir.

## 8.5. Mikroprosessorlu idarətmə sistemlərinin strukturu

Texniki vasitələrin idarətmə obyektləri (İO) təyinatlarına görə iki sinfə ayrılırlar. Birinci sinfə istifadəçi tərəfindən istifadə olunmaq üçün nəzərdə tutulan obyektlər, məsələn məişət avadanlıqları (televizorlar, videomaqnitofonlar, soyuducular, paltar yuyan maşınlar və s.) , qaz, su, işıq sayğacları, kənd təsərrüfatında, ofislərdə və s. istifadə olunan avadanlıqlar aid edilir. İkinci sinfə istehsalat şəraitində istismar olunan obyektlər: sənaye maşınları, avadanlıqları dəzgahlar və s. aid edilir.

Birinci sinif obyektlərin idarə sistemləri idarə obyektləri ilə bir neçə əlaqə kanalı vasitəsilə birləşmiş bir idarəedici qurğu əsasında yaradılır. Belə idarə sisteminin ümumiləşmiş strukturu şəkil 8.2-də göstərilmişdir. Sistemin idarə qurğusu kimi müəyyən tip mikroprosessor əsasında qurulan mikrokontroller (MK) istifadə oluna bilər. İdarə obyektinin vəziyyəti haqqında məlumatlar normallaşdırıcı çeviricilər bloku (NÇB), kommutator (K) və analoq-rəqəm çeviricisi (ARÇ) vasitəsilə MK-ya ötürülür. Normallaşdırıcı çeviricilər bloku sistemdə idarə obyektinin çıxışındakı informasiya siqnallarının səviyyələrinin kommutatorun giriş siqnallarının səviyyələri ilə uyğunlaşdırılması üçün istifadə edilir. ARÇ obyektin çıxışındakı analoq siqnalları rəqəm koduna çevirmək üçün istifadə edilir. İdarə obyektinin vəziyyəti haqqında rəqəm məlumatları adətən MK-nın yaddaşında olan müəyyən alqoritmə uyğun olaraq çevrildikdən sonra idarəedici təsirlər /siqnallar/ hasil edilir. Bu təsirlər rəqəm-analoq çevirici (RAÇ) və icra qurğusu vasitəsilə idarə obyektinin girişinə daxil olurlar. Qeyd etmək lazımdır ki, idarə obyektlərinin çıxış siqnallarının multipleksiyası ARÇ-nin çıxışında həmişə mümkün olsa da, idarə siqnallarının MK-nın girişində multipleksiyası çox vaxt yol verilməzdir. İdarə sisteminin bu cür strukturu idarə siqnalının hər bir qiymətinin hesablama qurğusu dayandıqdan sonra da yadda saxlanması zərurəti ilə izah edilir.



Şəkil 8.2. Bir idarə obyektinə malik MP idarə sisteminin strukturu

İdarə obyektlərinin çıxışında analoq siqnallarla yanaşı diskret siqnalları da ola bilər. Bu cür siqnalların MK-ya daxil edilməsi siqnalları formalaşdıran blok (SFB) vasitəsilə həyata keçirilir. Bu bloğun vəzifəsi diskret siqnalların səviyyələrini və güclərini MK-nın giriş dövrləri ilə uzlaşdırmaqdır. Bir neçə diskret siqnal halında onların MK-ya daxil edilməsi üçün multipliksiyadan istifadə etmək olar. İdarə obyektinin girişində diskret tipli icra qurğusu (DİQ) (güc gücləndiriciləri, açar rejimində işləyən tiristor çeviriciləri) olan hallarda idarəedici təsirlər MK-da formalaşdırılır və RAÇ-dən istifadə etmədən DİQ-yə ötürülür.

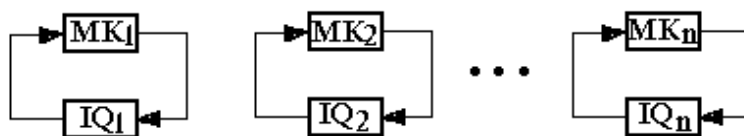
İdarə sistemi idarə obyektinin çıxış parametrlərini müəyyən qanun üzrə dəyişdirmək və ya müəyyən səviyyədə saxlamaq; obyektin çıxış parametrlərini proqram üzrə dəyişdirmək və müəyyən xarici siqnallara uyğun olaraq onların dəyişməsinə izləmək; idarə obyektlərinə enerji axınını zamana görə və ya nəzarət olunan parametrin verilmiş amplitud qiymətinə görə qoşmaq və ya açmaq; idarə obyektinin vəziyyəti haqqında məlumatı yığmaq və bu məlumatı emal etmək; məlumatların və emalın nəticələrini yadda saxlamaq və s. kimi müxtəlif məsələləri həll edə bilər.

Baxdığımız sistemdə mikroprosessorlu kontroller mərkəzi yer (nüvə) tutur. NÇB, K, ARÇ, RAÇ və İQ kimi digər elementlər MK ilə İO arasında əlaqəni təmin edir. Bu elementləri çox vaxt bir ümumi adla - obyektə əlaqə qurğusu (OƏQ) kimi adlandırırlar. Sistemin bütün elementləri konstruktiv cəhətdən bir plata (çap lövhəsi) üzərində yerləşdirilə bilər və əksər hallarda bu plata obyektə yerləşdirilir. MK müəyyən tip MP və bir neçə mikrosxem əsasında yerinə yetirilə bilər. MK-dan ayrıca götürülmüş obyektə qoşula bilən idarə vasitəsi kimi istifadə etdikdə MK və OƏQ - nin texniki parametrləri unifikasiya olunmaya da bilər, lakin bu halda məişət texnikasının ümumi qiyməti artmış olur.

Texniki obyektlərin idarə sistemlərinin xərcini azaltmaq üçün bir universal MK və OƏQ komplektindən istifadə etmək olar. Bu zaman eyni idarə sistemini lazım olan hallarda müxtəlif obyektlərə qoşmaq olar. Məişət texnikasının idarə sistemində bu cür yanaşma istifadəçi (istehlakçı) şəxsi EHM-ə malik olduğu hallarda xüsusən məqsədəuyğundur.

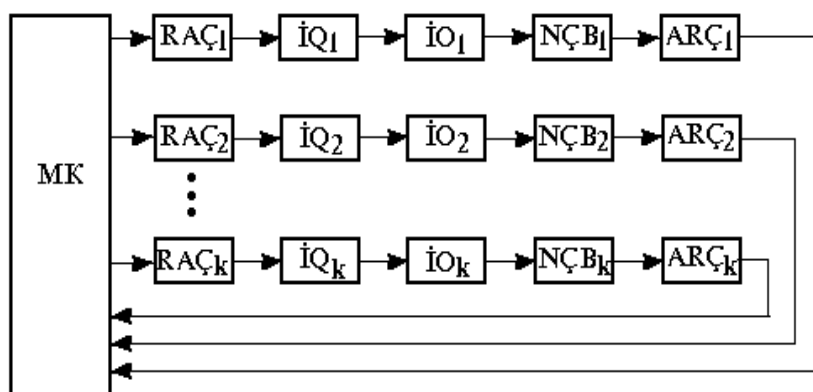
İkinci sinif idarə obyektləri, adətən, texnoloji xətt təşkil edən qruplarda birləşirlər. Bu sinif obyektlərin idarə sistemləri bu qayda ilə, verilmiş səviyyəli birkonturlu idarə sistemləri yığımı şəklində, qurula bilər (şəkil 8.3). Bu halda obyektlərdən hər birinin lokal idarə sistemi başqa sistemlərdən asılı olmayaraq işləyir. Lazım olan hallarda obyektlərin vəziyyətləri haqqındakı məlumat bir qrup obyektlər üçün ümumi olan idarə məsələlərini həll etmək üçün mərkəzi hesablama qurğusuna ötürülə bilər.

Eyni məsələləri bütün qrup obyektləri idarə edən mərkəzi MK-dan istifadə etməklə də həll etmək olar (şəkil 8.4). Bu sistemlərin hər birinin müsbət və mənfi cəhətləri vardır. Paylanmış idarə sistemlərində bir neçə MK-dan istifadə edilir, Təbiidir ki, belə sistemin qiyməti baha olur, lakin etibarlılıq yüksək olur, çünki MK-dan birinin sıradan çıxması texnoloji prosesə, demək olar, təsir göstərmir. Mərkəzi MK-ya malik idarə sistemlərinin xərci azdır, lakin etibarlılığı aşağı olur, çünki bütün sistemin işi bir mərkəzi MK-dan asılıdır.



Şəkil 8.3. Qrup obyektə malik MP-li idarə sisteminin strukturu

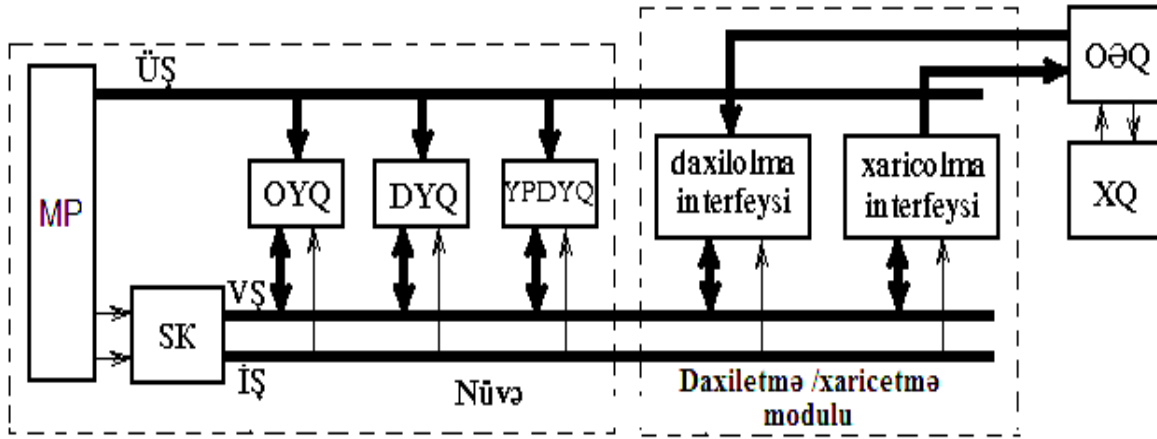
Layihə olunan MP sistemlərin idarə olunması prinsipinin seçilməsi qiymət, etibarlılıq, çeviklik, real zaman müddətində işləyə bilmə qabiliyyəti və s. kimi qarşılıqlı əlaqəli faktorlardan asılıdır. Məişət texnikasının seçimi zamanı, əksər hallarda, qiymət və etibarlılıq kimi iki faktor daha həlledici olur.



Şəkil 8.4. Mərkəzi MK ilə idarəolunan qrup obyektlərin MP-li idarə etmə sisteminin strukturu

## 8.6. Mikroprosessorlu kontrollerin strukturu

Kontrollerlər mürəkkəb texniki qurğu olub rəqəm məlumatların emalı üçün nəzərdə tutulmuşdur. Adətən kontrollerlər, mikroprosessor sisteminin tələb olunan funksiyalarını daha yaxşı təmin edən mikroprosessor əsasında qurulur. Mikroelektronika qurğuları əsasında qurulduğundan çox vaxt bu qurğunu mikrokontroller adlandırırlar (MK). MK-nın tipik strukturu şəkil 8.5 –də göstərilmişdir.



Şəkil 8.5. Mikrokontrollerin strukturu.

Kontroller iki əsas hissədən - nüvə və daxiletmə/xaricetmə modulundan ibarətdir. Kontrollerin nüvəsini MP, sistem kontrolleri (SK) və yaddaş qurğusu təşkil edir. Kontrollerin strukturunda MP əsas rolu oynayır. MP sistemin xarici qurğularından daxil olan məlumatların - verilənlərin hesab və məntiq emalını həyata keçirir və sistem kontrolleri ilə birlikdə MS-nin bütün qurğuları arasında informasiya axınını / mübadiləsini idarə edir. MP-nin idarə obyektləri ilə əlaqəsi OƏQ və sistem şinləri vasitəsi ilə həyata keçirilir. Sistem şinləri verilənlər şininə (VS), ünvan şininə (ÜŞ) və idarə şininə (İŞ) ayrılırlar. OƏQ - nun verilənlər şininə qoşulması sistemin daxiletmə/xaricetmə portları vasitəsilə həyata keçirilir. Portlar adətən sistemin interfeysinə daxil olur. İnterfeys dedikdə, MP ilə hesablama qurğusu arasında informasiya mübadiləsini təmin edən proqram və aparat vasitələri yığımına başa düşülür.

İdarə obyektinin vəziyyəti haqqındakı informasiya OƏQ və verilənlər şini vasitəsi ilə MP-yə ötürülür. İdarə siqnalları da bu şinlə MP-dən idarə obyektinə ötürülür. Bu hesaba MK-nın verilənlər şini iki istiqamətli olur. Bu şinin dərəcəsi adətən MP-nin hesab-məntiq qurğusunun dərəcəsinə uyğun gəlir və nəzərdə tutulan ikilik ədədlərin diapazonunu təyin edir.

Sistemin hesablama qurğusuna müraciəti hər bir hesablama qurğusuna verilmiş ünvan vasitəsilə həyata keçirilir. Hesablama qurğusunun (HQ) ünvanı rəqəm ikilik koddan ibarətdir və MP-dan HQ-na ötürülür. HQ-nun ünvanı bir istiqamətli ünvan şini vasitəsilə ötürülür. ÜŞ-nin dərəcəsi müxtəlif MP-ə malik sistemlərdə 8, 16, 32 ikilik dərəcə təşkil edir. Dərəcə çox olduqca kodlaşdırılan ünvanların sayı da çox olur. Məsələn, n-dərəcəli ÜŞ-i üçün sistemin ünvan oblastının həcmi  $V=2^n$  olur. 16-dərəcəli ÜŞ-i üçün ünvan zonasının həcmi  $V = 2^{16} = 2^6 \cdot 2^{10} = 64 \cdot 1024 = 64K$  olur.

İdarə şini (İŞ) sistem idarə siqnallarının MP-dən HQ-na və əks istiqamətdə ötürmək üçündür. İŞ-i elə qurulmuşdur ki, onun hər bir naqili üzrə idarə siqnalı ancaq bir istiqamətdə ötürülür. MP və HQ arasında lazım olan əməliyyatları təmin edən sistem idarə siqnallarının formalaşdırılması sistem kontrollerində, MP-nin bir sıra idarə siqnallarından istifadə olunması hesabına, həyata keçirilir. Ona görə də, SK-ni sistemin ilkin idarə qurğusu və ya ilkin avtomatı hesab etmək olar. İlkin avtomatın əsas vəzifəsi MK-nın bütün qurğuları arasında düzgün qarşılıqlı əlaqəni təmin etməkdir.

Proqramları və verilənləri yadda saxlamaq üçün MK-nın nüvəsi operativ (OYQ), daimi (DYQ) və proqramlaşdırıla bilən (PYQ) yaddaş qurğularına malik olur. DYQ ancaq idarə proqramlarını yadda saxlamaq üçün istifadə olunur. Xüsusi sazlama vasitələrində yaradılan və sazlanan bu proqramlar zavod şəraitində DYQ-na köçürülür və istifadəçi bu proqramları dəyişə bilməz. PYQ DYQ-dan onunla fərqlənir ki, burada istifadəçi onun məzmununu dəyişə bilər, yeni proqram yazsa bilər. OYQ əsas idarə proqramını yerinə yetirmək üçün lazım olan verilənləri yadda saxlamaq üçün istifadə olunur. Yaddaşın yuvalarına (özlərinə) müraciət ünvan üzrə həyata keçirilir. Ünvanlar ünvan şininə MP-nin əmrlər sayğacı ilə ötürülür. ÜŞ-nin dərəcələrinin bir hissəsi bilavasitə yaddaşın mikrosxeminə ötürülür, digər hissəsi (böyük dərəcələr) isə yaddaş mikrosxemini seçmək üçün deşifrə sxemində istifadə olunur. Beləliklə, ÜŞ-də hər bir ünvan mikrosxemin mövqeyini və onun içerisində konkret yuvanı (özəyi) müəyyən edir.

MS-nin istənilən idarə alqoritmi DYQ-nun yuvalarında yerləşən idarədən proqramla həyata keçirilir. MP-nin müəyyən zaman anında uyğun əməliyyatı yerinə yetirməsi üçün o, yaddaş yuvasından əməliyyat kodunu çıxarır. Yaddaş yuvasından əməliyyat kodunun oxunması prosedurası aşağıdakı kimidir: MP YŞ-nə yaddaş yuvasının ünvanını göndərir, İŞ-də sistem idarəedici “yaddaşın oxunması” siqnalı formalaşır və verilənlər (YQ-nun məzmunu) VŞ-i vasitəsi ilə MP-yə daxil olur. Əməliyyat kodu təyin edildikdən sonra əməliyyatın yerinə yetirilməsi - ya verilənlərin MP və yaddaş yuvaları arasında, ya da MP və İO arasında ötürülməsi baş verir. Sonuncu halda verilənlər MP-VŞ – daxiletmə/xaricetmə modulu - OƏQ-İO istiqamətində, və ya əks istiqamətdə ötürülür.

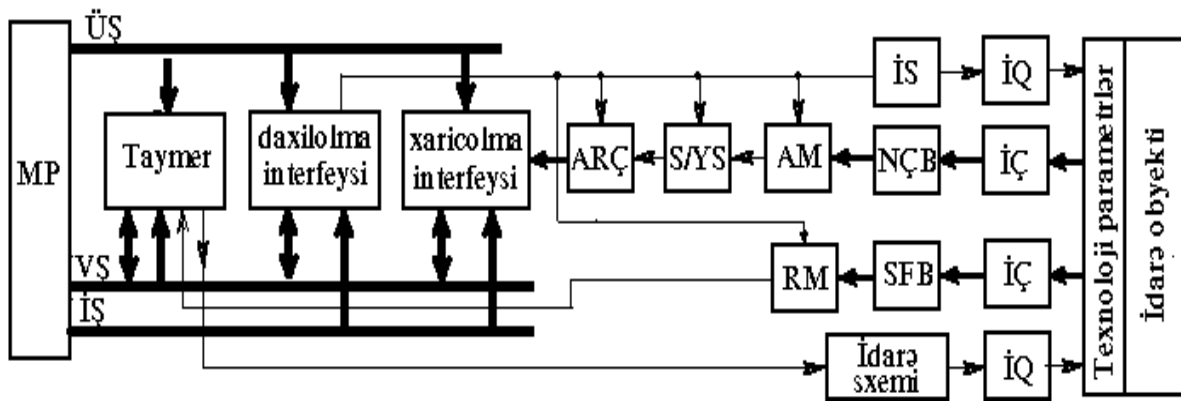
İdarəedici kontrollerlərin xüsusiyyəti ondadır ki, onların tərkibinə proqramın sazlanması vasitəsi daxil olmur, çünki MK-nın proqram kitabxanasını təşkil edən proqram modullarının əsas yığılı zavod şəraitində onun yaddaşına köçürülür və dəyişdirilə bilər. İstifadəçinin ancaq proqram modullarının əldə olan yığılımdan idarəetmənin konturunun konfigurasiyasını tərtib etmək imkanı vardır. Bu məqsəd üçün MK idarə pultu ilə təchiz olunur.

Operator pultunun köməyi ilə idarə pultunun panelindəki xüsusi əmrlərdən istifadə edərək tələb olunan idarə alqoritmi seçilir.

Rəqəm mikrosxemlərinin integrasiya dərəcəsinin artması hazırda bir kristal əsasında yerinə yetirilən sənaye MK-n yaradılmasına imkan vermişdir. Belə kontrollerin kristalında MP-dən başqa yaddaş modulu, interfeys sxemləri və hətta taymer yerləşdirilir. Mahiyyətə bu cür MK-lar aşağı məhsuldarlıqlı birkristallı EHM-dır. Yenidən proqramlaşdırıla bilən birkristallı MK-ya nümunə olaraq K1816 və K145 seriyadan olan MK-ları göstərmək olar. Birkristallı MK əsasında MP sistemlərinin yaradılması obyekt ilə proqram təminatı arasında qoşulma qurğusunun yaradılmasını tələb edir.

### 8.7. İdarə obyektinə əlaqə qurğusunun strukturu

Obyektə əlaqə qurğusu MK-ya aid deyil, lakin onun konkret texniki olaraq həyata keçirilməsi MK-nın İO ilə hansı növ siqnallarla mübadilə edə biləcəyini müəyyən edir. İO –n konstruksiyası və onun idarə dövrəsi OƏQ-nun strukturuna müəyyən tələblər qoyur. Odur ki, OƏQ-nin strukturu unifikasiya oluna bilmir və hər bir konkret halda bu və ya digər texniki həll mümkündür. Şəkil 8.6-da giriş və çıxışında müxtəlif siqnallarla xarakterizə olunan hipotetik idarə obyektinə uyğun OƏQ-n strukturu göstərilmişdir.



Şəkil 8.6. İdarə obyektinə qoşulma qurğusunun strukturu

OƏQ, daxilolma interfeys sxemlərindən istifadə etməklə, idarə obyektinə ilə MK-nın verilənlər şini arasında əlaqəni təmin edir. Obyektin texnoloji parametrləri (temperatur, təzyiq, yerdəyişmə, nəmlik və s.) ilkin çeviricilərdə (termocütlər, termomüqavimətlər, induktiv vericilər) elektrik siqnallarına (sabit gərginliyə və ya tezliyə) çevrilir. Nəzarət olunan analoq parametrlər siqnalların standart səviyyəsini (adətən 0...10 V) təmin edən NÇB–u vasitəsi ilə multipleksora (MA) daxil olur. Multipleksor giriş siqnallarından birini vahid bir



çıxışa kommutasiya edir. Kommutasiya proqram üzrə çıxış interfeysi vasitəsilə rəqəm kodunun verilməsi halında təmin olunur. Kommutasiya olunmuş siqnal seçmə və yadda saxlama sxeminə, sonra isə ARÇ-yə ötürülür. ARÇ-nin çıxışında nəzarət olunan parametrin qiymətinə mütənasib olan rəqəm kodu formalaşdırılır. Rəqəm kodu giriş interfeysi və verilənlər şini vasitəsilə MP-də oxunur. Oxunmuş rəqəm kodu MP-də müəyyən alqoritmlə sonrakı rəqəm emalından keçir. Nəticənin indikasiyası lazım olan hallarda çıxış interfeysi vasitəsi ilə rəqəmli indikatora verilir. Əgər ölçmənin nəticəsinə görə obyektə təsir etmək lazım gələrsə, bu halda obyektə idarəedici təsirlərin idarə sxemi və icra qurğusu vasitəsi ilə ötürmək üçün çıxış interfeysi istifadə oluna bilər. İdarə sxeminin konstruksiyası icra qurğusunun növündən çox asılıdır. Məsələn, icra qurğusu idarəedici təsirlərin tam qoşulmasını və ya açılmasını təmin edən kontaktsiz rele qurğusu olarsa, bu halda idarə üçün onun girişinə aşağı və ya yuxarı səviyyələrə uyğun iki vəziyyət alan siqnal vermək kifayətdir. Bu halda idarə sxemi açar rejimində işləyən güc gücləndiricisi funksiyasını yerinə yetirir. Əgər idarəedici təsirlər fasiləsiz dəyişərsə, bu halda idarə sxemi MK-nın verilənlər şinindən onun girişinə daxil olan rəqəm kodunu fasiləsiz analoq siqnala çevirir. Belə idarə sxemləri adətən RAÇ üzərində qurulur.

Nəzarət olunan parametrlər tezlik siqnalları olarsa, onun MK-a daxil edilməsi prosedurası çox sadələşir. Siqnalın tezliyi formalaşan blokda siqnal formalaşdıqdan sonra rəqəmli multipleksor vasitəsi ilə taymerin girişinə ötürülür. Nəzarət olunan parametrin hesablanması ilə əlaqədar bütün digər çevirmələr idarəedici proqram hesabına təmin edilir. Taymer həmçinin idarə sxemində idarəedici təsirlərin, məsələn, tiristorun açılma bucağının idarə siqnalının formalaşdırılması üçün də istifadə oluna bilər.

Qeyd etmək lazımdır ki, OƏQ, multipleksor, seçmə və yadda saxlama sxemi ARÇ və idarə sxemi kimi qovşaqlar onlara müraciət zamanı hər dəfə idarəedici təsirlərə ehtiyac olur. Bu qurğularla idarəetmə interfeys çıxışı ilə sistemin verilənlər şinindən daxil olan proqram - rəqəm kodu ilə həyata keçirilir.

## **8.8. Mikroprosessorlu idarə etmə qurğuları**

Rəngli televizorun və elektrik intiqalının idarə edilməsində istifadə olunan MP sistemlərinin misalında mikroprosessorlu idarə etmə qurğularının qurulma prinsiplərini, fərqli cəhətlərini və sxemotexniki xüsusiyyətlərini nəzərdən keçirək.

### **8.8.1. Rəngli televizorun idarəetmə sistemi.**

Bütün növ REA-larda olduğu kimi, televizorların da estetik görünüşü və istismar zamanı servis imkanları onların keyfiyyətinə əsaslı olaraq təsir edir.

Televiziya qəbuledicilərinin bu və ya digər modelinin ön panelinin tərtib olunması xüsusiyyətlərinə və tətbiq edilən servis qurğularına uyğun olaraq idarə bloklarının və proqram seçən qurğunun bir neçə müxtəlif tipindən istifadə olunur. Bu tip sistemlərin idarə etmə bloklarının ümumi cəhəti onlarda səs, parlaqlığın, kontrastın və təsvirin dolğunluğunun tənzimlənməsi platalarının (çap lövhələrinin) olmasıdır. İdarə blokunda bütün tənzimləmələr klassik passiv tənzimləyicilər əsasında yerinə yetirilmişdir. Proqramın seçilməsi düymə konstruksiyasının və seçilmiş proqramın işıq indikasiyası köməyi ilə həyata keçirilir.

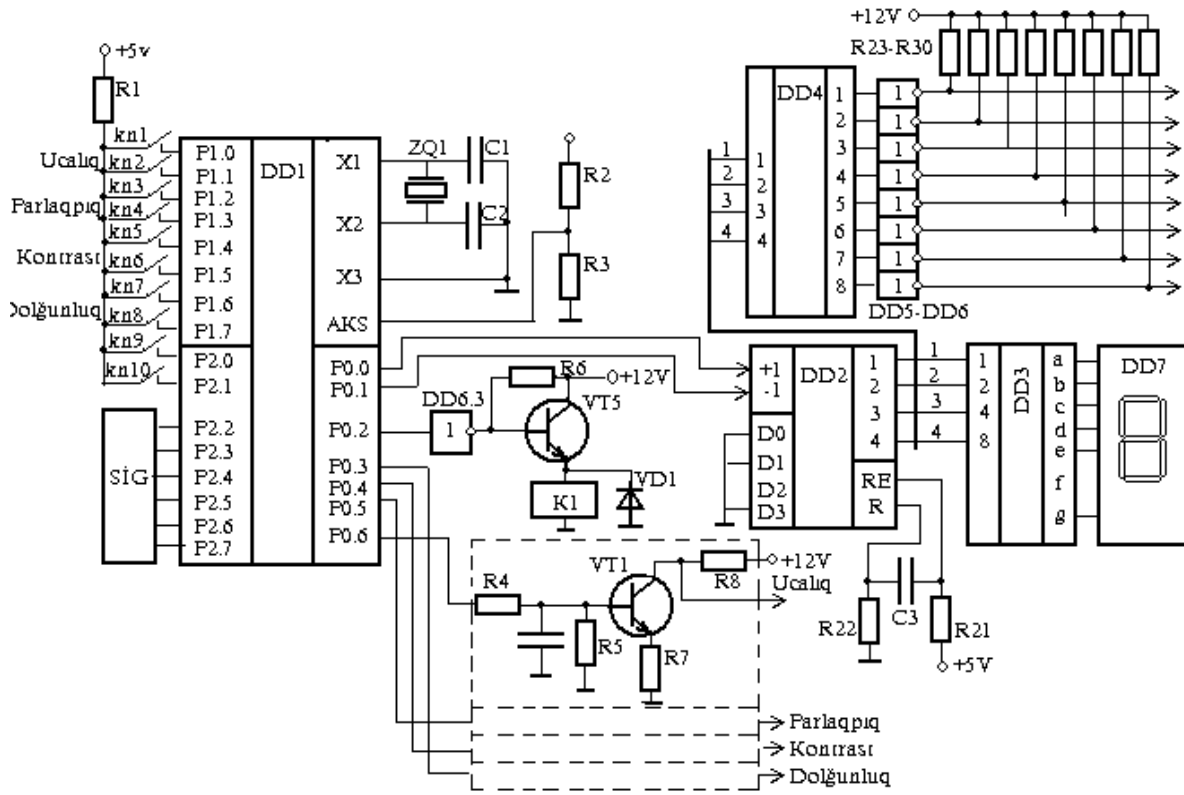
REA-nın servis imkanlarının inkişaf tendensiyası göstərilən bloklarda istifadə olunan idarə üsullarından imtina etməyə və idarə və indikasiyanın rəqəm üsullarından istifadə olunmasına əsaslanır. Bu məqsədlə MP vasitələrindən istifadə olunması televizorun kökləməsinə, onun kanallarının seleksiyasını, səs səviyyəsinin avtomatik saxlanmasını, parlaqlığı, rəng dolğunluğunu və kontrastı təmin etməkdir. Televizora qoşula bilən (daxil edilən) MK-lar elektromexaniki detalların aradan götürülməsi hesabına onun işinin etibarlılığını artırır, idarə olunmanın çevikliyi artırır, müxtəlif modellərin unifikasiyası üçün baza yaradır, idarə funksiyalarının ancaq proqram təminatının dəyişməsi yolu ilə modifikasiyalarının yaradılmasını təmin edir.

Qoşula bilən (daxil edilən) MK-lara aşağıdakı funksiyaların yerinə yetirilməsi tapşırıılır:

- qəbuledicinin məsafədən idarə edilməsi;
- televiziya kanallarının avtomatik sorğusu və indikasiyası;
- müxtəlif televiziya proqramları ötürücülərinin tezliklərinə uyğun gələn kodların yadda saxlanması;
- istifadəçi tərəfindən müəyyən edilmiş səs, parlaqlığın, kontrastın və rəng dolğunluğunun səviyyələrinin yadda saxlanması;
- televiziya proqramlarının tarixinin və vaxtının yadda saxlanması və indikasiyası;
- qəbuledicinin müəyyən vaxt üçün (video- və ya audiomaqnitofonlara yazılışı imkanını nəzərə almaqla) iş rejiminin proqramlaşdırılması;
- telemərkəzdən siqnal olmadığı halda qəbuledicinin avtomatik söndürülməsi və s.

Televizorun idarəsi üçün bir kristallı mikroprosessor kontrollerlərinin istifadəsi daha əlverişlidir. Böyük olmayan, yenidən proqramlaşdırıla bilən daimi və məhdud operativ yaddaşı olan MK-lar öz kristalında proqramlaşdırılan bir neçə daxiletmə/xaricetmə portlarına, taymerə və kəsilmələrin və başlanğıc vəziyyətin təşkili üçün vasitələrə malik olurlar. OYQ və DYQ həcmələrini

artırmaq üçün MK –n bir sıra tiplərində, onlar xarici yaddaşa tamamlana bilirlər. Bu halda onlar idarəedici MP sistemlərinin yaradılması üçün rahat və səmərəli vasitə olurlar.



Şəkil 8.7. Rəngli televizoru idarə edən MP sistemin prinsipial sxemi

Rəngli televizorun idarə MS-ni yaratmaq üçün K1816BE48 tipli bir kristallı MK-dan istifadə etmək mümkündür. MK-nın kristalında 64 bayt həcmində OYQ və həcmi 1 Kbayt olan yenidən proqramlaşdırıla bilən DYQ yerləşir. Maksimum takt tezliyi 6 MHS təşkil edir və 580BM80A tipli MP-nin tezliyindən 3 dəfə artıqdır. DYQ-nun həcmi lokal idarə obyektlərinin avtomatlaşdırılmasının bir çox praktik halları üçün tamamilə kifayətdir. Rəngli televizorun idarə MS-nin sxemi şəkil 8.7-də göstərilmişdir.

MK K1816BE48 idarə MS-nin strukturunda bütün əsas idarə funksiyalarını yerinə yetirir:

- televizor istifadəçisinin istəyi ilə səsin ucalığının, kontrastın, parlaqlığın, təsvirin dolğunluğunun tənzimlənməsi;
- rəqəm üsulu ilə proqramların çevrilməsi;
- TV proqram kanallarının rəqəmli indikasiyası;
- telemərkəzdən siqnal olmadıqda televizorun söndürülməsi;
- sınaq siqnalının formalaşdırılması.

Bir kristallı MK əsasında idarə funksiyalarının həyata keçirilməsi istismarın rahatlığını və sistemin digər başqa üsullara nəzərən səmərəliliyini təmin edir.

Birkristallı MK idarə MS-də P1 və P2 daxilolma portlarının dərəcələrinə qoşulmuş KN1...KN10 düymələrin vəziyyətlərini təyin etmə və skanlama rejimində olur. Düymələrdən birinin basılması faktının aşkar edilməsi P0 xaricolma portunun P0.4 – P0.7 dərəcələrinə daxil olan impuls ardıcılığının dərinliyinin dəyişməsi baş verir. Proqramlanan dərinliyə malik düzbucaqlı impulsar RC-süzgəcə (R4, R5 və C4 elementləri) və sonra impuls ardıcılığını analoq gərginliyə çevirən çeviriciyə daxil olurlar. Dəyişən dərinliyə malik düzbucaqlı formalı impulsar C4 tutumunu müxtəlif cür doldurduğundan VT1 tranzistorunun kollektorundakı çıxış gərginliyi impulsarın dərinliyinə mütənasib olacaqdır. Analoq çıxış gərginliyi basılan klavişdən asılı olaraq səs ucalığını, kontrastı, parlaqlığı, təsvirin dolğunluğunu dəyişməyə qulluq edir. İdarə MS-də hər bir tənzimlənən parametr üçün manivella, sürgü qolu qoşulmuş iki klavişdən istifadə olunduğundan tələb olunan parametrin müxtəlif istiqamətlərdə idarə edilməsi mümkündür.

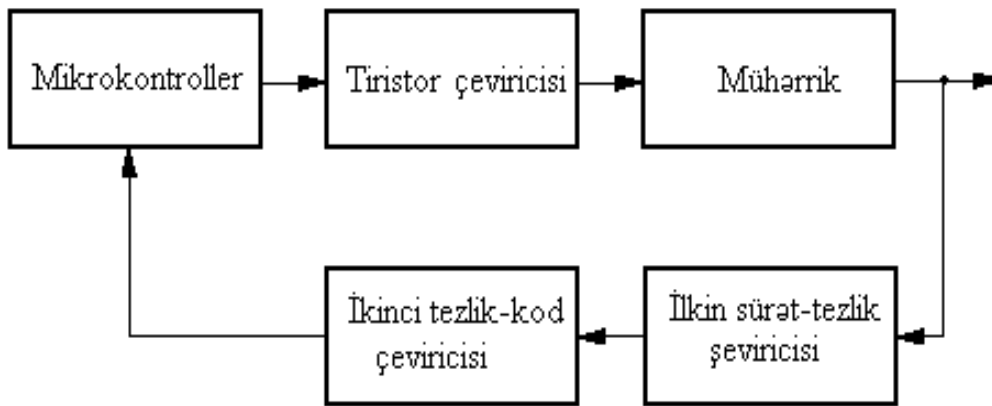
P2 daxilolma portunun P2.0 və P2.1 dərəcələrinə qoşulmuş KN1...KN10 düymələri proqram kanalını seçmək üçündür. Basılan klavişdən asılı olaraq DD2 sayğacının məzmunu proqram qaydası ilə artır və ya azalır. DD2 sayğacının çıxışları proqram nömrələrinin indikasiyası üçün yeddi seqmentli DD3 deşifrləyiciyə və DD7 rəqəm indikatoruna və həmçinin, DD5, DD6 invertorları vasitəsi ilə televizor proqramlarını qoşan açıq bloku idarə edən DD4 deşifrləyiciyə qoşulmuşlar.

Göstərilən prosedura telemərkəzdən KSİ signalı olduqda yerinə yetirilir. Telemərkəz öz işini qurtardıqdan sonra KSİ signalı olmadıqda MK-nın ZPR girişinə kəsilmələrə sorğu signalı daxil olur və cari əmr yerinə yetirildikdən sonra MK kəsilmə altproqramı yerinə yetirməyə başlayır və eyni zamanda MK-nın taymerini qoşur. Taymerdə gecikmə müddəti başa çatdıqdan sonra P0 xaricolma portunun P0.2 dərəcəsinə "1" məntiq signalı yaranır. Bu signal VT5 tranzistorunu kəsmə rejiminə çevirir və nəticədə K1 relesi işə düşür və televizor bağlanır.

P2 daxilolma portunun P2.2 və P2.7 dərəcələri sınaq signalları generatorunu idarə etmək üçündür. P2 portunun və P2.2 və P2.7 dərəcələrində signalların proqram səviyyələrini dəyişməklə, avtonom standart generatordan istifadə etmədən, sınaq signallarının geniş spektrini təmin etmək olar. Televizorun gövdəsində proqramlanan sınaq signalları generatorunun olması televizorun ev şəraitində keyfiyyətli köklənməsini təmin edir.

### 8.8.2. Elektrik intiqalının idarə sistemi.

Elektrik intiqalının mikrokontroller əsasında yaradılan idarə sisteminin strukturu şəkil 8.8 – də göstərilmişdir. Bu sistem adi qapalı nəzarət sisteminə yaxındır. Sistemə çıxış parametri valın fırlanma sürəti olan elektrik mühərrikindən (EM) ibarət idarə obyektı; mühərrikin girişində idarəedici gərginlik yaradan tiristor çeviricisi (TÇ); fırlanma sürətini fırlanmanın dairəvi tezliyinə çevirən ilkin çevirici (İSTÇ); fırlanma tezliyini rəqəm koduna çevirən ikinci çevirici (TRÇ) və fırlanma tezliyi haqqında giriş informasiyanı işləyən və tiristorun açılma bucağını idarə edən MP daxildir. MK –nın strukturu şəkil 8.5-də göstərilən struktura analogidir və OYQ, DYQ, YPDYQ və operator pultundan ibarətdir.



Şəkil 8.8. Elektrik intiqalının idarə sisteminin strukturu

İdarə obyektı ilə əlaqə üçün MK platasında paralel adapterin iki korpusu və proqramlaşdırılan taymerin korpusu yerləşdirilmişdir. Paralel adapterin BİS-i üç proqramla idarə olunan 8 - dərəcəli porta malikdir. Hər bir port vasitəsilə ötürmənin istiqamətini proqram köməyi ilə dəyişdirmək mümkündür. Proqramlaşdırılan taymerin BİS-i davam etmə müddəti proqramla idarə olunan idarəedici impuls formalaşdırmaq üçün istifadə edilir.

Tiristor çeviricisi elektrik mühərrikinin girişində idarəedici gərginliyin formalaşdırılması üçün nəzərdə tutulmuşdur.

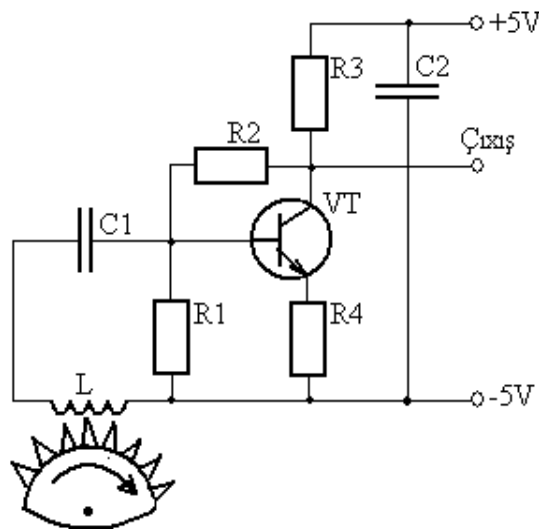
Tezlik-kod çeviricisi tezliyi 8-dərəcəli rəqəm indikatoru ilə ölçmək üçün nəzərdə tutulan sxemdən ibarətdir. Sıqnal ilkin çeviricidən elektron açarının girişinə daxil olur. Onun ikinci girişinə etalon tezlik formalaşdırıcısından tezliyi 7 Hz olan düzbucaqlı impulslar verilir. Bunun nəticəsində ilkin çeviricinin impuls siqnalları açardan ancaq tezliyi 4 Hz olan impulsların davam etmə müddətində keçirlər. Bu müddətdə keçən impulsların sayı nəzarət olunan siqnalın (100...1000Hz) tezliyindən asılıdır. Açardan keçən impulslar ikilik-

onluq sayğacla sayılır və 8 indikatora işıqlanır. Sayğacın çıxışındakı kod paralel olaraq Mk-nın girişinə verilir və paralel adapterin KA kanalı vasitəsi ilə MP-nin akkumulyatoruna daxil edilir. Növbəti ölçmə aparmaq üçün sayğacların ilkin vəziyyəyə qaytarılması proqram yolu ilə adapterin KC kanalının  $C_1$  mərtəbəsindən sayğacların  $C_0$  girişlərinə idarəedici siqnal hesabına təmin edilir.

İlkin çevirici mühərrikin valının fırlanma sürətini tezliyi uyğun olaraq dəyişən elektrik siqnalına çevirmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Çevirici dəyişən cərəyan gücləndiricisinə malik maqnetoelektrik qurğu şəklində hazırlanmışdır (şəkil 8.9). Mühərrikin valına bərkidilmiş dişli disk fırlandıqda dişlə L sarğısı arasındakı boşluğun dəyişməsindən asılı olaraq sarğıda dəyişən e.h.q. yaradır. Bu e.h.q. çeviriciyə daxil edilmiş (çeviricidə quraşdırılmış) gücləndirici tərəfindən gücləndirilir. Onun çıxış impulslarının tezliyi dişli diskin fırlanma tezliyinə və buna uyğun olaraq mühərrikin valının fırlanma sürətinə mütənasib olur. Sarğıda yarana dəyişən e.h.q.  $C1$  ayırıcı kondensator vasitəsi ilə VT1 tranzistorunun bazasına verilir. R1-R4 rezistorları tranzistorun iş rejimini təmin etmək üçündür. Seçilmiş 1san ölçmə müddətində diskin dişlərinin 60 sayında nəticə taxometrin rəqəm tablosunda dövr/dəqiqə şəklində göstərilir.

Bu sistemdə idarə alqoritmi kimi K ötürmə əmsalı ilə sadə mütənasib idarədən istifadə edilir. Ötürmə əmsalının qiyməti universal kontrollerin yaddaş yuvasında yadda saxlanılır və proqram üzrə dəyişdirilə bilər.

Mühərriki idarə etmək üçün məlumatın MK-dan çıxarılması interval taymerinin birinci kanalı və tiristorlu güc gücləndiricisinin idarə sxemi vasitəsi ilə həyata keçirilir. İdarə siqnalının MK-nın yaddaş yuvasında saxlanılan qiyməti haqqındakı məlumat gözləyən multivibrator rejimində proqramlaşdırılan taymerin sayğacında yazılır. İdarə sxemi mühərrikin idarə olunma gərginliyini 0...230 V diapazonunda dəyişməyə imkan verir.



Şəkil 8.9. İlkin çeviricinin prinsipial elektrik sxemi

Sistemin bütün hissələrinin qarşılıqlı təsiri və uzlaşdırılması proqram təminatı yüklənmiş İS ilə həyata keçirilir. İdarə sözlərini (siqnalları) paralel adapterə və interval taymerinə köçürdükdən sonra taymerin sayğacının ünvanı üzrə mühərrikin başlanğıc fırlanma sürətinin verilməsi həyata keçirilir. Bu qiymət əvvəlcədən MK-nın yaddaşında saxlanılırdı. Mühərriki işə salmaq üçün lazım olan müddət altproqram kimi istifadə olunan gecikmə proqramı ilə formalaşdırılır. Gecikmənin müddətinin qiyməti MP-nin registrində lazım olan sayı yazmaqla təmin edilir. Mühərrikin fırlanma tezliyi haqqında informasiyanın daxil edilməsi tezlik ölçənin “işəsalma” siqnalı ilə MP-nin akkumulyatorundan idarəedici kodun adapterin KC kanalına verilməsi, tezliyin koda çevrilməsinə olan gecikmənin həyata keçirilməsi və informasiya kodunun KA kanalı üzrə MP-nin B registrinə daxil edilməsi yolu ilə həyata keçirilir. Qeyri-bərabərliyin qiyməti və işarəsi təyin edildikdən sonra idarəedici təsirin yeni qiyməti hesablanır və proses təkrarlanır. Yeni qiymət MK-nın yaddaşına yazılır.

Bu sistemin sərt məntiqə malik sistemlərdən üstün cəhəti istənilən iş rejimlərinin proqramlaşdırıla bilməsindədir.

**Qeyd:** Elektron sxemlərdə istifadə olunan elementlərin şərti qrafiki işarələnməsi **əlavə 1**-də, ən geniş yayılmış cihazların o cümlədən, integral mikrosxemlərin əsas parametrləri, istismar şərtləri tətbiq sahələri, onlar əsasında qurulan bəzi qurğuların sxemlərinin hesabatına nümunələr **əlavə 2**-də, yarımkeçirici elektron cihazlarının, onlar əsəsindəki qurğuların parametrlərinin və qoşulma sxemlərinin təhlilinə dair misallar **əlavə 3**-də verilmişdir. Eyni zamanda əlavələrdə geniş tətbiq olunan rəqəm mikrosxemlərinin markaları və qoşulma sxemlərinə nümunələr, ilkin siqnalların gücləndirilməsi, müqayisə olunması, ARÇ və RAÇ-larda çevrilməsini təmin edən analog mikrosxemlərinin, ilk növbədə əməliyyat gücləndiriciləri və komparatorların da geniş yayılmış növlərinin təsnifatı, parametrləri və praktiki sxemləri verilmişdir.

## 9. MİKROPROSESSORLU SİSTEMLƏRİN TEXNİKİ VASİTƏLƏRİ

### 9.1. Mikroprosessorlu sistemlərin arxitekturası

#### 9.1.1. MP-li sistemlərin ümumiləşmiş arxitekturası.

Mikroprosessor (MP) rəqəm məlumatlarını emal edən qurğudur və daimi yaddaş qurğusu ilə təchiz oluna bilər. Daimi yaddaş qurğusu bir qayda olaraq proqramlaşdırma üçün istifadə edilir.

İlk MP – lər bir yarımkeçirici kristaldan ibarət idilər. Lakin onların tətbiqi göstərdi ki, avtonom işləyə bilən hesablayıcı və ya idarəedici sistemlərin yaradılması üçün MP - yə bir sıra rəqəm İS – lər əlavə etmək lazım gəlir. Belə İS – lərə yaddaş sxemini, giriş/çıxış qurğusunu, proqram təminatı daxil etmək üçün qurğu və s. aid edilə bilər.

MP üçün İS – lər mikroelektronika ilə hesablama texnikasının qarşılıqlı inkişafı nəticəsində yaranmışdır. Kristal üzərindəki elementlərin sıxlığının artması və rəqəm strukturların yüksək cəldliyi hesablama texnikası vasitələrinin yeni nəslinin yaranmasına səbəb olmuşdur. İndi EHM element bazasını böyük funksional mürəkkəbliyə malik sxemlər təşkil edir. Belə BİS – lərə ilk növbədə mərkəzi prosessor elementi aid edilə bilər. Daimi və operativ yaddaş sxemlərini, idarə, çevirmə və uzlaşdırma sxemlərini və s. belə BİS – lərə aid etmək olar.

Arxitektura və strukturuna görə MP “böyük” EHM – nin prosessoruna uyğundur. “Mikroprosessor” sözü prosessorun bir və ya bir neçə İS – də yaradıldığına işarədir. MP – lər müasir mikro – EHM – nin əsas funksional hissəsidir.

MP – lər funksional imkanlarından asılı olaraq universal və xüsusi MP – lərə bölünürlər.

Universal MP – lər dedikdə, mərkəzi prosessorun funksiyalarını və xüsusiyyətlərini özündə birləşdirən MP – lər başa düşülür. Bu MP – lər adətən proqramla idarə olunur.

Xüsusi MP – lər dedikdə isə, konkret bir məsələni həll edən, müəyyən parametrlərə görə optimallaşdırılmış, tətbiq sahəsi məhdud olan MP – lər başa düşülür. Belə MP – lərin işləməsi proqramla yox, funksional sxemlə həyata keçirilir.

MP – nin arxitekturası dedikdə, onun daxili təşkilinin prinsipi, ayrı – ayrı qurğuların konkret məntiqi strukturu, əməllər yığılımı və aparat hissəsi ilə proqram hissəsi arasındakı qarşılıqlı əlaqə başa düşülür.

İstehsal olunan universal MP – ləri konstruktiv əlamətə görə iki növə ayırmaq olar.



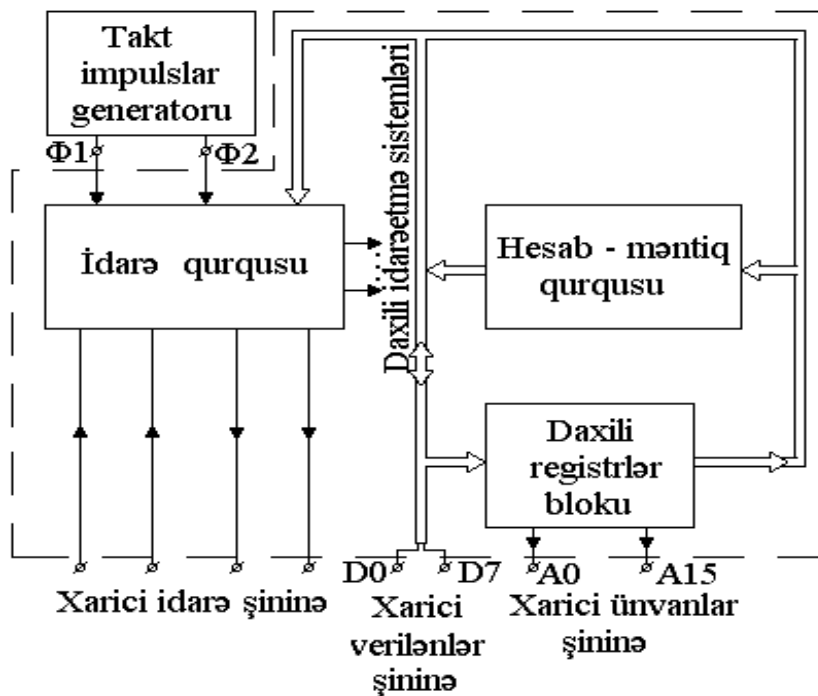
- sözün uzunluğu fiksə olunan və müəyyən əmrlər sisteminə malik birkristallı MP – lər;
- sözün dərəcəsi artırıla bilən və mikroproqramla idarə olunan çoxkristallı MP – lər.

Bir kristallı MP – lər (o cümlədən də çoxkristallı MP – lər) hesab – məntiq qurğusundan (HMQ), idarəedicici qurğudan və daxili registrlər blokundan təşkil olunur (şək.9.1).

Hesab–məntiq qurğusu MP – nin özəyidir və sürətli köçürmə sxeminə malik ikilik cəmləyicidən, sürüşdürücü registrdən və operandları müvəqqəti yadda saxlayan registrlərdən təşkil edilmişdir. Bu qurğu adətən əmrlərin köməyi ilə bir neçə sadə əməliyyatları – toplama, sürüşdürmə, göndərmə, məntiqi toplama, çıxma, məntiqi vurma, 2 moduluna görə toplama və s. əməliyyatları yerinə yetirir.

Registr ikilik məlumatı müvəqqəti yadda saxlayan elektron qurğudur. O, triggerlər üzərində yaradılır. Triggerlərin ümumi sayı registrin dərəcəsini müəyyən edir. Registrin hər bir triggeri ikilik sayın bir dərəcəsini daxil etmək, yadda saxlamaq və xaric etmək üçün istifadə edilir. Registrin dərəcəsi onda yadda saxlanılan sözün uzunluğuna uyğun olur.

Məlumatı daxil etmək, yadda saxlamaq və xaric etmək üçün istifadə edilən registrlər toplayıcı registrlər adlanır. Sürüşdürücü registr bu funksiyalardan əlavə ikilik sayı sola və yaxud sağa, bəzən hər iki tərəfə sürüşdürür.



Şəkil 9.1. Mikroprosessorun ümumiləşdirilmiş struktur sxemi

İdarə qurğusu HMQ-nin və daxili registrlərin işinə rəhbərlik edir. Bu qurğu əməliyyatın koduna uyğun olaraq, MP – nin bloklarının idarə siqnallarını formalaşdırır. Əmrin ünvan hissəsi idarə siqnalı ilə birlikdə yaddaş qurğusunun müəyyən yuvalarından məlumatları oxumaq üçün istifadə edilir. İdarə qurğusunun siqnalları vasitəsilə yeni növbəti əmr seçilir.

Daxili registrlər bloku hesab - məntiq qurğusunun imkanlarını genişləndirir və MP – nin daxili yaddaş funksiyasını yerinə yetirir. Bu blok əmr və məlumatları müvəqqəti yadda saxlayır. Bu blok ümumi təyinatlı registrlərdən (RON) və xüsusi registrlərdən təşkil edilir. Bu registrlərə registr – akkumulyator, bufer ünvan registri, bufer məlumatlar registri, əmrlər sayğacı, stek registri, əlamətlər registri və s. aid edilir.

Ümumi təyinatlı registrlər MP – nin hesablama imkanlarını müəyyən edir. Onların sayı 4 – dən 64 - ə qədər ola bilər. Onların əsas funksiyası emal olunacaq məlumatları, yəni operandları yadda saxlamaqdır. Onlar, bununla bərabər, xüsusi registrlərin funksiyalarını da yerinə yetirirlər. Bütün bu registrlərin işinə proqramçı müdaxilə edə bilmir və onlara ifrat operativ yaddaş qurğusu kimi baxılır.

Registr–akkumulyator (toplayıcı) HMQ –nin yerinə yetirdiyi hesab və məntiq əməliyyatlarının aralıq nəticələrini və operandları müvəqqəti yadda saxlamaq üçün istifadə edilir. Registrin dərəcəsi məlumat sözünün dərəcəsinə bərabər olur. Adətən bütün məlumatların MP – yə daxil edilməsi və ondan xaric edilməsi akkumulyator vasitəsilə yerinə yetirir.

Bufer ünvan registri xüsusi registrdir və icra edilən əmrin ünvan hissəsini qəbul edir və yadda saxlayır. Başqa sözlə, xarici yaddaşda və ya başqa registrdə yadda saxlanılan sözün ünvanı ünvan şininə verilən ana qədər bu registrdə saxlanılır. Ünvanların mümkün sayı bu registrin dərəcəsi ilə müəyyən edilir.

Bufer məlumat registri yaddaşdan seçilən məlumat sözü məlumat şininə ötürənə qədər müvəqqəti yadda saxlamaq üçündür. Registrin dərəcəsi məlumat sözünün baytlarının sayı ilə müəyyən edilir.

Əmrlər sayğacı yerinə yetirilən əmrin baytları yerləşmiş yaddaş yuvalarının ünvanlarını özündə saxlayan sayğacdır. Proqramın əmrləri adətən yaddaşın ardıcıl yerləşmiş yuvalarında qeyd edilir. Bir baytlıq əmrlər üçün hər sonrakı yuvanın ünvanını göstərən ədəd əvvəlki yuvanın ünvanını göstərən ədəddən bir vahid böyük olur. Odur ki, növbəti yuvaya keçmək üçün əmrlər sayğacında qeyd edilmiş ədəd bir vahid artırılır və bu ədəd növbəti əmrin ünvanı olur. Əvvəlki əmrə qayıtmaq lazım gəldikdə isə sayğacın məzmunu bir vahid azaldılır.

Əmrlər registri ünvanı əmrlər sayğacında qeyd edilmiş növbəti əmrin kodunu qəbul edir və yadda saxlayır. İdarə blokunun siqnalının köməyi ilə ona registrdə yadda saxlanılan məlumat ötürülür.

Stek registri stekə və stek göstəricisinə ayrılır. Stek sözü “ask” ingilis sözündən yaranmışdır və ştabel (nizamla yığılmış) kimi tərcümə edilir. MP – də stek ünvanları yadda saxlayan (altproqramlara müraciət zamanı geri qayıtma əmrləri halında) və ya daxili registrlərin vəziyyətlərini yadda saxlayan (kəsilmələrin emalı zamanı) registrlər yığımından ibarətdir. Bu yığım elə təşkil edilir ki, ünvan və ya məlumat sözü “axırncı daxil olan birinci xaric olur” prinsipi ilə seçilə bilsin. Stekə növbəti sözün yazılması zamanı onda yerləşmiş sözlər stekdə bir registr aşağı yerini dəyişir. Söz stekdən xaric edildikdə, onda qalmış sözlər bir registr yuxarı sürüşür. Stek ancaq MP – nin daxili registrlərində yerinə yetirilə bilər. Stek, həmçinin xarici operativ YQ – nun onun üçün ayrılmış zonasında yerləşə bilər.

Stek göstəricisi – stek zirvəsi adlanan axırncı yuvanın (özəyin) ünvanını yadda saxlayan registrdir. Registrdə qeyd edilmiş ədəd stekin zirvəsinin harada olduğunu göstərir. Stekə növbəti informasiya sözü yazıldığı zaman stek göstəricisindəki ədəd artır və əksinə, söz oxunarsa bu ədəd azalır. Bəzən sözün oxunması zamanı stek göstəricisində yadda saxlanılan ədədin dəyişməz halında istənilən yuvanın məzmunu pozulmur.

Əlamətlər registri bayraqlar adlanan triggerlər yığımına deyilir. Hesab – məntiq qurğusunun yerinə yetirdiyi əməliyyatın nəticəsindən asılı olaraq, hər bir trigger “0” və ya “1” vəziyyətinə çevrilir. Registrin məzmununu müəyyən edən bayraq bitləri “sıfır nəticə”, “nəticənin işarəsi”, “dolma” və s. şərti əlamətlərə görə siqnallar hasil edir. Prosessorun vəziyyətini xarakterizə edən bu siqnallar hesablamaların sonrakı yolunun (qaydasının) seçilməsi üçün əsas amildir.

Ümumi funksional əlamətlərə görə birgələşdirilmiş məlumat ötürmə xətləri qrupu **şin** adlanır. MP – də üç növdə şinlərdən – verilənlər, ünvan və idarə şinlərindən istifadə edilir.

Verilənlər şini iki istiqamətli şindir. Bu şin vasitəsilə məlumat MP – yə və yaxud MP – dən verilə bilər. Hər iki istiqamətdə eyni zamanda ötürmə mümkün deyil. Bu proses zamana görə ayrılır və bu məqsədlə zaman multipleksorlarından istifadə edilir.

Ünvan şini vasitəsilə məlumat ancaq bir istiqamətdə - MP – dən yaddaş modullarına və ya giriş – çıxış qurğusuna ötürülür. Əgər bu şin 16 xətdən ( $A_0 \dots A_{15}$ ) ibarət olarsa, onun vasitəsilə  $2^{16} = 65536$  sayda müxtəlif ikilik kombinasiyalar – ünvanlar təşkil etmək olar. Bunlardan hər biri müəyyən yaddaş elementinə və ya giriş – çıxış qurğusuna uyğun gəlir.

İdarə şini MP – nin daxili qurğularını və sistemin bütün modullarının işinin sinxronlaşdırılması, qarşılıqlı təsirini təmin edən siqnalları ötürmək üçündür. İdarə şininin xətlərinin bir hissəsi MP – dən çıxan siqnalları, digər hissəsi isə MP – yə daxil olan siqnalları ötürmək üçündür.

### **9.1.2. MP-li sistemlərin magistral-modullu arxitekturası.**

Mikroprosessor sistemində (MPS) verilmiş proqramın yerinə yetirilmə prosesi təşkil olunur, və bu zaman ən müxtəlif məsələlər verilmiş MP-yə xas olan əməllərin (onun əməllər sisteminə daxil olan) ardıcılığının yerinə yetirilməsi yolu ilə həll edilir. Əmələndirici elementi MP olan hesablayıcı, nəzarət-ölçmə, yaxud idarəetmə sistemləri MPS-lərə aiddirlər.

Praktiki olaraq, MPS-in strukturu həmişə magistral-modullu olur. Belə strukturda, öz aralarında zamana görə ayrılma rejimində növbə ilə informasiya mübadiləsi aparan müxtəlif modulların (blokların) qoşulduğu magistrallar (şinlər) qrupu olur.

“Şinlər” termini, sayı şinlərin dərəcəsi ilə təyin olunan dövrlər (xətlər) toplusuna aid edilir (deyilir).

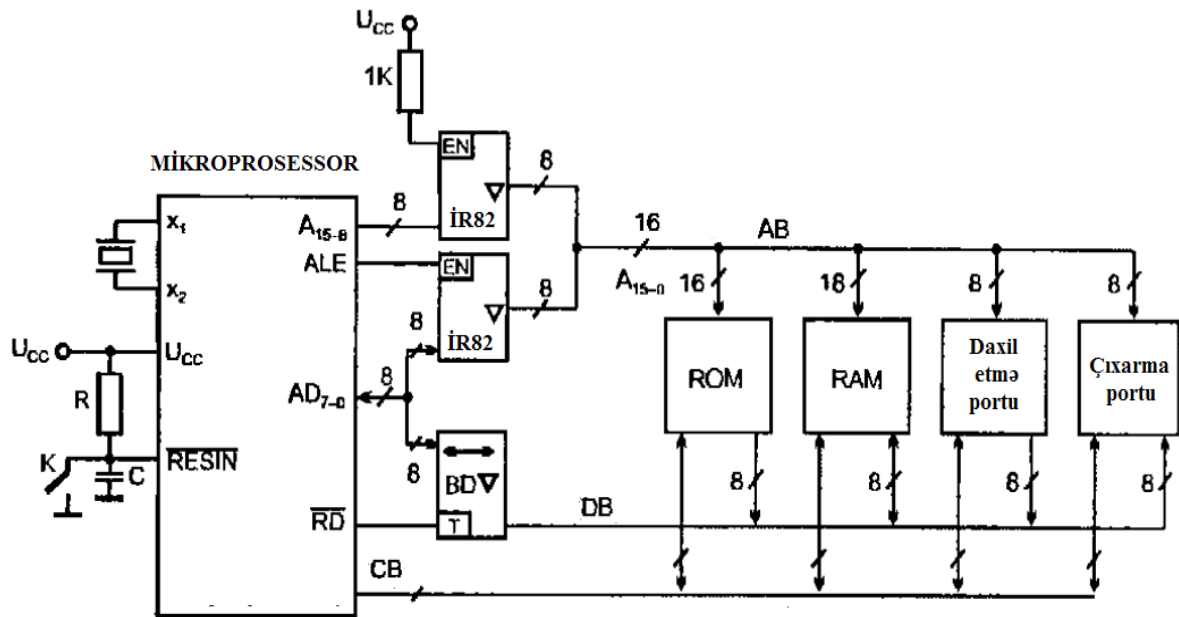
Tipik üç şinli MPS ünvan (ÜŞ), verilənlər (VŞ) və idarəetmə şininə (İŞ) malik olur. İngilis dilində bu şinlər AB (Address Bus), DB (Data Bus) və CB (Control Bus) adlanırlar.

Şək.9.2-də MP-li, multipleksli ünvan/verilənlər (məsələn, K1821BM85A MP-li) şininə malik olan mikroprosessor sisteminin strukturu verilmişdir.  $A_{15-6}$  xətləri ünvan şinləridir, onlardan sistemə 16 dərəcəli ünvanın böyük baytı ötürülür. Bu şinə EN icazə girişi üzrə daim açıq olan, xarici dövrlərlə əmələ gətirilən yükə işi təmin edən İR82 bufer registrində qurulan formalaşdırıcı qoşulmuşdur. Adətən MP-nin öz çıxışlarının məxsusi yük qabiliyyəti kifayət etmir.  $AD_{7-0}$  multipleklənir. İlk əvvəl Əsas əlaməti ALE (Address Latch Enable) siqnalının olması olan bu baytı İR82 registrinə yükləyən ünvanın kiçik baytını ötürür.

Registrin yüklənməsindən sonra ALE siqnalı götürülür, və registrin məzmunu prosessorun növbəti iş dövründə yenidən yüklənməsinə qədər dəyişməz qalır. Belə  $A_{15-0}$  ünvanına malik olan 16-dərəcəli ünvan şini formalaşdırılır. Bu ünvan ROM və RAM sabit və operativ yaddaş bloklarında istifadə olunur. Verilənlərin daxiləldilməsi və çıxarılması (xaricedilməsi) portlarının ünvanlanması səkkiz dərəcəli ünvan tələb edir, hansı ki, hər tip üçün 256-dan çox olmayan portlarla işləmək imkanına uyğundur. Portların ünvanını ünvan şininin istənilən yarısından götürmək olar (misal üçün götürülmüş MP-də hər iki ünvan yarımsinlərinin halları portların ünvanlanması təkrarlanır).

Ünvanın kiçik baytını ötürükdən sonra  $AD_{7-0}$  şini verilənlərin ötürülməsinə keçirilir. Bu ötürülmələr ikiistiqamətliyə, istiqamət T(Transit)

siqnalından asılı olaraq BD verilənlər buferi ilə verilir. RD (REad) siqnalının aktiv halında verilənlər sağdan sola, passiv halında isə əks istiqamətdə ötürülür. Verilənlər şininə MPS-in bütün modullarının çıxışları qoşulur.



9.2. Mikroprosessor Sistemi (MPS).

$X_1$  və  $X_2$  çıxışları MP-nin daxilində yerləşmiş takt generatorunun tezliyini quraşdıran kvars rezonatorunun, yaxud başqa konturların qoşulması üçün nəzərdə tutulub. Sistemin taktlanması kvarsın, yaxud digər konturun rezonans tezliyinin yarısına bərabər tezlikdə yerinə yetirilir, çünki generator, tezliyi 2-yə bölən və çıxışı MPS-in bütün modullarına taktlama siqnalı verən triggerə qoşulub. RESİN girişi (ucu) MP-ni ilkin vəziyyətinə gətirən asinxron atma (dəyişdirmə, çevirmə) girişidir. L siqnalı aktiv olur, atılma (dəyişdirmə) K açarının qapanması ilə yerinə yetirilir və  $U_{cc}$  qida gərginliyi qoşulan kimi baş verir. Bu halda RC dövrəsinin hesabına RESİN girişində gərginlik tədricən artır, qidalanma qoşulduqdan sonra müəyyən zaman müddətində aşağı olur (hədd qiymətindən aşağı), bu da RESİN siqnalının verilməsi ilə eyni qiymətlidir.

Proqramı yerinə yetirərkən, MP əmrləri bir-birinin ardınca yerinə yetirir. Əmr yerinə yetirilən əməliyyatı müəyyənləşdirir və onda iştirak edən operandlar haqqında məlumata malik olur. Əmr qəbul edildikdən sonra onun şifrinin açılması yerini yetirilir və gedişində MP zəruri verilənləri yaddaşdan, yaxud xarici qurğulardan alır. Yaddaş özəyi və xarici qurğular (portlar) ünvanlar adlanan, proqramda işarə olunan nömrələrə malik olur. Birişiqamətli ünvan şini üzrə MP mübadilə aparılacağı obyektə təyin edən ünvan göndərir, verilənlər (iki istiqamətli) şini üzrə sistemin modulları (blokları) ilə verilənlərin mübadiləsini aparır, idarəetmə şini üzrə idarə informasiyasının mübadiləsi gedir.

SYQ (ROM) fiksə olunmuş proqramı və verilənləri yadda saxlayır, enerjidən asılı olmayan qurğudur və qidalanma söndürüldükdə informasiya itmir.

OYQ (RAM) operativ verilənləri (dəyişən proqramları, hesablamaların nəticələrini və s.) yadda saxlayır, enerjidən asılı qurğudur və qidalanma söndürüldükdə informasiya itir. Qidalanma qoşulduqdan sonra sistemin iş qabiliyyətli vəziyyətə gətirilməsi üçün OYQ-ni (RAM) zəruri informasiya ilə yükləmək lazımdır.

Daxiletmə-çıxarma qurğuları, yaxud xarici qurğuları (XQ) – verilənlərin xaricdən MP-yə, yaxud yaddaşa, ya da MP-dən, yaxud yaddaşdan xarici mühitə ötürmək üçün texniki qurğulardır. XQ-nin qoşulması üçün onların siqnallarını, sözlərinin formatlarını, ötürmə sürətini və b. həmin MP ilə tanına bilən standart şəkilə gətirmək lazımdır. Bu qoşulmalar və uyğunlaşdırma adapterlər (daxiletmə-çıxarma interfeysləri) adlanan xüsusi bloklarla yerinə yetirilir. Qeyd etmək lazımdır ki, sistemin modulları arasında mübadilə proseslərini unifikasiya etmək (vahid şəkilə gətirmək) üçün nəzərdə tutulmuş aparat və proqram qurğularının toplusuna interfeys deyilir.

Sxemdə (şək.9.2) sistemin modulları böyüdülmüş göstərilmişdir. Adətən sistemin daxilinə göstərilmiş bloklardan başqa adapterlərdən mürəkkəb olan xarici qurğular – kontrollerlər də daxil olur. Onların sırasına ilk növbədə, kəsilmələr və yaddaşa birbaşa daxil olma kontrollerləri və s. aiddirlər. Həmçinin, klaviatura, displey, disk yaddaşı və s. üçün nəzərdə tutulmuş kontrollerlər mövcuddur.

Kəsilmələr kontrollerləri xarici qurğulardan gələn sorğulara xidmət üçün, yerinə yetirilən proqramın kəsilməsi (müvəqqəti dayanması) rejimində xarici qurğularla mübadiləni təmin edir.

Yaddaşa birbaşa daxil ola bilən kontrollerlər MP-nin iştirakı olmadan xarici qurğularla yaddaş arasında birbaşa əlaqə rejimini yaratmağa qulluq edir. MP tərəfindən mübadilənin idarə olunması zamanı xarici qurğular və yaddaş arasında verilənlərin ötürülməsi iki mərhələdə baş verir - əvvəlcə verilənlər mikroprosessorla qəbul edilir, sonra isə qəbulediciyə (alıcıya) verilir. Yaddaşa birbaşa daxil olma rejimində MP sistemin şinlərindən ayrılır və onların idarə olunmasını birbaşa daxil ola bilən kontrollerə ötürür, verilənlərin ötürülməsi isə bir mərhələdə - birbaşa mənbədən qəbulediciyə (alıcıya) ötürülməsi ilə yerinə yetirilir.

MPS-in tərkibinə çox vaxt zaman intervalları ilə bağlı olan əməliyyatları yerinə yetirmək üçün lazım olan müxtəlif siqnallar (intervallar, impulslar ardıcılığı və s.) formalaşdırılan proqramlaşdırıla bilən taymerlər də daxil olur.

### 9.1.2. MP-nin işləmə alqoritmi.

MP-də istifadə olunan proqramın əmrləri yaddaş yuvasında ardıcıl yerləşdirilir. Əmrlərin kodları strukturuna görə bir, iki və ya üç 8 - dərəcəli yaddaş yuvaları tələb edir. Müasir MP-lərdə əmr kodları 1-, 2-, 3- baytlı olur.

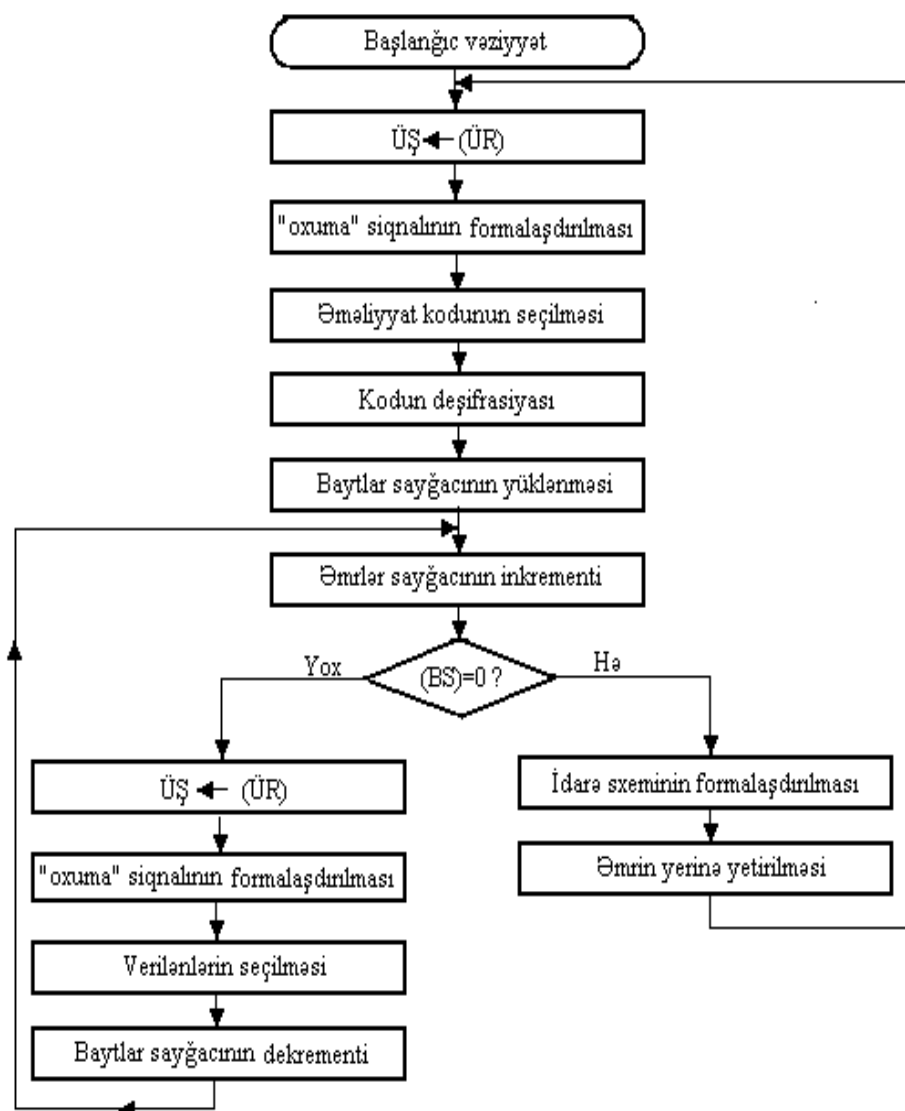
Birbaytlı əmrlər sadə yerinə yetirilir. Məsələn, B registrinin məzmununu C registrinə göndərmək üçün əmrin kodunda göndərmə əməliyyatının kodunu və B və C registrlərinin ünvanları göstərmək kifayətdir. Belə əmrin uzunluğu bir baytdan artıq olmur. Akkumulyatorun məzmununun yaddaş yuvasına göndərilməsi əmrində göndərmə əməliyyatının kodundan əlavə yaddaş yuvasının ikibaytlı ünvanı da göstərmək lazımdır. Aydın ki, belə əmrin kodu yaddaşın üç 8- dərəcəli yuvalarında yerləşdirilə bilər. Odu ki, əmrin yerinə yetirilməsi zamanı MP ardıcıl olaraq yaddaşın üç yuvasından əməliyyatın kodunu, yaddaş yuvasının kiçik baytını, sonra isə böyük baytını saymalıdır. Elə əmrlər var ki, əməliyyat kodundan əlavə birbaytlı operandlar da göstərilir. Belə əmrin kodu yaddaşın iki yuvasında yerləşdirilə bilər. Beləliklə, növbəti əmrin yerinə yetirilməsi zamanı əməliyyat kodunun oxunmasından əlavə MP-nin verilənlər üçün yaddaş yuvalarına neçə dəfə müraciət etməsinin lazım gəldiyi göstərilməlidir.

MP-nin işi, onun sıfıra gətirmə idarə signalının idarə şini vasitəsi ilə ötürülməsi ilə təmin edilən, başlanğıc vəziyyətə gətirilməsi anından başlayır (şəkil 9.3). Bu signal üzrə PC əmrlər sayğacına yaddaşın kiçik yuvasının ünvanı yazılır və sistemin ünvan şininə çıxarılır.

Yaddaşın kiçik yuvasında saxlanılan birinci əmrin yerinə yetirilməsi üçün onun kodunu oxumaq lazımdır. Bundan ötrü MP idarə şini vasitəsi ilə “oxuma” signalını göndərir. Əmrin kodu verilənlər şini vasitəsi ilə MP-nin əmrlər registrinə daxil olur. Sonra idarə qurğusunda əməliyyat kodu deşifrləmə olunur və baytlar sayğacına əmrin tam formalaşması üçün yaddaşdan nə qədər baytın oxunması lazım gəldiyini göstərən qiymət yazılır. Əmrin yerinə yetirilməsinin birinci fazası sona çatır və inkrement əməliyyatı ilə əmrin yerinə yetirilməsinin ikinci fazası başlayır. İkinci faza əmrin baytlar sayğacının “sıfır” vəziyyətində olmasının yoxlanması ilə başlayır. Əgər bu sayğacın məzmunu “sıfır” olarsa, verilənlər üçün yaddaşa əlavə olaraq müraciət etmək lazım gəlmir, əmr yerinə yetirilir, sonra isə ünvan şininə yaddaş yuvasının növbəti ünvanı çıxarılır.

Yaddaş yuvasında növbəti əmrin ancaq əməliyyat kodu yerləşə bilər. Əgər yaddaşa əlavə müraciət tələb olunarsa, bu halda baytlar sayğacının məzmunu “sıfır” olmur və ünvan şininə növbəti yaddaş yuvasının ünvanı çıxarılır, oxuma signalı formalaşır və verilənlər yaddaş yuvasından MP-yə göndərilir. Daha sonra baytlar sayğacının məzmunu bir vahid azalır, növbəti yaddaş yuvasının ünvanı hazırlanır və baytlar sayğacının məzmunu yenidən yoxlanılır. Verilənlərin

yaddaş yuvasından oxunma tsikli baytlar sayğacının məzmunu “sıfır” olana qədər təkrarlanır.



Şəkil 9.3. MP-nin işləmə alqoritmi

Bütün verilənlər yaddaşdan çıxarıldıqdan sonra əmr yerinə yetirilir, növbəti əmrin kodunu özündə saxlayan yuvanın ünvanı ünvan şininə çıxarılır. Xüsusi dayanma siqnalı verilənə və yaxud qida mənbəyi söndürülənə qədər MP öz işini yerinə yetirir.

## 9.2. Mikroprosessorlu sistemlərdə informasiyanın emalı prosesinin təşkili

**9.2.1. İnformasiya emalının təşkilinin struktur sxemi.** İdarə qurğusu iki əsas funksiyanı yerinə yetirməlidir: əməliyyatların yerinə yetirilməsinin idarə olunması və proqramın əmrlərini lazım olan ardıcılıqla seçmək, onları deşifrasiya etmək və əmrlərin yerləşmə sahələrini emal etmək.



Əmrlərin yerinə yetirilməsinin idarə olunmasının təşkilinə iki yanaşma mövcuddur. Birinci yanaşmada bütün  $n$  sayda idarə girişləri  $Y_i$  ayrıca  $n$ -dərəcəli şində birləşirlər və informasiyanın emalı (ötürülməsi) üçün alqoritmin hər bir addımında  $n$ -dərəcəli vektor (mikroəmır) vermək lazım gəlir. Bu vektorun hər biri - dərəcənin 1 və ya 0 qiyməti uyğun olaraq  $i$  idarə siqnalının yaranmasını və ya olmamasını təmin etməlidir. Bu üsul istənilən alqoritmi asanlıqla həyata keçirir, çünki hər addımda  $Y_i$  siqnallarının ancaq az bir hissəsi 1 qiymətinə malik olurlar və odur ki,  $n$ -dərəcənin az bir hissəsi istifadə olunur. Sistemin arxitekturasını və təyinatını analiz edərək eyni zamanda yaranmayan siqnallar qrupunu seçmək olar və belə hər qrupda idarəedici siqnalları formalaşdırmaq üçün deşifrasiya qurğusundan istifadə etmək olar.

İdarəetmənin təşkilinin bu üsulu mikroproqramlı idarəetmə adlanır. Əməliyyatların yerinə yetirilməsinin idarə qurğusunun (ƏYYİQ) bu tipinə malik MP-nin struktur sxemi şəkil 9.4,a-da göstərilmişdir.

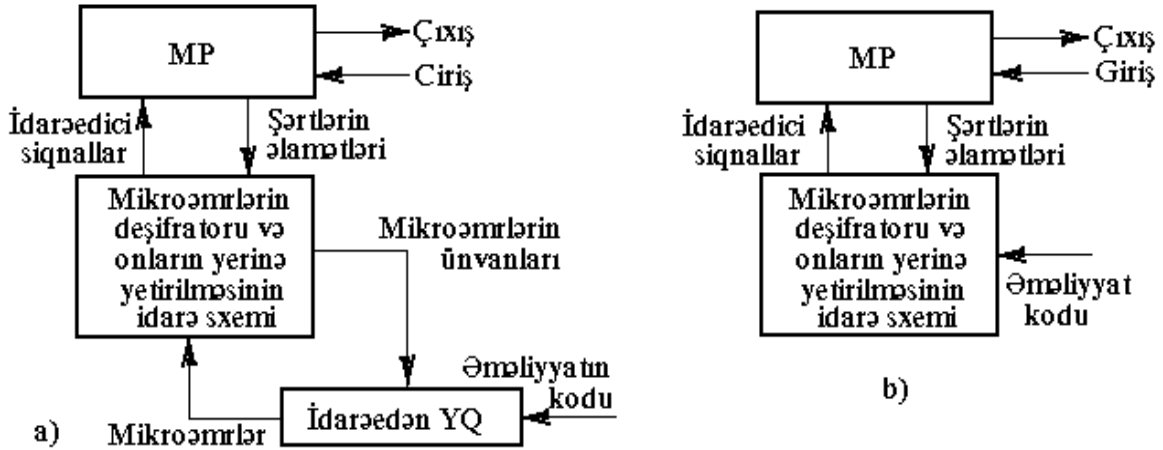
ƏYYİQ-nun tərkibinə idarəedici YQ, mikroəmrlər deşifratoru, idarə sxemi daxildir. İdarəedici YQ-da hər bir əməliyyat üçün mikroproqram adlanan mikroəmır (MƏ) yığılı yadda saxlanılır. Bu əmrlərin seçilməsi ardıcılıığı və yerinə yetirilməsi MP-nin emal hissəsində informasiyanın əmır koduna uyğun çevrilməsini təmin edir. Əməliyyatın koduna uyğun olaraq idarəedici YQ-dan bu əməliyyatın yerinə yetirilməsi mikroproqramının birinci mikroəmri seçilir və MƏ deşifratoruna və idarə sxeminə daxil olur. MƏ deşifratoru MƏ-nin əməliyyat hissəsinin kodunu deşifrasiya edir və MP-nin əməliyyat blokuna daxil olan idarəedici siqnalları hasil edir. MƏ-nin yerinə yetirilməsinin idarə sxemi MƏ-nin ünvan hissəsinin koduna görə və şərtlər əlamətinə görə növbəti MƏ-nin ünvanını formalaşdırır. Beləliklə, nəzərdə tutulan əməliyyatı yerinə yetirmək üçün mikroproqramın bütün MƏ-i bu qayda ilə seçilir və yerinə yetirilir.

MƏ-in idarəedici YQ-da saxlanması MP-nin əmrlər sistemində asanlıqla dəyişiklik aparmağa imkan verir. Belə ki, yeni əməliyyatın daxil edilməsi üçün YQ-da əməliyyatın yerinə yetirilməsi mikroproqramını yazmaq kifayətdir. Bu mikroproqram idarə üsulunun üstün cəhətidir. Lakin hər taktı YQ-na müraciət etmək lazım gəldiyindən ƏYYİQ-nun işləmə tezliyini məhdudlaşdırır.

İkinci yanaşmada bütün idarə girişləri ayrıca idarə blokunda cəmləşdirilir. Blok, daxil olan əmrləri deşifrasiya edir və ona uyğun olaraq, lazım olan siqnallar ardıcılığını hasil edir. İdarəetmənin təşkilinin bu üsulu sxem və ya sətir idarəetmə adlandırılır. Bu təşkil üsuluna malik MP-nin struktur sxemi şəkil 9.4,b-də göstərilmişdir.

Burada əmrlər deşifratoru qurğusu və idarə sxemi əməliyyatın kodunu deşifrasiya etməkdən əlavə əməliyyatı yerinə yetirmək üçün lazım olan bir neçə takt ərzində idarəedici siqnallar hasil edir (mikroproqram idarəetmədə isə ancaq

bir takt tələb olunur). İdarəedici siqnalların seçilməsi ardıcılığı şərtlərin əlamətlərindən asılı olduğundan, bu blok ƏYYİQ-da kifayət qədər mürəkkəb olur. Yeni əməliyyatın daxil edilməsi və ya köhnə əməliyyatın dəyişdirilməsi sxemin dəyişməsinə tələb edir. Strukturun sərt və mürəkkəb olması bu üsulun çatışmayan cəhətidir. Yüksək cəldlik isə əsas üstünlüyüdür.



Şəkil 9.4. İnformasiyanın emalının təşkilinin struktur sxemi:  
a) mikroproqramlı idarəetmə, b) sərt idarəetmə

Nümunə kimi iki əmrin yerinə yetirilməsi prosedurasına baxaq (şək.9.5-ə bax).

ÜTR –ə daxil olan R1 registrinin məzmununu ÜTRiin digər R2 registrinə yazmalı.

MP-nin konkret arxitekturası əmrin yerinə yetirilməsi üçün lazım olan taktları müəyyən edir:

Takt 1: ÜTR blokunda R1 registrini seçməli (R1 registrin ünvan kodunun  $A_0 - A_3$  ünvan girişlərinə verilməsi), R1-in məzmununun B şininə oxunması ( $Y_{17}=0$  - oxuma), B şinindən informasiyanın qəbul edilməsi və BR-ə ötürülməsi ( $Y_{10}=1$ );

Takt 2: BR-in məzmununun HMQ vasitəsilə nəticə registrinə (NR) ( $Y_1=Y_2=Y_3=Y_4=1, Y_5=1, Y_7=1$ ) ötürülməsi, ÜTR blokunda R2 registrinin seçilməsi (R2 registrin ünvan kodunun  $A_0 - A_3$  ünvan girişlərinə verilməsi), NR-nin məzmununun R2 registrinə yazılması ( $Y_{17}=1$ ).

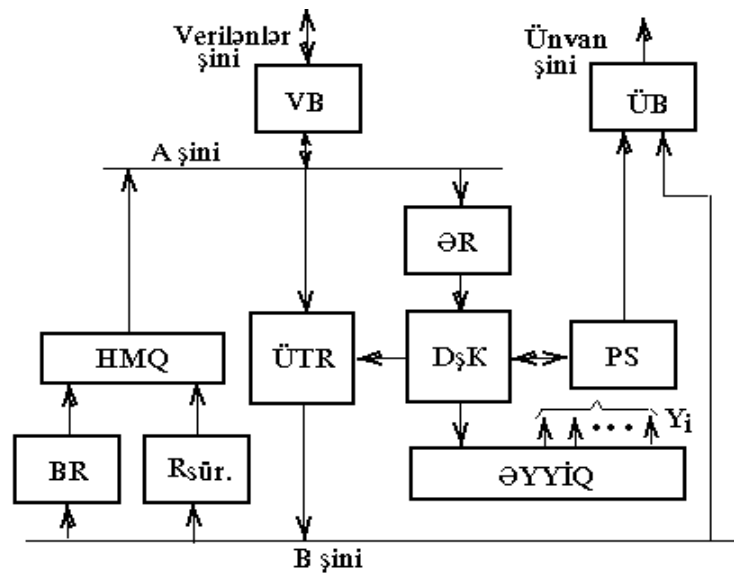
Bir takt təşkil edən bütün əməliyyatlar eyni zamanda yerinə yetirilir. Əgər hər bir takt bir takt impulsuna uyğun gələrsə, aydındır ki, birinci taktdan sonra lazım olan söz BR registrində, ikinci taktdan sonra isə R2 registrində olacaqdır.

R1 və R2 registrlərinin məzmunlarını cəmləməli və nəticəni R2 registrinə köçürməli:

takt1: ÜTR blokunda R1 registrini seçməli (R1 registrinin ünvan kodunu  $A_0 - A_3$  ünvan girişlərinə verməli), R1-in məzmununun B şininə oxunması ( $Y_{17}=0$ ), BR-də bu informasiyanın qəbul edilməsi ( $Y_{10}=1$ );

takt2: ÜTR blokunda R2 registrini seçməli (R2 registrinin ünvan kodunu  $A_0 - A_3$  ünvan girişlərinə verməli), R2-in məzmununun B şininə oxunması ( $Y_{17}=0$ ), R<sub>sür</sub>-də bu informasiyanın qəbul edilməsi ( $Y_{12}=0, Y_{13}=0$ );

takt 3: BR-in məzmununun HMQ-da BR və R<sub>sür</sub> registrlərinin məzmunlarını cəmləməli ( $Y_1=0, Y_2=0, Y_3=0, Y_4=1, Y_5=0$ ), nəticənin nətiyə registrində (NR) qəbulu ( $Y_7=1$ ), ÜTR blokunda R2 regitrinin seçilməsi (R2 registrin ünvan kodunun  $A_0 - A_3$  ünvan girişlərinə verilməsi), NR-nin məzmununun R2 registrinə yazılması ( $Y_{17}=1$ ).



Şəkil 9.5. MP-nin struktur sxemi

MP, əmrləri lazım olan ardıcılıqla seçmək, onların deşifrasiyası, əmrlər sahəsinin məzmunundan asılı olaraq bir sıra əməliyyatların yerinə yetirilməsi və əməliyyat kodunun ƏYYİQ-na ötürülməsi funksiyalarını yerinə yetirməlidir. Bundan ötrü xüsusi vasitələr nəzərdə tutulmalıdır. Bu vasitələrə əmrlərin cari ünvanlarını yadda saxlamaq üçün proqram saygacını (PS), YQ-dan daxil olan əmrləri qəbul etmək və yadda saxlamaq üçün əmrlər registri (ƏR), operandların ünvanlarını və PS-nin məzmununu MP-un ünvan şininə vermək üçün sxem, verilənlərin xarici şinindən əmrlərin və verilənlərin ƏR-nə qəbulu sxemi, əmrlər deşifratoru və əmrlərin yerinə yetirilməsinə hazırlığın idarə olunması sxemi aid edilə bilər.

Göstərilən qovşaqları özündə birləşdirən MP-nin strukturu şəkil 9.5-də göstərilmişdir. MP iki verilənlər şininə –A və B şinlərinə malikdir.

Əmrlərin yerinə yetirilməsi ünvanları PS-da saxlanılır. Əmr PS-dan ünvan şininin yüklənmə qabiliyyətini artırmaq üçün istifadə olunan bufer ünvanı (BÜ) vasitəsilə əmrlər YQ-nun ünvan girişlərinə daxil olur. Əmrlər YQ-dan  $Y_1$  signalına görə seçilən əmr verilənlər buferi (VB) vasitəsilə ƏR-ə daxil olur. Əmrin kodu əmrlər deşifratoru (ƏDŞ) ilə deşifrasiya olunur, əmrin ayrı-ayrı sahələri (oblastı) analiz edilir və əməliyyat kodu ƏYYİQ-ya ötürülür. ƏYYİQ-su əməliyyatın koduna uyğun olaraq  $Y_i$  idarəedici siqnallar ardıcılığı hasil edir.

Əgər əməliyyatın yerinə yetirilməsi zamanı ÜTR-ə müraciət etmək lazım gələrsə, bu halda ƏDŞ ÜTR-in  $A_0 - A_3$  ünvan girişlərində registrin ünvanını verir. Əgər əməliyyatın yerinə yetirilməsi xarici YQ-na müraciətlə əlaqədardırsa, onda uyğun ünvan ÜB vasitəsilə ünvan şininə daxil olur. Əməliyyatın yerinə yetirilməsi prosesində PS-nın məzmunu dəyişir və növbəti əmrin seçilməsinə hazırlıq görülür. Əməliyyatın nəticəsi ÜTR-də saxlanılır və ya VB vasitəsilə MP-a nəzərən xarici qurğulara ötürülür.

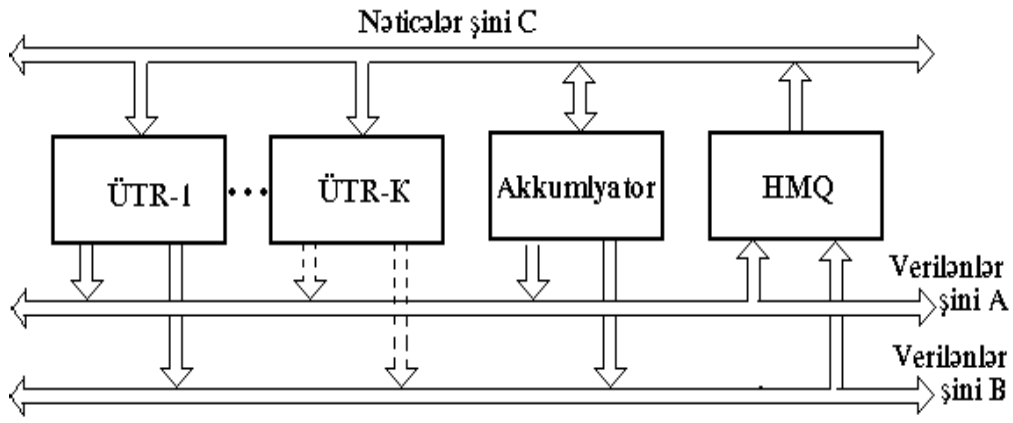
### **9.2.2. MP-li informasiya emalı sistemində şinlərin təşkili.**

İnformasiya axını MP-nin müxtəlif hissələri arasında şinlər vasitəsilə əlaqələndirilir (qapanırlar). Müasir MP-lər 1-, 2-, və ya 3-şinə malik olurlar. Bunlar arasında daha cəld işləyəni 3-şinli MP-dır (şək.9.5). Belə MP-da iki daxili A və B şinləri və bir nəticə C şini olur. C şini ilə eyni zamanda əmr sözləri axını göndərilir. Belə şinlərə malik MP daha cəld işləyir, çünki ÜTR-də saxlanılan verilənlər üzərindəki əsas əməliyyatlar (məsələn, cəmləmə) bir addım ərzində yerinə yetirilə bilər. Lakin, bu halda şinlərin kristal üzərində tutduğu sahə 16-29% təşkil edir. Odur ki, 3-şinli təşkil həm birkristallı, həm də çoxkristallı MP üçün xarakterikdir.

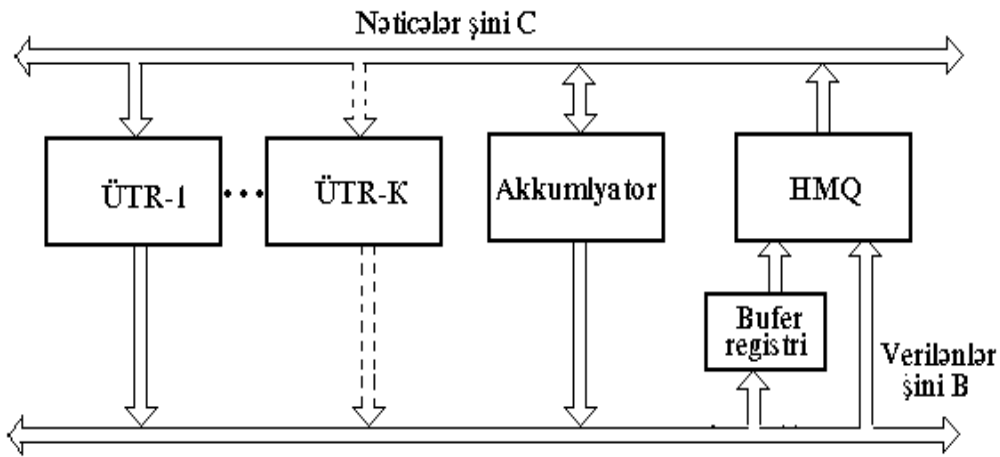
MP-nin 2-şinli təşkili operandlardan birini müvəqqəti yadda saxlamaq üçün heç olmasa bir bufer registri daxil etmək lazım gəlir (şəkil 9.6). Bu halda ÜTR-də saxlanılan cəmləmə kimi sadə əməliyyatlar iki takt ərzində yerinə yetirilir. 2-şinli təşkil şinlərin tutduğu sahəni iki dəfə azaldır (artıq kristalın ümumi sahəsinin 6,5 – 19 %-ni təşkil edir).

Kristal üzərində aktiv elementlərin yerləşdirilməsi nöqtəyi-nəzərindən 1-şinli təşkil daha sərfəli olur (3,5 – 10% yer tutur) (şəkil 9.7). Bu strukturda ÜTR-də saxlanılan verilənlərlə əməliyyatın yerinə yetirilməsi üçün 3 maşın taktı tələb olunur: 1-ci – operandlardan birini bufer registrinə göndərmək üçün, 2-ci – ikinci operandı ÜTR-dən akkumulyatora göndərmək üçün, 3-cü – əməliyyatın özünü yerinə yetirmək üçün.

Şinlər vasitəsilə ötürülən informasiya axını həm bir istiqamətli (məsələn, ünvanı ünvan registrindən əsas yaddaşa ötürən zaman), həm də iki istiqamətli (MP-nin iki təsadüfi registrləri arasında verilənlərin emalı halında) ola bilər.

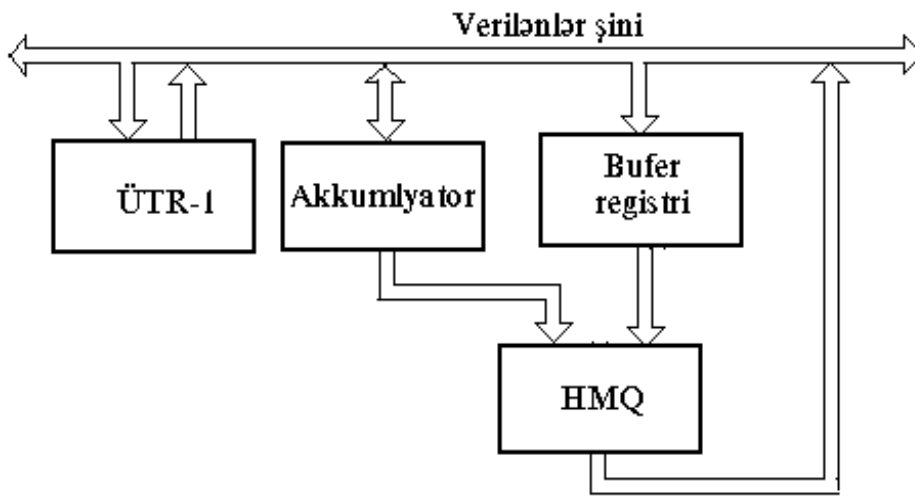


a)



b)

Şəkil 9.6. MP-nin: a) 3-şinli təşkili; b) 2-şinli təşkili.



Şəkil 9.7. MP-nin 1-şinli təşkili

Bir istiqamətli ötürmə şininin bütün dərəcələrində üç vəziyyətə malik sxemlərdən (üçstabil adlanan sxemlərdən) istifadə edilir. Bu sxemlərdə adi 0 və 1 siqnallarından başqa, üçüncü vəziyyət – yüksək çıxış müqaviməti vəziyyəti istifadə edilir. İkitərəfli mübadilə zamanı şin dupleks rejimində işləyir.

Şinlərin təşkilində bir neçə elementin (sorğu qurğusunun, registrin) çıxışlarının bir şinə qoşulması zamanı çətinlik yaranır. Bu məsələnin həllinin 3 yolu vardır: məntiqi birləşdirmə, açıq kollektora malik sxemlərin köməyi ilə birləşdirmə və üç vəziyyətli sxemlərin köməyi ilə birləşdirmə.

### **9.3. Mikroprosessorlu sistemlərdə yaddaşın təşkili və informasiyanın ötürülməsi prinsipləri**

#### **9.3.1. MP-də stek yaddaşı.**

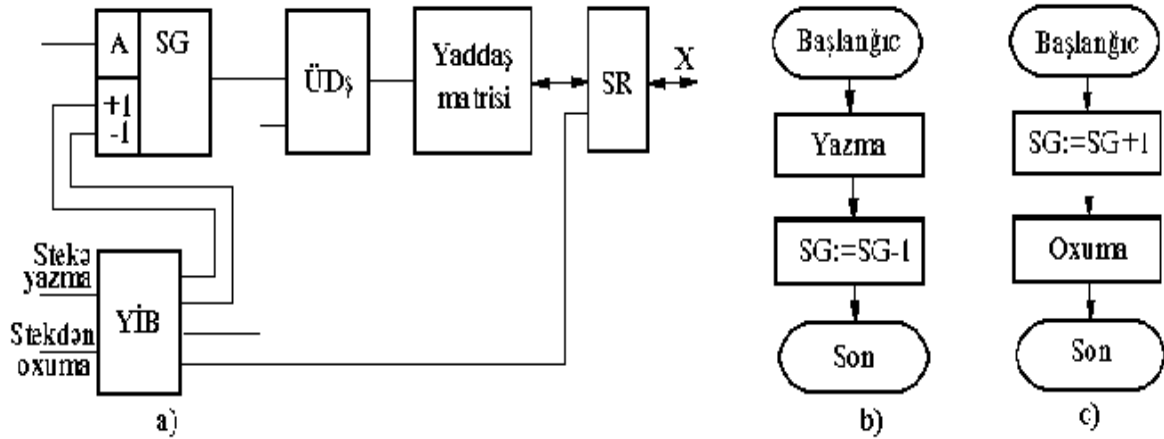
Bir çox MP –də proqram əmrlərini və əməliyyat kodlarını, ünvanları yadda saxlamaq üçün xarici (YQ) və daxili (ÜTR) yaddaş qurğularından istifadə edilir. Bunlara müraciət ünvan prinsipində olur. Bunlarla yanaşı MP-də maqazın yaddaşından - stekdən istifadə etməklə işləmək imkanı nəzərdə tutulur. Maqazın yaddaşından istifadə etdikdə müraciət zamanı ünvanın göstərilməsinə ehtiyac qalmır.

Maqazın yaddaşının təşkili şəkil 9.8-də göstərilmişdir. Yaddaş matrisinin yuvalarından birinin seçilməsi ünvan deşifratoru (ÜDŞ) vasitəsilə stek göstəricisi (SG) adlanan reversiv ünvan sayğacında yerləşən ünvan üzrə həyata keçirilir. Ünvanın başlanğıc qiyməti SG-nin A girişinə daxil olur. İş prosesində SG-nin vəziyyəti dəyişir. Belə ki, SG-nin məzmunu hər dəfə yazma zamanı 1 vahid artır, oxuma zamanı isə 1 vahid azalır. Yazma və oxuma rejimlərinin idarə olunması yerli idarə bloku (YİB) vasitəsilə həyata keçirilir.

İnformasiyanın yazılması zamanı giriş X informasiya sözü söz registrinə (SR) daxil olur və bu anda SG-də qeyd edilmiş (qərarlaşmış) ünvan üzrə yaddaşın matrisində yazılır. İnformasiya yazıldıqdan sonra çox qısa müddət ərzində SG-nin məzmunu 1 vahid azalır və beləliklə, növbəti yazılışa hazırlıq görülür (şəkil 9.8,b). SG-i həmişə növbəti giriş sözünün yazılması üçün boş yuvanı göstərir.

Oxuma zamanı YİB əvvəlcə SG-nin məzmununu 1 vahid artıran siqnal, sonra isə yaddaş matrisindən informasiyanı oxumaq siqnalını hasil edir. Nəticədə stekin çıxış dövrlərində sonuncu yazılmış X sözü yaranır (şəkil 9.8,c). Stekə ardıcıl olaraq  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ , sözləri yazılmışsa, birinci oxunma zamanı  $X_3$  sözü, ikinci oxunma zamanı  $X_2$  sözü, üçüncü oxunma zamanı isə  $X_1$  sözü oxunur. Stekin iş prinsipi «sonuncu yazılan birinci oxunur» qaydasına uyğun olur. Kodda stekə yazma və siekdən oxuma əmrləri olmadığından ünvan sahəsi

bu əməllərin dərəcələri qədər azalmış olur və buna uyğun olaraq əməllərin yerinə yetirilmə müddətləri də azalmış olur.



Şəkil 9.8. Stek yaddaşının təşkili strukturu.

MP-də 2 növ stekdən – daxil edilmiş və avtonom steklərdən istifadə edilir. Daxil edilmiş stek bütünlüklə MP-nin kristalında yerləşdirilir, yəni MP yaddaş matrisinə, stek göstərijisinə, ünvan deşifratoruna, söz registrinə və yerli idarə blokuna malik olur. Bu halda yaddaş tutumu (stekin dərinliyi) 16-32 bitdən çox olmur. Bu tip stekə malik MP-də sistemin xarici təsirlərə olan reaksiyasını azaltmaq üçün, adətən, proqram sayğacının məzmununu stekə yazan və kəsilmələrin emalı qurtardıqdan sonra onun bərpa edən anaparət vasitələri nəzərdə tutulur.

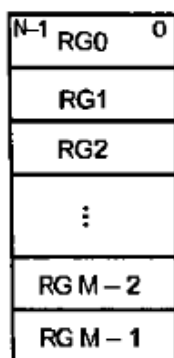
Avtonom stekin fərqi, yaddaş matrisi kimi MP-ra nəzərən xarici OYQ istifadə edilməsindədir. Kristalda, bilavasitə dərəcəsi ünvan şininin dərəcəsinə bərabər olan stek göstəricisi yerləşdirilir. Odur ki, stekin dərinliyi yaddaşın ünvanlanan həcminə bərabər ola bilər. OYQ-dan istifadə edilməsi stekə müraciət vaxtını və stekin dərinliyini kifayət qədər artırır. İşləmə cəldliyini kompensasiya etmək üçün avtonom stekə malik bir sıra MP-də kəsilmələr zamanı proqram sayğacının, akkumulyatorun, vəziyyətlər registrinin və s. qurğuların məzmunlarının yazılmasının və bərpasının aparat vasitəsi nəzərdə tutulur.

Steklə iş üçün MP-nin əməllər sistemində stekə yazma, stekdən oxuma, SG-nin məzmununu 1 vahid artırmaq, SG-nin məzmununu 1 vahid azaltmaq, SG-nin məzmununu registrə (yaddaşa) göndərmək, registrin (yaddaşın) məzmununu SG0nə göndərmək kimi əməllər nəzərdə tutulur.

### 9.3.2. Yaddaşın təşkili.

**Yaddaşın və xarici qurğuların idarə olunması.** Yaddaş, hər birinə öz ünvanı verilən özəklərdən ibarətdir. Prosessorun yarada bildiyi adreslərin toplusu MPS-in ünvan məkanını əmələ gətirir. Yaddaş ünvanları bütün ünvan

məkanını (ÜM), ya da onun bir hissəsini tuta bilər, yaddaş özü isə texniki realizasiyadan asılı olmayaraq, şərti olaraq sayı M, dərəcəsi N olan registrlər (özəklər) yığımı kimi təqdim oluna bilər (Şək.9.9)



Şək. 9.9. Yaddaşın şərti təqdim olunması

Xarici qurğular (XQ) da öz ünvanlarına malikdirlər. Prosessor öz işi zamanı yalnız bir yaddaş özəyini, yaxud, bir YQ seçməlidir. Belə seçmə ünvanın dekodlanması sxemləri ilə həyata keçirilir.

Yaddaşın və XQ-nin idarə olunması zamanı prosessor əvvəlcə, sonradan dekodlaşdırılan lazımı ünvanı formalaşdırmalıdır.

MPS-də ünvanların formalaşdırılmasının bir neçə üsulunu tətbiq edirlər.

1. *Birbaşa ünvanlanma.* Bu halda ünvan kodu yetirilməyə lazım olan əmrin tərkibində olur. Birbaşa ünvanlanma əlverişlidir, amma əmrləri uzadır (onların dərəcələrini artırır), belə ki, yaddaşın böyük həcmələrində ünvanların dərəcələri kifayət qədər böyükdür. Birbaşa registr ünvanlanması halında, hansı ki, operand prosessorun daxili registrlərindən birinin daxilində olur, ünvan kiçik dərəcəli olur, çünki belə registrlərin sayı azdır. Bu halda birbaşa ünvanlanma bütün üstünlüklərini göstərir.

2. *Dolayı ünvanlanma.* Bu halda əmrdə aşkar, ya da qeyri-aşkar şəkildə operandın ünvanına malik olan prosessorun registri göstərilir. Əmr öz kompaktlığını saxlayır, lakin onun yerinə yetirilməsi üçün ilkin köklənmə - ünvanın registrə (dolayı ünvan registrinə) yüklənməsi yerinə yetirilir. Dolayı ünvanlanma kökləmənin birdəfəlik yerinə yetirildiyi, növbəti ünvanın isə əvvəlkinin modifikasiyası ilə (onun bir vahid dəyişməsi ilə) alındığı halda siyahının emalı zamanı əlverişli olur.

Birbaşa ünvanlanma zamanı əmrdə operandın özü olur.

Sadalanan üsullardan əlavə daha mürəkkəb ünvanlanma üsulları: indeksli, nisbi və b. olur, lakin adi MP-lərdə onlar istifadə olunmurlar. Ünvanlanmanı müxtəlif növlərinin istifadə olunmasının mümkünlüyü proqramın həcmi və yerinə yetirilmə vaxtını azaldır.



Ünvanlanma mütləq, ya da qeyri-mütləq ola bilər. Mütləq ünvanlanma zamanı yaddaş özəyinə, yaxud XQ-yə yalnız bir vahid ünvanla müraciət etmək olar. Qeyri-mütləq ünvanlanma zamanı yaddaş özəyi (yuva), XQ üçün hər hansı bir ünvanlar zonası ayırmaq olar. Belə zonaların sayı ayrı-ayrı ünvanların sayından az olacaq, ona görə də zonaların göstərilməsi üçün kiçik ünvan dərəcəsi tələb olunacaq. Başqa sözlə mütləq ünvanlanma ünvanın tam, qeyri-mütləq isə qismən dekodlanmasını tələb edir ki, bu da dekodlaşdırmanı sadələşdirir. Qeyri-mütləq ünvanlanmanın istifadə olunmasının mümkünlüyü UM-də (ünvan məkanında) “xətti” məkan olduğu ilə bağlıdır. XQ-nin qeyri-mütləq ünvanlanmasının xüsusi halı xətti seleksiya (xətti seçim) adlanan ünvanlanmadır.

Sadə MPS-lərdə ünvan koduna iki hissədən ibarət olan kod kimi baxılır. Birinci hissə axtarılan ünvanlanma obyektinin yerləşdiyi səhifəni göstərir, digəri isə bu obyektin həmin səhifədəki ünvanıdır. Səhifə UM-in bu və ya digər sahəsidir, hansının olması yaddaş modulunun qurulduğu mikrosxemlərin təşkilindən asılıdır.

UM-in yaddaş və XQ tərəfindən istifadə olunması nöqtəyi-nəzərindən ümumi şinli və ayrı-ayrı şinli interfeys konsepsiyalarını fərqləndirirlər.

Birinci konsepsiya çərçivəsində yaddaş və XQ ünvanları üçün ümumi UM-in hissələri ayrılır. XQ-yə müraciət, eynilə yaddaş özəklərinə (yuvalarına) müraciət kimi, yəni eyni əmrlərin və eyni şinin köməyi ilə baş verir. Bu konsepsiyanın çatışmazlığı ÜM-in bir hissəsinin xarici qurğular tərəfindən tutulması hesabına ÜM –in yaddaş üçün sıxlaşdırılmasıdır. Üstünlüyü ondan ibarətdir ki, XQ-dən alınan verilənlər üzərində yaddaş özəklərində yerləşən verilənlər üçün prosessorun əmrlər sistemində olan bütün həmin əməliyyatları yerinə yetirmək olar. Belə əməliyyatlar çoxdur və bu proqramın parametrlərinin yaxşılaşdırılmasına və proqramlaşdırmanın sadələşdirilməsinə şərait yaradır. “Ümumi şinli” konsepsiyasını həm də *daxiletmə/çıxarma, yaddaşda əks olunan* adlandırırlar. “Ayrı-ayrı şinli konsepsiyada yaddaş özəkləri və XQ öz ÜM-lərinə malikdirlər. Bu halda hansı tipli obyektə mübadilə aparıldığını müəyyənləşdirən idarəetmə siqnallarının olmasını tələb edir. Məsələn, İO/M yaddaşın, yaxud XQ-nin ünvanlandığını göstərən siqnal daxil edilir. Bu halda yaddaş bütün UM-i istifadə edə bilər. XQ ilə mübadilə zamanı yalnız İN portu üzrə daxiletmə və OUT portu üzrə xaricetmə əməliyyatları olur, və yaddaşda saxlanılan verilənlərlə işləmək üçün olan geniş əmrlər yığımını XQ-nin verilənlərinə tətbiq etmək imkanı itir.

Prosesorun müraciət edə biləcəyi ünvanlar diapazonu (yəni ÜM-in tutumu) ünvan şininin m dərəcəliyi  $UM = 2^m$  ifadəsi ilə əlaqəlidir. Məsələn, 16-

dərəcəli ünvan şini ilə  $2^{16} = 64 \times 1024 = 64K$ , 20-dərəcəli ünvan şini ilə 1M obyektə və s. ünvanlamaq olar.

ÜM, prosessorun müraciət etdiyi OYQ, DYQ və XQ bloklar tərəfindən istifadə olunur. ÜM-in göstərilən bloklar arasında paylanması müəyyən sərbəstliyə malik olan sistemin layihələndiricisi tərəfindən həyata keçirilir, belə ki, konkret prosessorların müəyyən oblastı müəyyən obyektləri ünvanlamaq üçün ayırmağa məcbur edən xüsusiyyətləri ola bilər.

Yazıların qısa olması üçün ünvanlar ÜM-də adətən, onaltılıq say sistemində ifadə edirlər, ÜM-in yaddaşının tutumunu qiymətləndirmək üçün çox vaxt  $K=2^{10}=1024$ , və ya  $M=2^{20}=1048576$  ölçü vahidlərindən istifadə olunur.

**Yaddaş modulunun qurulması.** Yaddaş modulu adətən bir mikrosxemdən yox, bir neçəsindən təşkil olunur. Yaddaş mikrosxemləri üçün tipik təşkil  $2^j \times k$  kimidir, burada  $k$  – cüt ədəddir:  $2^j \times$  -yadda saxlanılan sözlərin sayı;  $k$  – sözlərin dərəcəsidir. Əgər  $2^m \times n$  təşkilli yaddaş modulu tələb olunursa, ancaq  $2^j \times k$  təşkilli mikrosxemlər var və burada  $j < m$  və  $k < n$ , onda modulun səhifəlik təşkili zamanı onun tərkibi və strukturu aşağıdakı təsəvvürlərlə təyin olunur.

Yadda saxlanılan sözlərin dərəcəsinə lazım olana qədər artırmaq üçün paralel olaraq, bir neçə mikrosxem qoşulur. Bu,  $2^j$  qədər sözü yadda saxlaya bilən submodulu (səhifəni) əmələ gətirir.

Yadda saxlanılan sözlərin sayını  $2^m$ -ə qədər artırmaq üçün  $2^{m-j}$  qədər submodul tələb olunur. Sözlərin ünvanı submodul çərçivəsində mikrosxemlərin ünvan girişinə birbaşa daxil olan  $j$  kiçik ünvan dərəcələri ilə göstərilir, ünvanın böyük dərəcələri bu və ya digər submodulların işinin icazəsi signalının formalaşdırılması üçün istifadə olunur (şək. 9.10).

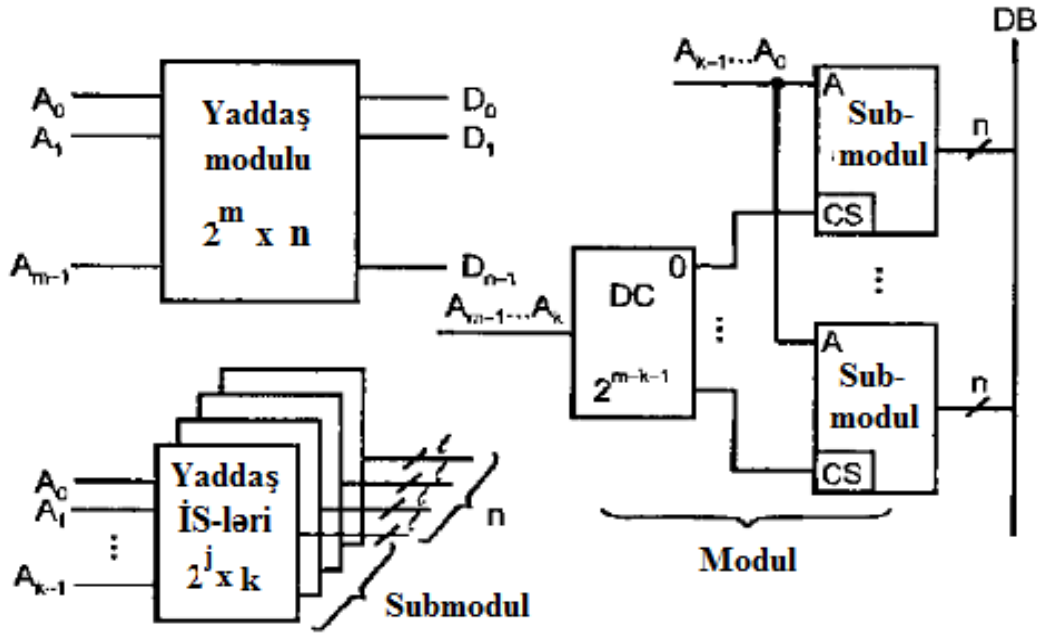
Mikro-EHM-də üç əsas sinif yarımkeçirici yaddaş qurğularından (YQ) istifadə edilir. Yarımkeçirici YQ ikilik məlumatı yadda saxlayan yarımkeçirici yaddaş elementlərinin yuva matrisi şəklində yaradılır.

İxtiyari seçməyə malik operativ yaddaş qurğusu (OYQ). Burada əsas iş rejimi yazma/oxuma rejimidir. OYQ əsasən verilənləri və aralıq hesablamaların nəticələrini yadda saxlayır.

Daimi yaddaş qurğusu (DYQ). Burada əsas iş rejimi oxuma rejimidir. Yazma prosesi ancaq bir dəfə hazırlanma prosesində həyata keçirilir. DYQ-da dəyişməz məlumatlar – proqramlar, altproqramlar, cədvəllər, sabitlər yadda saxlanılır. DYQ-nun xüsusi halı istifadəçi tərəfindən proqramlaşdırılan DYQ hesab olunur.

Yenidən proqramlaşdırıla bilən daimi yaddaş qurğusu (YDYQ). Burada informasiya yaddaş kristalının istismarı dövrü ərzində bir neçə dəfə yazıla bilər.

İstismar dövründə proqramın və ya sistemin funksiyalarının modifikasiyalarına ehtiyac olduqda, bu tip YQ çox faydalı olurlar.



Şək. 9.10. Yaddaş modulunun strukturu

Təşkili üsuluna görə YQ dinamik və statik olurlar.

MP üçün YQ konstruksiyasına görə aşağıdakı qruplara bölünür:

- emal hissəsi ilə birlikdə bir kristalda yerləşən registr tipli yaddaşdan, həcmi 8K olan OYQ və DYQ-dan ibarət qoşula bilən (vstroenniy) YQ;
- MP-yə nəzərən xarici olan ayrıja BİS şəklində yerinə yetirilən YQ;
- müxtəlif növlü (OYQ, DYQ, YDYQ) BİS-lər yığımından ibarət yaddaş platası.

Bir BİS xarici çıxışları məhdud olduğundan, bir kristalda YE matrisi ilə yanaşı ünvan deşifratoru, idarəedici və gücləndirici sxemlər yerləşdirilir.

#### **Yaddaşa müraciətin və mübadilənin idarəedilməsi sxemi.**

Ünvanlanma yalnız yaddaşın və XQ-nin idarə olunması prosesinin bir hissəsidir. Ünvanlardan başqa, mübadilənin istiqamətini verən oxuma və yazma strobları ( $\overline{RD}$  və  $\overline{WR}$ ), işləənin icazəsi siqnalı ( $\overline{CS}$ ,  $EN$ ), XQ-yə və ya yaddaşa müraciət ( $I/O/M$ ) əlamətləri olmalıdır. Processor adətən, minimal siqnallar qrupu hasil edir, harada ki sistem interfeysində bir qədər başqa qrup nəzərdə tutula bilər. O cümlədən, K1821BM85A mikroprocessoru üç siqnal: oxuma siqnalı  $\overline{RD}$ , yazma siqnalı  $\overline{WR}$  və ( $I/O/M$ ) siqnalı, yəni yüksək səviyyədə XQ-yə müraciət, və aşağı səviyyədə yaddaşa müraciət siqnallarını verir. Sistem interfeysində isə dörd siqnal sistemi istifadə olunur: yaddaşdan oxuma  $\overline{MEMR}$ , yaddaşa yazma  $\overline{MEMW}$ , XQ-dən oxuma  $\overline{IOW}$  və XQ-yə yazma  $\overline{IOR}$  siqnalları.

Siqnallar döürlüyünə çox asanlıqla aşağıdakı ifadələrdən keçmək olar:

$$\overline{MEMR} = \overline{RD} \cdot \overline{IO/M} = \overline{RD} \vee \overline{IO/M};$$

$$\overline{MEMW} = \overline{RD} \cdot \overline{IO/M} = \overline{WR} \vee \overline{IO/M};$$

$$\overline{IOR} = \overline{RD} \cdot \overline{IO/M} = \overline{RD} \vee \overline{IO/M};$$

$$\overline{IOW} = \overline{WR} \cdot \overline{IO/M} = \overline{WR} \vee \overline{IO/M};$$

Statik OYQ asinxron, və ya taktlanan ola bilər. Taktlanan OYQ-ər üçün hər hansı bir idarə etmə siqnalının impuls xarakterli olmasıdır (adətən, CS siqnalı). Bu halda yaddaşın işinin təkrar icazə verilməsi üçün ilkin olaraq, siqnalı passiv hala çevirmək lazımdır. Siqnala impuls xarakteri vermək üçün, xüsusi halda,  $CS = \overline{MEMR} \times \overline{MEMW}$  ifadəsini tətbiq etmək olar. Belə ki, nə oxuma, nə yazma siqnalı ( $\overline{MEMR} = \overline{MEMW} = 1$ ) təsir etməyən intervallarda  $\overline{CS}$  siqnalının passiv halı təmin edilir.

Bəzən mübadilənin şərti yaddaşın və ya XQ-nin ona hazır olmasıdır. Hazırlığın aşkar edilməsi üçün belə metod tətbiq edirlər: yavaş qurğunun ünvanının yaranması, lazımi uzunluğa malik olan tək impuls generatorunun işə salınmasına gətirir, belə ki, bu impulsun mövcud olduğu müddətdə RDY hazırlıq siqnalı götürülür. Hazır olmamaq intervalının müddəti yavaş işləyən qurğunun tələblədinə uyğun hesablanır. Prosessor hazır olma siqnalının yaranmasını gözləyir və yalnız onun yaranmasından sonra mübadilə əməliyyatını yerinə yetirir. Zaman itkilərindən qaçmaq üçün hazır olmamaq intervalını, onu MPS-in sinxroimpulslarına bağlamaqla generasiya etmək daha yaxşı olar.

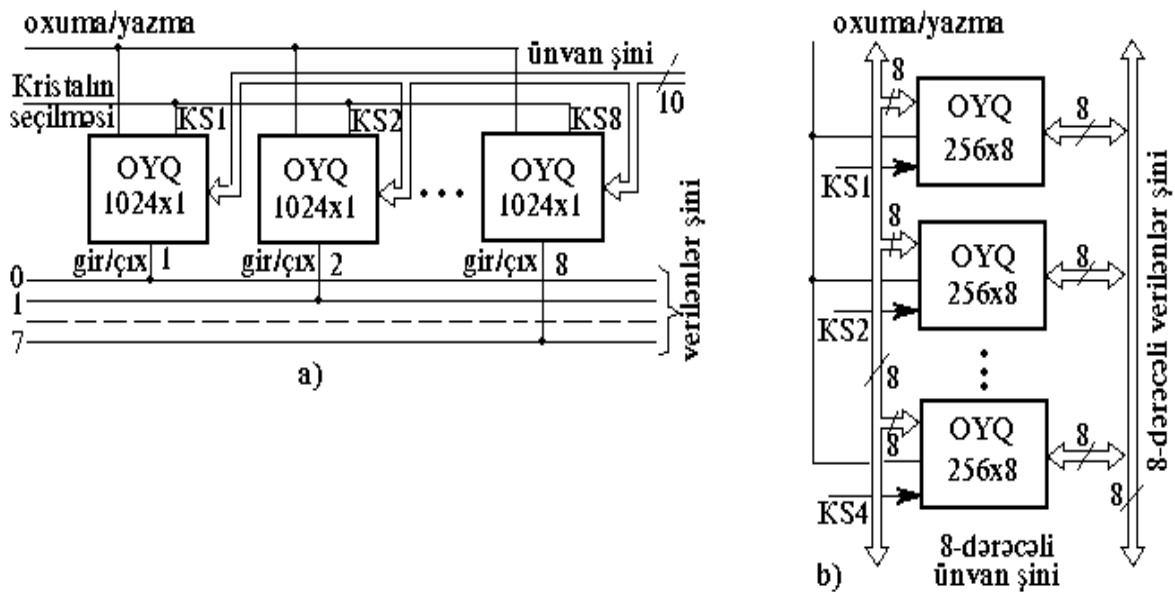
**Çoxkristallı yaddaşın təşkili.** Yaddaşın həcmi və sözün dərəcəsi artırmaq üçün yaddaş elementlərini həm «üfiqi», həm də «şaquli» istiqamətlərdə artırmaq lazım gəlir.

«Üfiqi» istiqamətdə artırma müəyyən söz sayında yaddaşın lazım olan dərəcəsi almağa imkan verir. Şaquli istiqamətdə artırma isə müəyyən dərəcə halında yaddaşın tələb olunan həcmi almağa imkan verir. Məsələn, 1024x1 və 256x8 təşkilinə malik olan BİS OYQ-nun həcmi 1024x8 sözdən ibarət olan operativ yaddaşa qədər artırılmasının şəkil 9.11-də göstərilən iki variantı vardır.

**Verilənlərin mübadiləsinin növləri.** Prosessorun verilənlərin yazılması və oxunması əməliyyatlarını yerinə yetirməsi *proqramlı-idarə edilən mübadilə, kəsilməli və yaddaşa birbaşa daxil olma* rejimlərində keçə bilər.

Birinci halda mübadilənin əsas təşəbbüsçüsü proqramdır. Həmişə mübadiləyə hazır olan qurğu ilə qarşılıqlı əlaqə və ya qurğunun hazır olmasını

gözləməklə. Sonuncu halda qurğunun vəziyyəti haqda xəbər verən siqnallar hasil edilir. Prosessor bu siqnalları analiz edir və qurğu hazır olduqda bu qurğuya xidmət etmə proqramını yerinə yetirir. Belə mübadilə böyük zaman itkiləri ilə müşayiət oluna bilər. Mübadilə aparılan xarici qurğuların cəld işləməsi (sürəti) çox hallarda prosessorun sürəti ilə müqayisədə olduqca kiçikdir. Qurğunun hazır olmasını gözləyərək, prosessor bir faydalı iş görmür, lakin hər tsikldə xarici qurğunun vəziyyətinin yoxlanılması ilə məşğuldur və böyük zaman intervalları müddətində boş dayanır.



Şəkil 9.11. BIS OYQ-nun həcmnin artırılması sxemləri

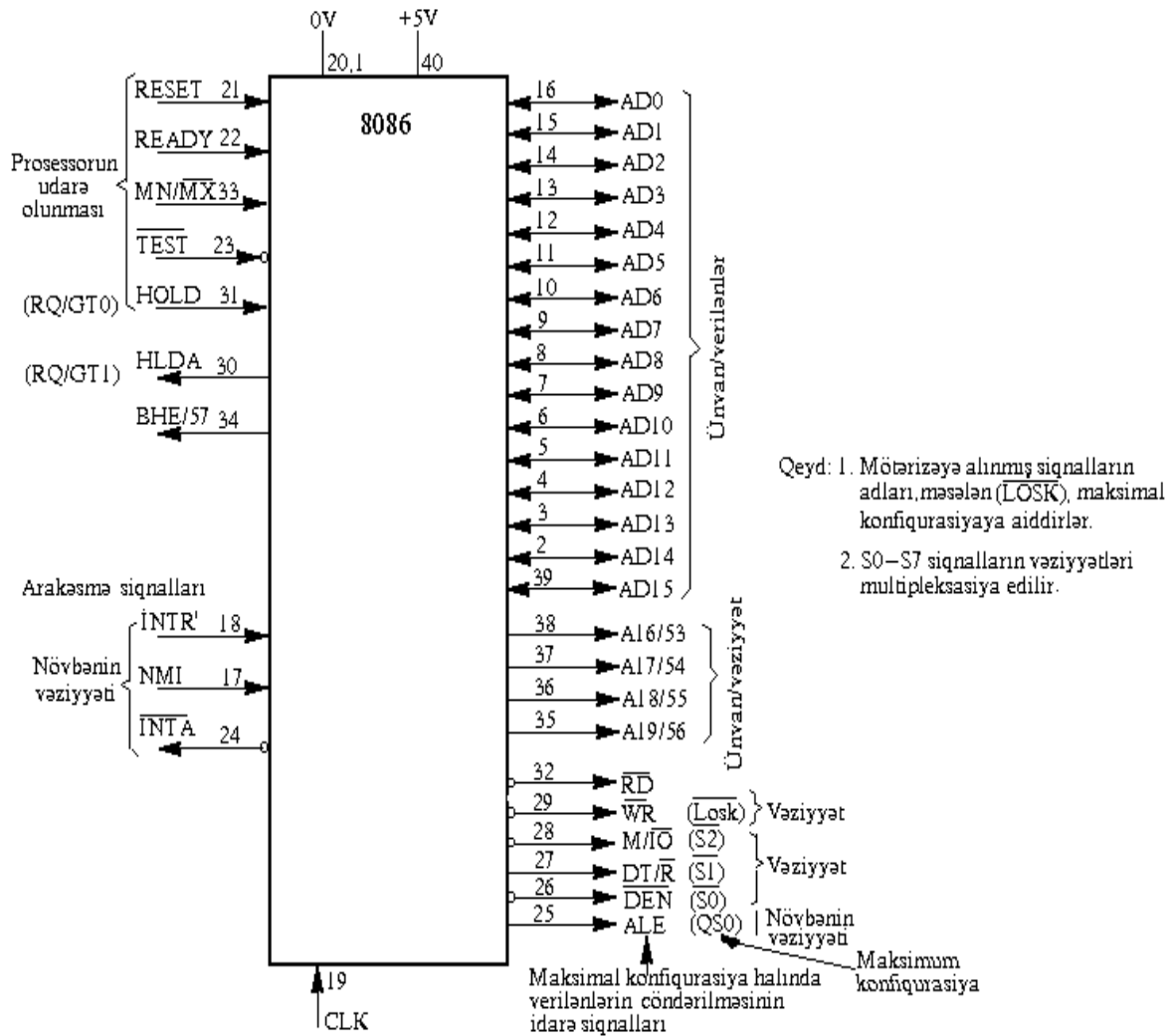
Kəsilmələr üzrə mübadilə zamanı gözləmə aradan qalxır, çünki mübadilə təşəbbüsü xarici qurğudan (XQ-dən) baş verir. XQ özü hazır olduqda prosessor işarə siqnalı verir, onu əsas proqramının kəsilməsi və mübadilənin xidmət olunması haqda sorğulayır. Prosessor cari əmrin yerinə yetirilməsini başa çatdırır və kəsilmələrin xidmət olunması altproqramlarına keçir. Uzun gözləmə intervallarının olmaması bu rejimdə MPS-in məhsuldarlığını xeyli artırır.

**9.3.3. İntel 8086 markalı 16-dərəcəli MP-də yaddaşın və verilənlərin ötürülməsinin təşkili.** İ8086 markalı mikroprosessorun misalında MP-li sistemlərdə yaddaşın, informasiyanın emalının və verilənlərin ötürülməsinin sxemotexniki xüsusiyyətlərinə baxmaq olar. MP İ8086 1978-ci ildə buraxılıb və İntel firmasının birinci 16-dərəcəli mikroprosessorudur. MP İ8086 MP sistemində BIS-lərdən biridir. Bu BIS-ə əlavə olaraq İ8284 – tezlik bölücüsünə malik takt impulsu generatoru və İ8288 – şin kontrolleri BIS-ləri qoşulur. BIS İ8288 prosessor maksimal konfigurasiya (MAXIMUM MODE) halında, yəni başqa

prosessorlarla birgə, işlədikdə istifadə olunur. MP İ8088 və İ8086 eynidirlər. Lakin MP İ8088 8-dərəcəli, MP 8086 isə 16-dərəcəli verilənlər şini ilə işləyirlər.

**Qeyd:** minimal konfigurasiya halında istifadə edilən siqnallar mötərizədə göstərilir, məsələn (HOLD).

**İ8086 və İ8088 MP-lərinin siqnalları.** Şəkil 9.12-də 40-çığışlı İ8086 və İ8088 tipli mikroprosessorların qoşulma sxemi, onun çığışlarının (uclarının) funksional təyinatı və giriş, çığış siqnallarının adları verilmişdir.



Şəkil 9.12. Intel8086 mikroprosessorunun xarici çığışları və siqnalları

**Mərkəzi prosessorun idarə edilməsi.** *RESET* - Sistemin başlanğıc vəziyyəti bu siqnalın müsbət cəbhəsi daxil olduqda həyata keçirilir. Kəsilmələrin və addımlarla iş rejimi bloklanır. Başlanğıc vəziyyət qərarlaşdıqdan sonra proqramın yerinə yetirilməsi yaddaşın ünvanı FFFF0<sub>16</sub> olan oblastından başlanır. Bu zaman DS, ES, SS və RS registrlərinin məzmunları 00<sub>16</sub> olur.

*READY* - yaddaşın və ya giriş/çıxış qurğularının verilənlərin qəbuluna və ya göndərilməsinə hazır olduqları haqqında prosessoru göstəriş üçündür. Bu siqnal aşağı səviyyəyə malik olduqda, 8086, *READY* yüksək səviyyəyə malik olana qədər, gözləmə rejimində qalır. Bu siqnal takt siqnalları kimi BİS 8284 vasitəsilə prosessoru daxil olur.

(*HOLD*) - Başqa qurğular bu siqnaldan sistem şininin istifadəsinə sorğu üçün istifadə edirlər. Bu siqnal yüksək səviyyəyə malik olduqda, prosessor 8086 cari şin dövrünün başa çatması ilə şinlərin açılması vəziyyətinə keçir (şinlər başqa qurğularla tutulur) və bu haqda, *HOLDA* siqnalına yüksək səviyyə verməklə, xəbər verir.

$\overline{TEST}$  Prosessorun proqramında  $\overline{WAIT}$  əmrinə rast gəldikdə, əgər  $\overline{TEST}$  siqnalı yüksək səviyyəyə malik olarsa, o, yüksüz iş vəziyyətinə keçir.

$MN / \overline{MX}$  Prosessorun iş rejimlərindən birini göstərmək üçün istifadə edilir:

a) Minimal konfigurasiya.  $MN / \overline{MX}$  kontaktına qida gərginliyi verdikdə prosessor 8086 minimal konfigurasiya rejimində qərarlaşır; 24 – 31 çıxışlarına  $\overline{INTA}$ ,  $\overline{ALE}$ ,  $\overline{DEN}$ ,  $\overline{DT / R}$ ,  $\overline{IO / M}$ ,  $\overline{WR}$ ,  $\overline{HLDA}$ ,  $\overline{HOLD}$  siqnalları verilir (həvalə edilir).

b) Maksimal konfigurasiya. Bu rejim,  $MN / \overline{MX}$  kontaktına «yerin» potensialını verməklə təmin edilir. Maksimal konfigurasiyada prosessor, adətən, 8288 şin kontrolleri ilə birgə işləyir. Bu kontroller MP 8086-nın digər prosessorlarla qarşılıqlı əlaqəsini təmin edir. 24 – 31 çıxışları  $\overline{QS1}$ ,  $\overline{QS0}$ ,  $\overline{S0}$ ,  $\overline{S1}$ ,  $\overline{S2}$ ,  $\overline{LOCK}$ ,  $\overline{RQ / GT0}$ ,  $\overline{RQ / GT1}$  siqnallarını ötürmək üçün istifadə edilir.

### **Verilənlərin göndərilməsinin idarə edilməsi**

$\overline{RD}$  Oxumanın idarə edilməsi siqnalı

( $\overline{WR}$ ) Yazmanın idarə edilməsi siqnalı

(*ALE*) Müsbət ALE impulsu göstərir ki, ünvanlar/verilənlər şinində yaddaşın dəqiq ünvanı yerləşmişdir (vardır).

( $\overline{DEN}$ ) Verilənlər şinində qəbul və ya ötürmə üçün icazə siqnalı vəzifəsini görür.

( $\overline{DT / R}$ ) Verilənlər şininin qəbul/ötürmə qurğuları vasitəsilə ötürmənin istiqamətini idarə edir. Maksimal konfigurasiya rejimində S1 –n yerinə yetirdiyi

funksiyaları yerinə yetirir. Sinyalın yüksək səviyyəsində informasiya prosessordan sistem şininə, aşağı səviyyəsində isə şindən prosessoru otürülür.

$\overline{M/IO}$  Giriş-çixış qurğularının iştirakı ilə əmrin yerinə yetirilməsi zamanı aşağı səviyyəyə, yaddaşa müraciət (informasiyanın çıxarılması) zamanı isə yüksək səviyyəyə malik olur (MP 8088 halında signal invers qiymət alır).

Yuxarıda təsvir olunan siqnalların çoxu, minimal konfigurasiya rejimində, bilavasitə prosessor tərəfindən hasil edilir. Maksimal konfigurasiyalı sistemdə şin kontrolleri 8288, S0, S1, S2 vəziyyətlərinin siqnallarından istifadə edərək, aşağıdakı idarəedici informasiyanı hasil edir:

$\overline{MRDC}$  Yaddaşdan oxuma əmri

$\overline{MWTC}$  Yaddaşa yazma əmri

$\overline{AMWC}$  Yaddaşa yazmanı təsdiqləyən əmr. Sinyal, yaddaşı, növbəti yazmanın MWTC –ə yazılmadan əvvəl baş verə biləcəyi haqqında xəbərdar edir.

$\overline{IORC}$  Giriş-çixışı oxuma əmri (giriş)

$\overline{IOWC}$  Giriş-çixışı yazma əmri (çixış)

$\overline{AIOWC}$  Giriş-çixışı yazma əmrinin təsdiqi (çixış)

Qeyd: Maksimum konfigurasiya üçün BİS 8288 aşağıdakı siqnalları da hasil edir:

DEN Verilənlərin otürülməsinə icazə. Bu signal prosessorun hasil etdiyi ( $\overline{DEN}$ ) signalının mənasını daşıyır, lakin invers olunmuş halda, yəni aktiv vəziyyəti yüksək səviyyəyə uyğun gəlir.

$\overline{DT/R}$  Verilənlərin otürülməsi/qəbulu

$\overline{ALE}$  Ünvan registrinə icazə

$\overline{INTA}$  Kəsilmənin təsdiqi

### Verilənlər və ünvan şinləri

- 8086: AD0 –AD15 Multipleksiya olunan ünvan/verilənlər şini  
A16 – A19 20-dərəcəli verilənlər şininin böyük 4 xətti
- 8088: AD0 –AD15 Multipleksiya olunan ünvan/verilənlər şini  
A16 – A19 20-dərəcəli verilənlər şininin böyük 4 xətti.

### Prosessoryn vəziyyəti

(HLDA) Bu çixış signalının yüksək səviyyəsi HOLD şininin tutulması üçün sorğu giriş signalının alınmasını təsdiqləyir. HLDA signalını verməklə, prosessor uyğun çixışları yüksək impedans vəziyyətinə gətirir.



A19/S6, A18/S5, A17/S4, A16/S3 İki funksiyanı yerinə yetirən bu xarici çıxışlar vasitəsilə əmr dövrünün sinxronlaşdırılmasının 1-ci dövrü ərzində ünvanın böyük 4 dərəcəsini xaric edirlər. Əmrin yerinə yetirilməsi dövrünün qalan hissəsində bu kontaktlar vəziyyətlər haqqında informasiyanı vermək üçündür.

S4	S3	
0	0	Əlavə seqment (oblast)
0	1	Stek seqmenti
1	0	Proqram seqmenti və ya qeyri/seqment
1	1	Verilənlər seqmenti

S5 kəsilməyə icazə bayrağının vəziyyətini əks etdirir

S6 mikroprosessor sistem şinini idarə etdiyi halda, aşağı səviyyəyə malik olur.

Processor maksimum konfigurasiya halında işlədiyi zaman,  $\overline{S0}$ ,  $\overline{S1}$ ,  $\overline{S2}$ , çıxışları, prosessorun vəziyyəti haqqındakı növbəti məlumatı 8288 şin kontrollerinə ötürmək üçündür:

$\overline{S2}$	$\overline{S1}$	$\overline{S0}$	
0	0	0	Kəsilmənin təsdiqi
0	0	1	Giriş-çıxışın oxunması
0	1	0	Giriş-çıxışın yazılması
0	1	1	Dayanma
1	0	0	Əmrin seçilməsi
1	0	1	Yaddaşın oxunması
1	1	0	Yaddaşa yazma
1	1	1	Aktiv deyil

QS0 və QS1 siqnalları əmrlərin növbəsi haqqında məlumat daşıyırlar:

QS0	QS1	
0	0	Əməliyyat yoxdur
0	1	Əmrin 1-ci baytı yerinə yetirilir
1	0	Növbə ləğv olunub
1	1	Növbədəki sonrakı bayt qəbul edilib

$\overline{RQ}/\overline{GT0}$  Sorğu/icazə xətti üç vəziyyətli idarəedilməni ötürmək üçündür. Mikroprosessor İ8088/İ8086 bu xətlə, mənfi impuls verməklə, sorğunun alındığını təsdiqləyir. Şini öz sərəncamına götürmüş qurğu öz işini

qurtardıqdan sonra şinin idarə edilməsini prosessora (ona ikinci mənfi impuls göndərməklə) qaytarır.

$\overline{RQ}/\overline{GT1}$ . RQ/GT0 siqnalına analoji olan aşağı üstünlüyə malik siqnaldır.

$\overline{LOCK}$  Sistem şininin idarəedilməsinin başqa qurğulara verilməli olmadığını göstərir. Bu siqnalın alınması proqram yolu ilə həyata keçirilir.

**Kəsilmələrin emalı.** İNTR - kəsilmənin sorğusunun giriş siqnalıdır. Əgər arakəsməyə icazə biti (1 qiyməti) qərarlaşıbsa və  $\overline{INTA}$  (kəsilmənin təsdiqi) siqnalı yüksək səviyyəyə malikdirsə, prosessor 8088/8086 əvvəlcə kəsilmənin təsdiqi prosedurasını yerinə yetirir. Sonra isə idarəetməni onun emalı proqramına ötürür.

$\overline{INTA}$  - Prosessorun kəsilmənin təsdiqi prosedurasını yerinə yetirdiyi müddətdə aşağı səviyyəli çıxış siqnalıdır. Maksimal konfigurasiyalı sistemdə  $\overline{INTA}$  8288 şin kontrolleri vasitəsilə hasil edilir.

NMI - kəsilmənin maskalanmayan giriş sorğu siqnalıdır və müsbət cəbhəsi ilə işə salınır. İdarəetmə, başlanğıc ünvanı 00008<sub>16</sub> olan, kəsilmələrin emalı proqramına (SERVICE) ötürülür.

#### 1. Qidalanma

0 V, 5 V bir +5 V gərginlik mənbəyi

#### 2. Tatklama

JLK 8284 BİS-nin hasil etdiyi tatkt siqnalı (2 – 5 MHz), kvars kristalının rezonans tezliyi prosessorun takt tezliyindən 3 dəfə çoxdur.

### 9.4. Verilənlərin yazılması və ötürülməsi vasitələri və qurğuları

#### 9.4.1. Proqramlaşdırma dili.

MP-də hər bir əmrin yerinə yetirilməsi idarə qurğusu tərəfindən hasil edilən idarə siqnallarının ardıcılığı ilə müəyyən edilir. Mikro-EHM-də müəyyən bir məsələni həll etməyə hazırlamaq üçün əmrləri idarə yaddaşında saxlanılan formada, yəni ikilik kodlarla, yazmaq olar. Lakin bu formada proqramlaşdırma aparmaq çox çətindir və proqramın səhsiz yazılması ehtimalı çox aşağıdır. Ona görə də, proqramlaşdırma zamanı əmrlərin bütün sahələrində (oblastlarında) simvolik təsvirlərdən istifadə edilir. Bu cür yazılmış proqram əl ilə və ya avtomatik olaraq (xüsusi proqramla) ikilik koda çevrilir.

Əmrlərin ikilik koda təsviri maşın dili, əmrlərin maşın dilində kodlanması isə proqramlaşdırma adlanır. Bütün əmrlərin simvolik işarələri Assembler dili, assembler dilindən maşın dilinə çevirən maşın proqramı isə Assembler adlanır.

Assembler dilində proqramlaşdırma prosesini sürətləndirmək üçün əmrlərin mnemonik işarələrindən istifadə edilir. MP-in çoxu latın əlifbasında yazılan xüsusi assembler dilinə malik olurlar.

Assembler dilində proqram hər biri ünvan, nişan, maşın kodu, mnemokod, operand və izahat (şərh) kimi 4 oblastdan (sahədən) ibarət olan ardıcıl ifadələrdən təşkil edilir. Ən sadə halda ancaq bir sahə – operator sahəsi ola bilər. Operand sahəsinin olması əmrin növündən asılı olur. Nişan proqramka istinad olunan ifadələrdə, məsələn, idarəetmənin ötürülməsi əmrləri üzrə istifadə edilir.

Proqram tərtib ediləndə, adətən, aşağıdakı ardıcılıq gözlənilir:

1. nişandən sonra iki nöqtə qoyulur;
2. izahat mətnindən əvvəl nöqtə-vergü qoyulur;
3. əmrlər sahəsi probel ilə ayrılır;
4. bilavasitə ünvanlı əmrlərdə operand sahəsində registrin nömrəsindən və ya yaddaş yuvasının ünvanından sonra registrə və ya yaddaş yuvasına yükləniləcək sabit göstərilir; sabitdən əvvəl vergü qoyulur;

Məsələn: BİLAVASİTƏ YÜKLƏMƏK B, - 5;

5. ikilik say sistemində göstərilən ədədlərdən sonra mötərizədə B hərfi, 16-lıq ədədlərdən sonra H hərf dayanmalıdır (10-luq ədədlərdən sonra əlavə işarə olmur);

6. indeks ünvanının əlaməti X hərfidir; Bu cür ünvanlamaya malik əmrlərdə X hərfi operand sahəsində ünvandan sonra qoyulur və ünvandan vergü ilə ayrılır.

Məsələn: CƏMLƏMƏ a, X; akkumulyatorun məzmununa ünvanı a və indeks registrinin məzmununun cəmi olan yaddaş yuvasının məzmununu əlavə etməli.

Proqramın işlənməsi adətən müxtəlif səviyyəli blok-sxemlərin ardıcıl olaraq təşkil edilməsi ilə başlayır. Bu sxemlər ümumiləşdirilmiş şəkildə və ya assembler dilinə tam uyğun olaraq təşkil edilə bilər.

#### **9.4.2. Giriş-çıxış qurğuları.**

Mikro-EHM –in xarici qurğularla, o cümlədən radiotexniki avadanlığın blokları ilə əlaqəsi giriş/çıxış qurğuları adlanan xüsusi avadanlıqlarla həyata keçirilir. Real zaman miqyasında işləyən RTS siqnallarının emalı sistemləri üçün bu cür qurğuların yaradılması layihələndirmənin əsas məsələlərindən biridir. Bu məsələnin həlli zamanı mikro-EHM-lə və bütün başqa xarici qurğular arasındakı məlumat mübadiləsi üsulu təyin edilir, lazım olan idarə siqnalları və tələb olunan aparat vasitələri müəyyən edilir. Bundan əlavə, sistemin sazlanması zamanı ona (sistemə) dialoq rejimində operatorla qarşılıqlı əlaqə üçün bir sıra köməkçi qurğular qoşula bilər. Odur ki, layihələndirilən sistem ümumi halda nisbətən yavaş işləyən xarici qurğulara qoşula bilmək imkanını təmin etməlidir.

Hesablama texnikasında mikro-EHM –lə xarici qurğular arasında qoşulma elementləri yığımı üçün interfeys anlayışından istifadə edilir. İnterfeysə aparat vasitələri, şinlər və protokol daxildir. Protokol dedikdə, altsistemlərin qarşılıqlı əlaqəsinin vahid prinsiplərini müəyyən edən qaydalar yığımı başa düşülür. Beləliklə, giriş/çıxış qurğuları və interfeys anlayışları kifayət qədər yaxın mənə daşıyırlar. Mikro-EHM-lə xarici qurğular arasında məlumat mübadiləsi interfeys sxemləri yığımı vasitəsilə yerinə yetirilir. Belə ki, məlumat ünvan şinlərindən qəbul edilir, bu məlumatın hansı xarici qurğuya aid olduğu nişanələnir və sonra lazım olan idarə siqnalları və verilənlər ilə iki istiqamətli mübadilə həyata keçirilir.

Mikro-EHM ilə xarici qurğular arasında qarşılıqlı əlaqənin növündən asılı olaraq mübadilənin 3 növü mümkündür:

- proqramla mübadilə;
- proqramın arakəsmələri ilə mübadilə;
- yaddaşa birbaşa daxilolmanın köməyi ilə mübadilə.

Birinci mübadilə üsulu mikro-EHM-də icra olunan proqramla həyata keçirilir və bundan ötrü xüsusi giriş/çıxış əməlləri istifadə edilir. Mübadilənin digər iki üsulu xarici qurğuların təşəbbüsü ilə həyata keçirilir. Bu halda xarici qurğular mikro-EHM-ə mübadiləyə hazırolma siqnalı göndərir.

**Qeyd:** Elektron sxemlərdə istifadə olunan elementlərin şərti qrafiki işarələnməsi **əlavə 1**-də, ən geniş yayılmış cihazların o cümlədən, integral mikrosxemlərin əsas parametrləri, istismar şərtləri tətbiq sahələri, onlar əsasında qurulan bəzi qurğuların sxemlərinin hesabatına nümunələr **əlavə 2**-də, yarımkeçirici elektron cihazlarının, onlar əsəsindəki qurğuların parametrlərinin və qoşulma sxemlərinin təhlilinə dair misallar **əlavə 3**-də verilmişdir. Eyni zamanda əlavələrdə geniş tətbiq olunan rəqəm mikrosxemlərinin markaları və qoşulma sxemlərinə nümunələr, ilkin siqnalların gücləndirilməsi, müqayisə olunması, ARÇ və RAÇ-larda çevrilməsini təmin edən analoq mikrosxemlərinin, ilk növbədə əməliyyat gücləndiriciləri və komparatorların da geniş yayılmış növlərinin təsnifatı, parametrləri və praktiki sxemləri verilmişdir.

## 10. MİKROPROSESSORLU SİSTEMLƏRİN İNTERFEYSLƏRİ

### 10.1. İnterfeyslərin təsnifatı

İnterfeys (ingilis *interface* sözündəndir və qoşmaq, uzlaşdırmaq deməkdir) dar mənada qoşulma qurğularına, geniş mənada isə mexaniki, elektriki və proqram vasitələrinin yığılmasına deyilir. İnterfeys bu yığım modullarını sistem şəklində birləşdirməyə, qoşmağa imkan verir. Çoxlu sayda interfeyslər mövcuddur və onları təyinatından asılı olaraq 3 növə ayırmaq olar: maşın; sistem-modul və sistem-cihaz.

Maşın interfeysi mərkəzi prosessoru EHM-nin digər blokları ilə birləşdirmək, ətraf qurğuları qoşmaq və əlaqə qurğularını obyektə qoşmaq funksiyalarını yerinə yetirir.

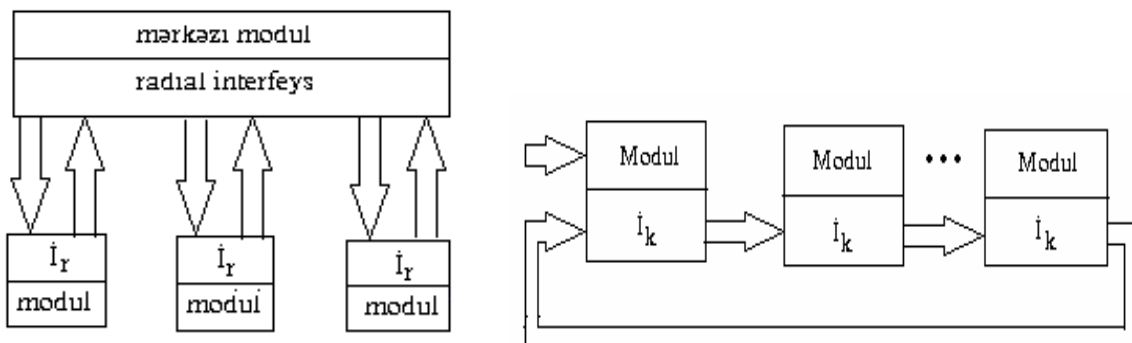
Sistem-modul interfeysləri sistemdə işlənməsi nəzərdə tutulan modulların qoşulmasının unifikasiyası məsələsini həll edən interfeyslərə deyilir. Bu növ interfeyslərin tətbiqinə əsaslanan modullar avtonom cihazlar kimi, yəni sistemdən kənarında istifadə oluna bilməzlər.

Sistem-cihaz növlü interfeyslər avtonom işləyə bilən cihazları –modulları birləşdirən interfeyslərdir və bunlar geniş funksional imkanlara malikdirlər.

İnterfeyslər, modulların öz aralarında və sistemin mərkəzi modulu ilə birləşmə sxemlərindən asılı olaraq, 3 növə ayrılırlar: kaskad, radial və magistral birləşmə sxemli interfeyslər.

Kaskad sxemində informasiyanın ümumi axını istənilən zaman anında, məsələn, ancaq bir tədqiqat obyektini, bir sınaq siqnalları mənbəyi və ya bir ölçü cihazı əlaqələndirilir (şəkil 10.1,a).

Radial sxemdə bir neçə modul mərkəzi modula bilavasitə qoşulurlar (şəkil 10.1,b).

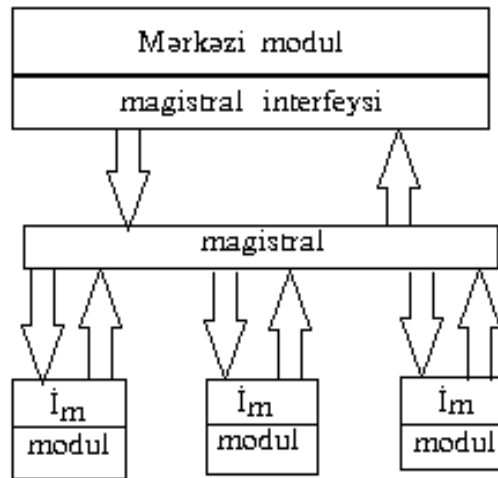


Şək. 10.1. Kaskad (a) və radial (b) birləşmə sxemli interfeyslər

Mərkəzi modulun kanallarının sayı tələb olunan saydan az olduğu hallarda ayrı-ayrı modullar mərkəzi modulla ümumi magistral sxem üzrə zamana görə

ardıcıl olaraq ünvanı müraciət etməklə qoşulurlar. Bu halda, hər sorğu zamanı mərkəzi modula yalnız ünvanı proqramla çağırılan modul qoşulur (şəkil 10.2).

Bu növ qoşulmalarla yanaşı kaskad-radial və kaskad-magistral kimi kombinə olunmuş qoşulma sxemləri də mümkündür.



Şək. 10.2. Magistral birləşmə sxemli interfeyslər

## 10.2. Mikroprosessorlu sistemlərin tipik interfeysləri

İstənilən mikrokontroller konkret bir obyektin fiziki parametrlərinə nəzarət və onların idarə funksiyalarını yerinə yetirmək üçün nəzərdə tutulur. İdarə və nəzarət funksiyaları idarə obyektindən daxil olan ikilik rəqəm informasiyanı emal və ondan sonra istifadə etməyi nəzərdə tutur. Bu informasiya idarə obyektindən MK-nın obyektə qoşulan müxtəlif qurğularından əlaqə xətti ilə ötürülür. Belə qurğular kimi müxtəlif analoq fiziki parametrlərin çeviriciləri və onlarla əlaqədar olan normallaşdırıcı elektrik siqnal çeviriciləri, analoq-rəqəm çeviriciləri, müxtəlif rəqəm informasiya çeviriciləri və s. ola bilər. İnformasiyanın MK-dan verilməsi zamanı MK ilə rəqəm indikatorları, icra mexanizmləri, displeylər, rəqəm - çap qurğuları və informasiyanın emalı nəticələrinin yadda saxlanması, qorunması və istifadə olunması vasitələri ilə qarşılıqlı əlaqədə olur.

Çoxlu sayda müxtəlif xarici qurğuların MK şinləri ilə birləşməsi interfeyslər vasitəsi ilə həyata keçirilir. İnterfeys müxtəlif qurğuların vahid sistemdə birləşməsi vasitəsidir.

İstənilən interfeys iki məsələnin həllini təmin etməlidir. Birinci, interfeys öz aparat hissəsi ilə müxtəlif elektrik və konstruktiv parametrlərə malik xarici qurğuların konkret mikrokontrollerin şin sistemi ilə elektrik birləşməsini təmin etməlidir. Bu zaman əlaqə xətlərinin sayı, elektrik siqnallarının səviyyələri və gücü, və s. kimi parametrlər nəzərə alınmalıdır.

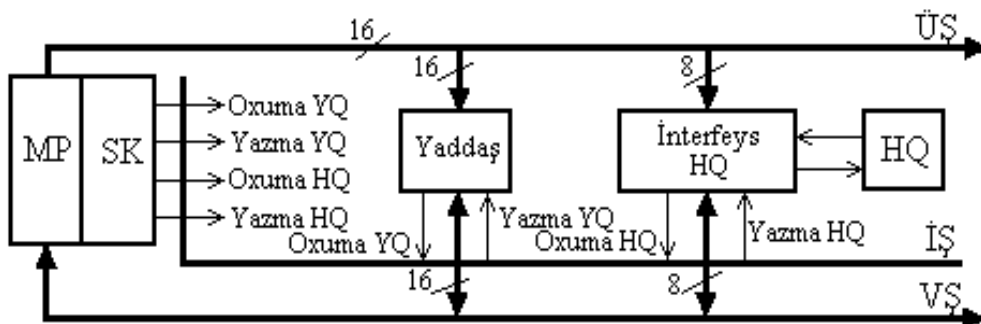
İkinci, interfeys bütün qoşulan xarici qurğuların çevik proqram idarəsini təmin etməlidir. Bu hissədə interfeys nəinki hesab qurğusunun iş qabiliyyətini, həm də mərkəzi MP ilə müxtəlif hesab qurğularının cəldliyə görə uzlaşmasını təmin etməlidir.

Beləliklə, interfeys dedikdə, MP ilə bir vahid sistemdə birləşmiş xarici qurğular arasında informasiya mübadiləsinin təşkili üçün nəzərdə tutulan unifikasiya olunmuş proqram-aparat qurğusu başa düşülür.

İnterfeyslər təyinatına görə daxili və xarici olurlar. Daxili interfeys MK BİS-i, yaddaş modulunu və giriş-çıxışın idarə vasitəsini birləşdirir. Xarici interfeys MK-nın informasiya şinlərinin xarici qurğulara qoşulmasını təmin edir. MP idarə sistemlərinin yaradılması zamanı təcrübədə iki növ sistem interfeyslərindən istifadə edilir: izolə edilmiş şinlərə malik interfeys; qarışıq şinlərə malik interfeys.

**10.2.1. İzolə edilmiş şinlərə malik (ünvanlanmış) interfeys.** Bu növ interfeysin fərqli xüsusiyyəti yaddaşın və xarici qurğuların ayrı-ayrılıqda ünvanlanmasındadır. Belə ki, KP580 MP bazasında qurulan sistemlərdə yaddaşın ünvanlanması zamanı bütün 16-dərəcəli ünvan şini və sistem kontrolleri SK vasitəsi ilə formalaşdırılan “Oxuma” və “Yazma” idarə siqnalları istifadə olunur (şəkil 10.3). Bu zaman MP ilə yaddaş arasında verilənlər mübadiləsi üçün mikroprosessorun kifayət qədər böyük sayda əmrlərindən istifadə olunur.

Xarici qurğuların ünvanlanması üçün isə ünvan şininin 8 dərəcəsi və “Oxuma” və “Yazma” idarə siqnalları istifadə olunur. MP ilə HQ arasında verilənlərin mübadiləsi üçün ancaq iki xüsusi əmrdən – verilənlərin daxil edilməsi - İN ADR və verilənlərin çıxarılması – OUT ADR əmrlərindən istifadə edilir. Bu əmrlər verilənlərin mübadiləsini MP-nin akkumulyatoru vasitəsi ilə həyata keçirirlər. Bu cür mübadilə sistemin ümumi məhsuldarlığını aşağı salır, çünki yaddaşla HQ arasında verilənlərin mübadiləsi üçün əlavə olaraq bir neçə əmrdən istifadə etmək lazım gəlir. Bu əmrlər HQ ilə mübadiləyə qədər akkumulyatorun məzmununun saxlanmasını və mübadilədən sonra bərpa edilməsini təmin etməlidir.

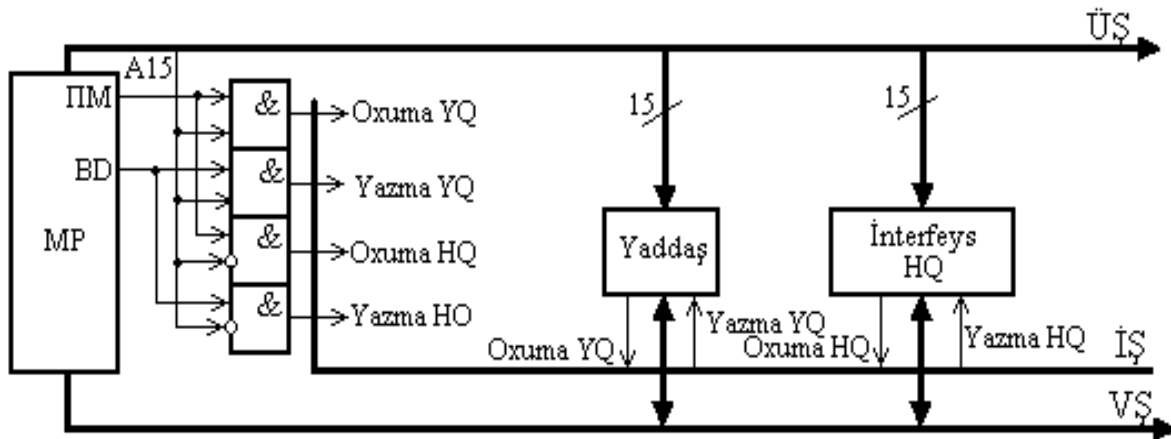


Şəkil 10.3. İzolə edilmiş şinlərə malik interfeys

Bu növ interfeyslərin müsbət cəhəti yaddaşın ünvanlanması üçün bütün ünvan şininin istifadə olunmasındadır ki, bu da maksimum həcmə malik yaddaş modulunun qurulmasına (təşkilinə) imkan verir. Belə ki, 16-dərəcəli ünvan şini yaddaşın 64K yuvasının ünvanlanmasına imkan verir.

### 10.2.2. Qarıışıq ünvan şinlərinə malik interfeys.

Bu növ interfeyslər həm yaddaşın, həm də xarici qurğuların üçün bütün ünvan şinindən istifadə etməyə imkan verir. Bu interfeysi bəzən ümumi şinə malik interfeys adlandırırlar. Bu interfeysin üstünlüyü verilənlərin MP və HQ arasında mübadiləsi zamanı yaddaşla mübadilə üçün tətbiq edilən bütün əmrlərdən istifadə etməyə imkan verməsindədir. Ünvan şininin bir dərəcəsi (məsələn, yüksək A15 dərəcəsi) yaddaşa və ya HQ-na müraciətin ayrılması üçün istifadə edildikdə (şəkil 10.4), ümumi şinə malik interfeysin modifikasiyası mümkündür. HQ-na müraciət üçün idarə siqnallarının formalaşdırılması mikroprosessorun birbaşa müraciət (BM) və BD siqnallarından və ünvan şininin A15 dərəcəsiindən istifadə etməklə mümkündür.



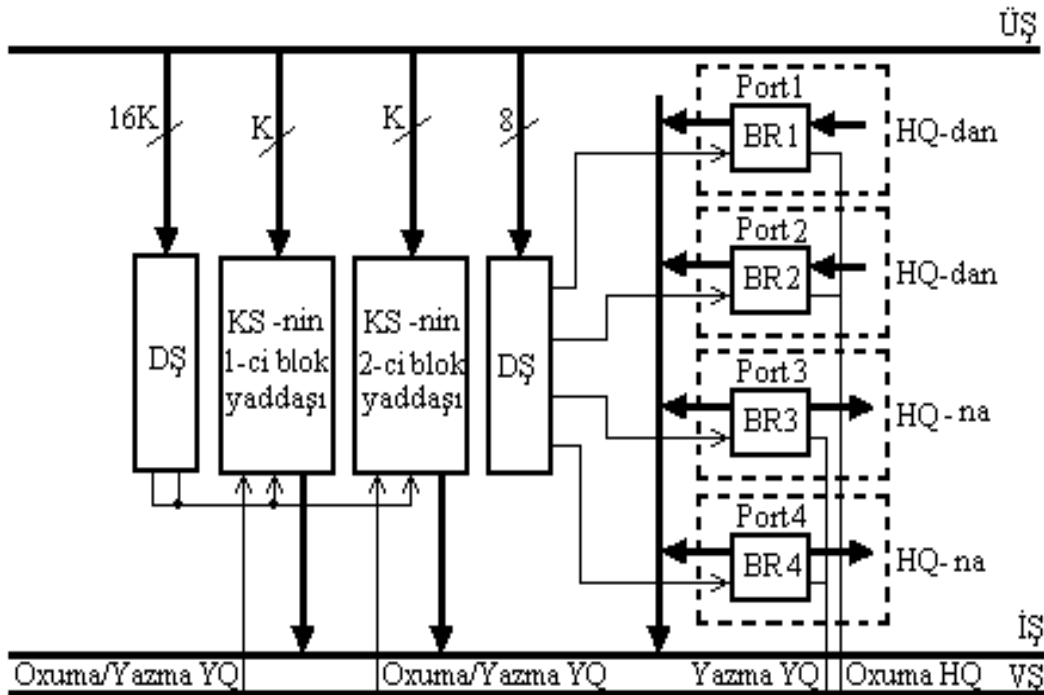
Şəkil 10.4. Ümumi şinə malik interfeys

Ümumi şinə malik interfeysin əsas üstünlüyü HQ-na müraciət üçün əmrlər yığımının genişləndirilə bilməsi imkanındır. Bu isə mübadilə üçün lazım olan proqram əmrlərinin ixtisarı hesabına sistemin məhsuldarlığını artırmağa imkan verir. Ümumi şinə malik interfeys ünvanlanan HQ-nın sayını artırmaqla bərabər birbaşa ünvanlanan yaddaşın həcmi azaldır. Lakin bu çatışmazlıq deşifrasiya sxemini bir qədər mürəkkəbləşdirməklə və səhifə üzrə ünvanlamanın təşkili ilə aradan qaldırılabilir. Səhifə üzrə ünvanlama makro- və mikro-EHM qurğularında istifadə edilir.

**10.2.3. MK interfeysinə struktur.** Funksional müxtəlifliyinə baxmayaraq, daxili interfeyslər ünvanlanan qurğunun seçilməsinin eyni qaydasından – ünvan kodunun dekodlaşdırılmasından istifadə edir. Şəkil 10.5-də



daxili (yaddaşa müraciət üçün) və xarici (HQ-na müraciət üçün) interfeyslərin qarışıq struktur sxemi göstərilmişdir. Hər iki halda deşifrator bir məqsəd üçün – onun girişində ünvan kodunu dekodlaşdırmaq və çıxış signalının aktiv səviyyəsinin köməyi ilə ünvanlanan qurğunun seçimini təmin etmək üçün istifadə edilir. Deşifrasiya sxemlərinin müxtəlifliyi ünvan şininin dərəcəsi ilə, deşifratorun prinsiplial sxemi ilə və əlbəttə ki, qurğunun ünvanı ilə fərqlənirlər.



Şəkil 10.5. MK interfeyslərinin struktur sxemi

Yaddaş blokunun həcmi onun mikrosxemlərinin dərəcəsi ilə müəyyən edilir. Belə ki, yaddaş yuvasının ünvanı üçün K dərəcə tələb olunursa, onda 16-dərəcəli ünvan şininin 16-K sayda dərəcəsi sistemin müxtəlif yaddaş bloklarının ünvanlanması üçün istifadə oluna bilər. Bu məqsəd üçün çox vaxt ünvan şininin böyük dərəcələri istifadə olunur. Deşifratorun çıxış signalı yaddaş mikrosxeminin KS (kristal seçmə) girişinə verilir.

Xarici interfeysin strukturu müəyyən qədər fərqlənir. İnterfeys, deşifratorun əlavə verilənləri müvəqqəti yadda saxlamaq üçün bufer registrlərinə malik olur. Bufer registrləri verilənlərin MP və HQ arasında mübadiləsinə imkan yaradırlar (keçid rolunu oynayır və bu keçiddən mübadilə həyata keçirilir). Bu registrlər giriş-çıxış portları da adlanırlar. Çıxış portunu təşkil etmək üçün portun nömrəsini təyin edən idarə signalı və informasiyanın ötürülməsi istiqamətini təyin edən sistem idarə signalı lazımdır. Şəkildən görüldüyü kimi, bufer registrlərinin girişinə “HQ-nu oxuma” idarə signalı daxil olur. Bu signal 1 və 2 portlarını giriş portları kimi müəyyən edir. Əksinə, 3 və 4

portları isə çıxış portları olur, çünki onların BR3 və BR4 bufer registrlərinin girişlərində “yaddaş qurğusuna yazma” idarə signalı qoşulmuşlar. Bufer registrlərinin dərəcəliyi verilənlər şininin dərəcəsi ilə razılaşdırıla bilər. Bəzi hallarda ondan fərqli də ola bilər. Bu halda proqram vasitələri ilə verilənlərin MP-yə verilənlər şini ilə daxil edilməsi zamanı istifadə olunmamış dərəcələri təmizləmək lazımdır.

HQ-nin çıxış kodunun dərəcəsi verilənlər şininin dərəcəsiindən böyük olarsa, bu halda HQ-dən daxil olan verilənləri formalaşdırmaq üçün bir neçə əlavə əmrdən istifadə etmək lazım gəlir.

Bufer registri eyni zamanda güc gücləndiricisi kimi də istifadə olunur və MK-nın verilənlər şininin xarici qurğunun kiçik Omlu çıxışı ilə uzlaşmasını asanlaşdırır. Bəzən giriş-çıkış portlarında bufer registrləri olmur. Bu hallarda onlar şin formalaşdırıcıları əsasında qurulur. Bu halı sistemin proqram təminatı işlənən zaman nəzərə almaq lazım gəlir.

İnterfeysin işləməsi alqoritmi aşağıdakıdan ibarətdir. HQ-na müraciət əmrinin yerinə yetirilməsi zamanı MP-nin ünvan şininə HQ-nun ünvanı yerləşdirilir. Deşifrator ünvan kodunu deşifrasiya edir və deşifratorun çıxışından uyğun siqnalla verilənlərin qəbul dövrəsi hazırlanır. Əmrin sonrakı taktında verilənlər MP-dən ünvanlanan bufer registrinə ötürülür və “yaddaş qurğusuna yazma” idarə signalı ilə seçilmiş bufer registrinə yazılır. Bundan sonra verilənlər HQ üçün açıq, mümkün olur.

MP ilə HQ arasında qarşılıqlı əlaqə xüsusi interfeys BİS-adapterlərdən istifadə etməklə sadələşir. İnterfeys BİS-adapterlər verilənlərin mübadiləsinin müxtəlif üsullarını təmin edir.

**10.2.4. Ardıcıl interfeys.** Yuxarıda baxılan interfeyslər paralel interfeyslər sinfinə aiddirlər. MP ilə HQ arasındakı verilənlərin mübadiləsi paralel kodla yerinə yetirilir, yəni kodun bütün dərəcələri eyni zamanda ötürülür. Məsələn, 8-dərəcəli paralel kodla mübadilə apardıqda rəqəm kodunun bütün dərəcələri 8 əlaqə xətti ilə eyni zamanda ötürülür. Rəqəm kod mənbəyi kontrollerdən uzaq məsafədə yerləşdiyi hallarda əlaqə xəttinə sərf olunan xərclər artır, etibarlılıq aşağı düşür.

Ardıcıl interfeysdə verilənlərin bir əlaqə xətti ilə ötürülməsi hesabına ümumi xərclər azalır. Burada kodun dərəcələri (biti) bir-bir ardıcıl ötürülür. Paralel kodun ardıcıl koda çevrilməsi üçün müəyyən tezliyə malik impulsar ardıcılığı ilə taktlanan sürüşdürücü registrlər üzərində qurulan xüsusi sxemlərdən istifadə edilir. Hər bir takt impulsu ilə paralel rəqəm kodu bir mövqə (dərəcə) sürüşür və əlaqə xəttinə ötürülür. Beləliklə, rəqəm kodu standart səviyyəli impulsar ardıcılığına çevrilir. Verilənlərin ötürülməsi zamanı faydalı

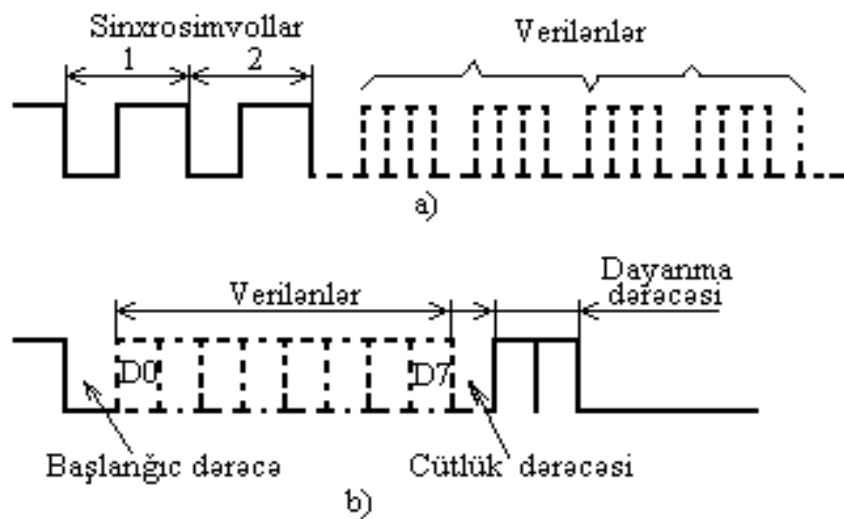
informasiya ilə verilənlərin başlanğıcını və sonunu təyin etməyə imkan verən xidməti informasiya da ötürülür.

Ardıcıl interfeyslə mübadilənin sürəti bitlərlə ölçülür və onlarla bitdən bir neçə min bit/san arasında dəyişir. Ardıcıl interfeyslə HQ-dan verilənlərin mübadiləsi sinxron və asinxron rejimlərdə həyata keçirilir. Bu rejimlər arasındakı fərq verilənlərin göndərilməsinin hər bir ardıcılığını müşayiət edən xidməti informasiyanın sayındadır. Verilənlərin ardıcıl göndərilməsinin formatı şəkil 10.6 - da göstərilmişdir.

Sinxron rejimdə əvvəl bir və ya iki sinxro-simvol göndərilir, sonra isə verilənlərin fiksə olunmuş dərəcələri ardıcılıqla ötürülür.

Asinxron rejimdə verilənlərin hər bir sözünün ötürülməsindən əvvəl start bit, sonra isə verilənlər sözü ötürülür. Verilənlərin sonunda bir dərəcə cütlük və bir və ya iki dərəcə dayanma xidmət informasiyası göndərilir. Bu cür xidmət informasiyası hər bir sözü müşayiət etdiyindən verilənlərin ardıcıl interfeyslə ötürülməsi sürəti asinxron rejimdə sinxron rejimə nəzərən kifayət qədər aşağı olur.

Verilənlərin ardıcıl mübadiləsi interfeysi adətən xüsusi BİS əsasında həyata keçirilir, məsələn, BİS KP580BB51.



Şəkil 10.6. Sinxron (a) və asinxron (b) mübadilənin formatı

### 10.3. MP və HQ arasında verilənlərin mübadiləsi üsulları

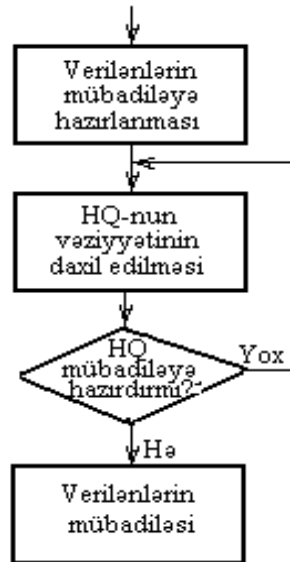
Xarici qurğu akkumulyatorda və ya bilavasitə sistemin yaddaşında olan verilənlərlə mübadilə apara bilər. Birinci halda mübadilə üçün ayrı-ayrı şinlərə malik interfeys, ikinci halda isə ümumi şinə malik interfeys (və yaxud yaddaşa birbaşa daxil olma rejimindən) istifadə edilir. Verilənlərin mübadilə sürəti

mübadilənin seçilmiş qaydasından kəskin asılı olur. Verilənlərin mübadiləsini istifadə olunan qaydalarına baxaq.

**Verilənlərin sinxron mübadiləsi.** Mübadilənin ən sadə qaydası sinxron qaydasıdır. Bu halda fərz edilir ki, hesablama qurğusu istənilən zaman anında mübadiləyə hazırdır. Aydınır ki, hesablama qurğusu MP-nin əmrləri yerinə yetirməsi tempində işləməlidir. Hesablama qurğusunun mübadiləyə hazır olması siqnailləri MP tərəfindən analiz edilmir. Sinxron mübadilə interfeysinin strukturu şəkil 10.5-də göstərilən interfeys strukturundan fərqlənmir. İstənilən zaman giriş və çıxış əmrlərinin deşifrator vasitəsi ilə yerinə yetirilməsi əmrdə göstərilən mübadilə portunun ünvanı seçilir və “Oxuma HQ” (Yazma HQ) idarə siqnalının əmələ gəlməsi ilə verilənlərin mübadiləsi sistemin şini vasitəsi ilə həyata keçirilir.

**Verilənlərin asinxron mübadiləsi.** Hesablama qurğusunun işləmə tempi əmrlərin yerinə yetirilmə sürətindən az olduğu hallarda verilənlərin asinxron mübadiləsindən istifadə edilir. Bu qaydanın prinsipial fərqi ötürülməsi lazım olan verilənlərin hər dəfə verilənlər şininə çıxarılması zamanı HQ-nin mübadiləyə hazır olmasının MP ilə yoxlanmasının vacibliyindədir. Başqa sözlə, giriş-çıkış əmrlərinin yerinə yetirilməsindən əvvəl MP hər dəfə HQ-nun əməliyyata hazır olmasına əmin olmalıdır.

Mübadilə alqoritmi şəkil 10.7-də göstərilmişdir.



Şəkil 10.7. Asinxron mübadilənin blok-sxemi

#### 10.4. Çoxdərəcəli indikatorun interfeysi

Texnoloji prosesin vəziyyətinə MP sistemi ilə idarə olunan nəzarəti yeddi seqmentli işıq diodları indikatorları, matris və maye kristallı indikatorlar, indikator lampaları bazasında qurulan rəqəm displeylərində həyata keçirilir.

Yeddi seqmentli işıq diodlarına malik indikatorlar daha geniş yayılmışlar, çünki bu indikatorlar MK-nın çıxış qurğusu ilə daha sadə sxemlə razılaşıdırıla bilirlər.

MK-larda iki cür rəqəm displeylərindən: statik və dinamik displeylərdən istifadə olunur.

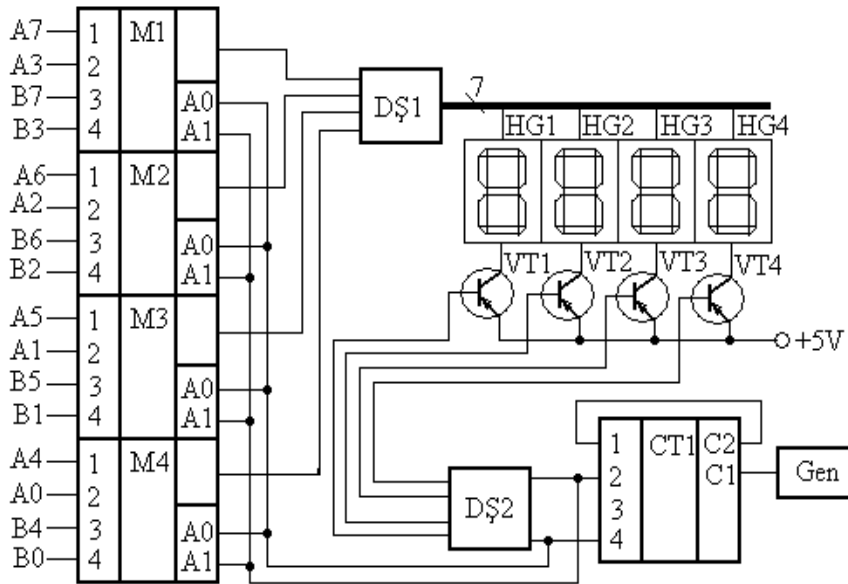
Statik displeylərin interfeysi proqramlaşdırılan paralel adapterin (PPA) əsasında qurulur, onun çıxış kanallarına rəqəm kodunun deşifratoru və yeddi seqmentli indikator qoşulur. İndikatorların sayı displeyin onluq dərəcələrinin sayı ilə təyin olunur. Bir onluq rəqəmi işıqlandırmaq üçün PPA kanalının dörd dərəcəsi tələb olunur. PPA-nın 8-dərəcəli kanalı iki onluq rəqəmi ekrana çıxarmağı təmin edir. Rəqəm məlumatlarının ekrana çıxarılması MP-nin akkumulyatoru vasitəsi ilə PPA kanalının registrinin ünvanına görə OUT əmri ilə həyata keçirilir. Proqram vasitələri ilə çıxarılan hər bir rəqəm 4-dərəcəli ikilik-onluq rəqəmə çevrildikdən sonra deşifrator onluq rəqəmlərin yeddi seqmentinin düzgün işıqlanmasını təmin edir. Kodların çevrilməsi prosedurası adətən xüsusi altproqramla yerinə yetirilir. Statik interfeysin çatışmayan cəhəti çoxlu sayda deşifratorlardan istifadə olunmasıdır.

İşarələyici (skanedici) tipli interfeyslərdə bir deşifratorndan istifadə etmək kifayətdir. Deşifrator bütün indikatorlara eyni zamanda qoşulur. İndikatorlar isə deşifratora idarə sxeminin köməyi ilə növbə ilə qoşulurlar. Bu tip displeyin ümumiləşdirilmiş sxemi şəkil 10.8-də göstərilmişdir.

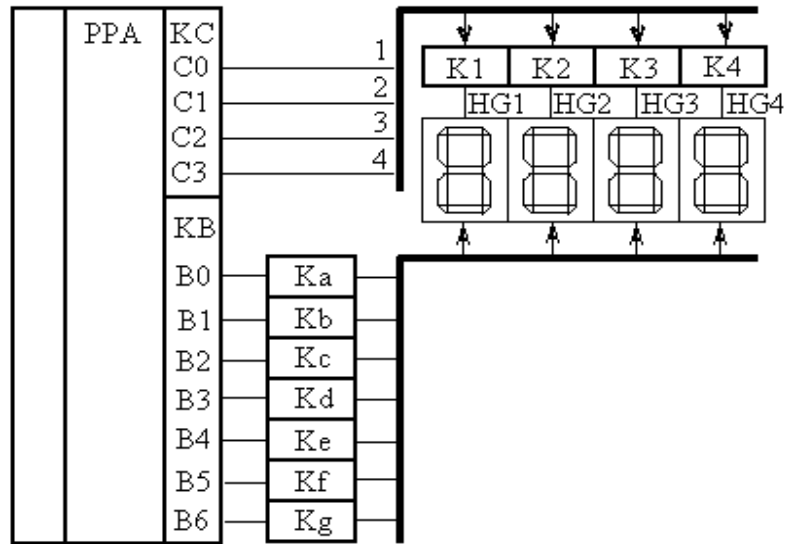
Yeddi seqmentli kodun deşifratoru HG1-HG4 indikatorlarının hamısına eyni zamanda qoşulmuş olur. Onun girişinə növbə ilə "0" rejimində işləyən paralel interfeysin KA və KB kanallarından çıxarılan tetradalardan biri kommutasiya olunur. Kommutasiya M1-M4 multipleksorları ilə həyata keçirilir. Multipleksorlar CT1 sayğacının çıxışındakı ikilik kodla idarə olunur. Belə ki, ikilik kodun hər bir kombinasiyasına uyğun deşifratorun girişinə PPA kanallarının A0-A3, A4-A7, B0-B3 və ya B4-B7 tetradalarından biri qoşulur. İkilik kod eyni zamanda sayğacın çıxışından ikinci deşifratorun girişinə verilir. Bu deşifrator koddan asılı olaraq VT1-VT4 tranzistor açarları vasitəsi ilə indikatorlardan birini qoşur. Beləliklə, ikilik kodun hər bir kombinasiyası indikatorlardan birinə və xaric edilən ədədin bir tetradasına uyğun gəlir.

Generator indikatorların və çıxarılan məlumatın qoşulma sürətini təyin edir. Onun tezliyinin 50 Hs qiymətində indikatorlardakı təsvir dayanıqlı olur.

Kommutasiya funksiyasını MP-yə tapşırmaqla bu interfeysin aparat hissəsini kəskin azaltmaq olar. Proqram-aparat interfeysin strukturu şəkil 10.9-da göstərilmişdir. Bu interfeysin strukturunda yeddi seqmentli kodun deşifratoru tamamilə aradan götürülüb, xaric edilən ədədin tetradalarının multipleksorlarının, indikatorların işarə-yeri deşifratorunun və sayğacın funksiyaları MP-yə verilir və proqram vasitələri ilə yerinə yetirilir.



Şək.10.8. İşarələyici (skanedici) tipli interfeyslərdə

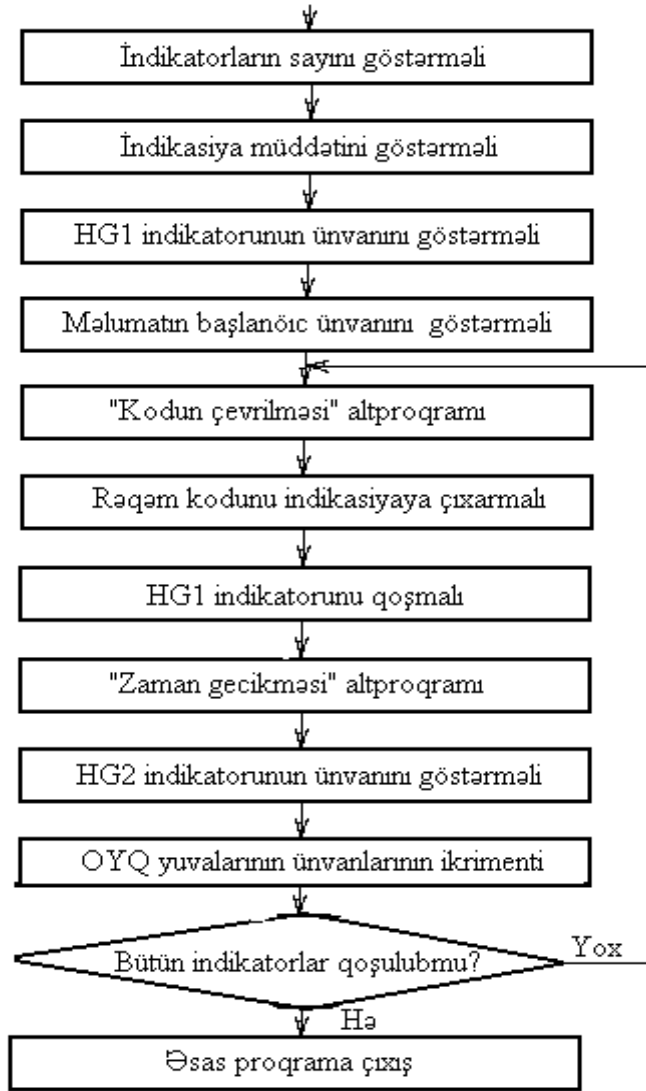


Şək.10.9. Proqram-aparat interfeysinin strukturu

İşarə-yerin kommutasiyası K1-K4 tranzistor açarları vasitəsi ilə PPA-nın KC kanalının C0-C3 dərəcələri ilə, seqmentlərin kommutasiyası isə PPA-nın KB kanalının B0-B6 dərəcələri ilə yerinə yetirilir. HG1-HG4 indikatorlarının eyni seqmentləri  $K_a - K_g$  tranzistor açarlarının biri ilə birləşən ümumi şinlə əlaqələnilib. Bir onluq rəqəmi müəyyən işarə yerinə çıxarmaq üçün KC kanalının C0-C3 dərəcələrində indikatorun ünvanını göstərmək, B0-B6 dərəcələrinə isə lazım olan (indisiruemıy) rəqəmin yeddi seqmentli kodunu çıxarmaq lazımdır.

İnterfeysin proqram hissəsində indikatorların kommutasiyası ilə yanaşı çıxarılan rəqəmin ikilik kodunun indikatorun yeddi seqmentli koduna çevrilməsini də nəzərə almaq lazımdır. Əks halda aparat hissəsində bu məqsədlə

bir deşifrator nəzərə almaq lazım gələrdi. Proqram-aparat interfeysinin proqram modulu altproqram şəklində tərtib olunur. Bu alt-proqram, informasiyanın emalının çıxarılması (oxunması) lazım olan nəticələrini MK-nın OYQ –nun yuvalarında ardıcıl olaraq yerləşdirildikdən sonra, idarə olunmağa ötürülür. İnformasiyanın rəqəm indikatoruna çıxarılması alqoritmi şəkil 10.10-da göstərilmişdir.



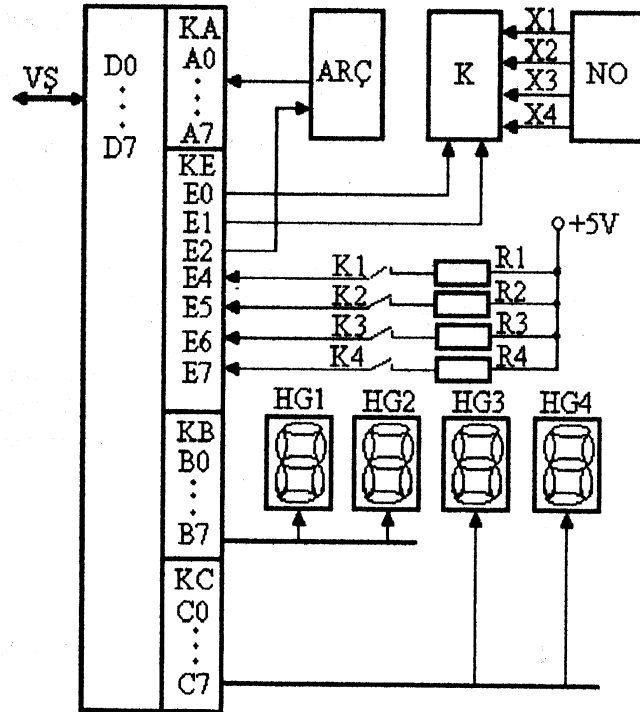
Şək.10.10.İnformasiyanın rəqəm indikatoruna çıxarılması alqoritmi

Zaman gecikmələri altproqramı informasiya çıxarılmasının bir tsiklində hər bir rəqəmin indikasiya müddətini idarə etmək üçün istifadə edilir. DYQ-də saxlanılan bütün rəqəmlərin növbə ilə indikasiyaya çıxarılması başa çatdıqdan sonra tsikl yenidən başlayır. Tsikl çıxarma altproqramının giriş parametrlərində göstəriləyi sayda təkrarlanır. Bu interfeysin yerinə yetirilməsi üçün proqramlaşdırıla bilən xüsusi KP580BB79 BİS kontrollerindən istifadə etmək olar.

## 11. MİKROPROSESSORDA TİPİK FUNKSİYALARIN YERİNƏ YETİRİLMƏSİ QURĞULARI

### 11.1. Mikroprosessorlu sistemlərin tipik funksiyaları

İdarə və nəzarət obyektləri ilə əlaqədar olan istənilən MP sisteminin tipik məsələlərindən biri verilənlərin toplanması və emalı (VTE) məsələsidir. Belə sistemin ümumiləşmiş strukturu şəkil 11.1-də göstərilmişdir. Sistem MP, sistem kontrolleri və yaddaş modulundan ibarət nüvəyə malik olur. Nəzarət obyekti ilə əlaqə üçün kanallar (4x1) kommutatoru K və ARÇ istifadə olunur. Rəqəm informasiyanın indikasiyası 7 seqmentli HG1-HG4 indikatorlarında həyata keçirilir. K1-K4 açarları sistemə diskret informasiyanı daxil etmək üçündür.



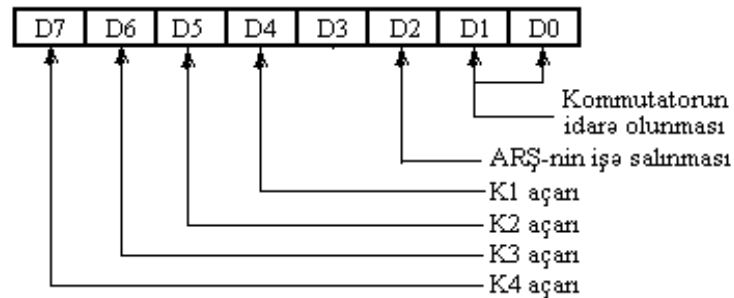
Şəkil 11.1. Verilənlərin toplanması və emalı sisteminin ümumiləşdirilmiş strukturu

Sistemin nüvəsi ilə xarici qurğular arasında verilənlərin mübadiləsi verilənlər şifri VŞ və KA, KB, KC və KE kimi 4 bir istiqamətli 8 - dərəcəli portları vasitəsi ilə həyata keçirilir. KE portu iki məqsəd üçün – E0-E1 dərəcələri ARŞ-ni kommutatorla idarə etmək və E4-E7 dərəcələri K1-K4 açarlarından informasiyanı daxil etmək üçün istifadə edilir. Portların təyinatları və onların ünvanları cədvəl 11.1-də verilmişdir.



Portun kanalları	Ünvan	Təyinatları
KA	EA	ARÇ-dən rəqəm kodunun daxil edilməsi
KB	EB	G1 və G2 indikatorlarına rəqəmlərin çıxarılması
KC	EC	G3 və G4 indikatorlarına rəqəmlərin çıxarılması
KE	EE	E0, E1 dərəcələri - kommutatorun idarə olunması E2 dərəcəsi – ARŞ-nin işə salınması E4-E7 dərəcələri – K1-K4 açarlarından informasiyanın daxil edilməsi

KE portunun hər bir dərəcəsinin təyinatı şəkil 11.2 – də göstərilmişdir. Göstərilən sistem müxtəlif funksiyaları yerinə yetirə bilər. Onun kommutasiya olunan 4 kanaldan növbə ilə daxil edilən analoq gərginliyin 4 qiymətindən orta ikilik kodu tanımaq xüsusiyyətinə malik olan halına baxaq. Sistem istifadəçisi açarlardan biri tərəfindən daxil edilən nömrəyə malik kanalı kommutasiya edə bilər və onu indikatora əks etdirə bilər.



Şəkil 11.2. KE portunun dərəcələrinin paylanması

Sistemin yaddaşına analoq gərginliyi daxil etdikdən sonra operator (oyunçu) HG3 və HG4 indikatorlarında nəzarət olunan gərginliyin rəqəm kodunu, HG2 indikatorunda isə ? işarəsini görə bilər. Bu işarəyə əsasən operator növbəti kanalın nömrəsini daxil edir. 4 kanalın sorğusundan sonra sistem bütün indikatorları təmizləyir və K1-K4 açarları ilə oynayan oyunçu tərəfindən 8-4-2-1 kodunda ikilik ədədin daxil edilməsini gözləyən rejimi-nə keçir. Bu kod bütün dörd sorğu aparılan kanalların analoq gərginliklərinin orta qiymətinə ekvivalent olur. Oynayanın cavab variantı HG3, HG4 indikatorlarına çıxarılır. HG2 indikatoruna nəticənin “E” simvolu, HG3 və HG4 indikatorlarına onluq ədəd formasında nəticənin özü çıxarılır. HG3 indikatoruna onluq ədədin tam hissəsi və vergül, HG4 indikatoruna isə onluq ədədin kəsr hissəsi çıxarılır.

Sistemin işləməsi alqoritmini təhlilindən görünür ki, əsas proqram modulları aşağıdakılar ola bilər:

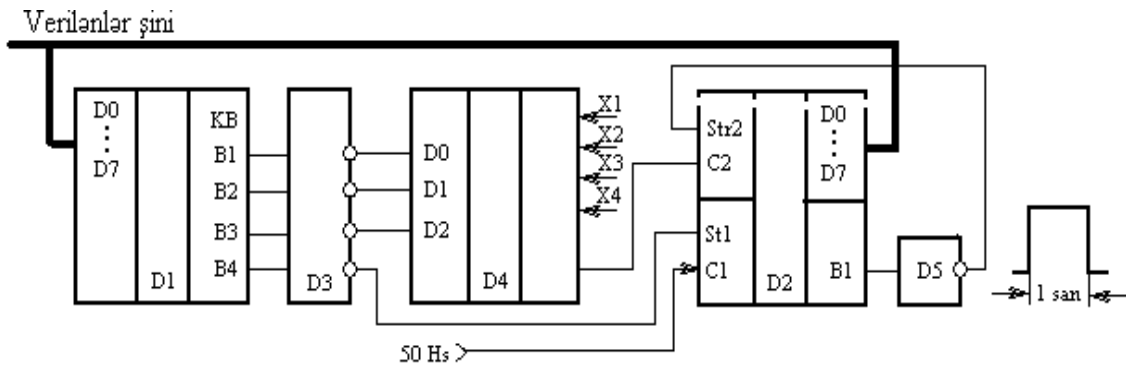
- nəzarət olunan parametrlərin kanallarının kommutasiyası;
- ARÇ-nə xidmət;
- nəzarət olunan parametrlərin qiymətlərinin hesablanması;
- kodların çevrilməsi;
- hesab əməliyyatlarının yerinə yetirilməsi;
- zaman gecikmələrinin proqramlaşdırılması.

Bu məsələlərin həll olunması üsulları və texniki realizə edilmə qurğularının bir qisminə növbəti paraqraflarda ətraflı baxılır.

## 11.2. Tezliyin ölçülməsi qurğusu

Texniki avadanlıqların parametrlərinin idarə olunması və nəzarəti məsələlərində tez-tez tezliyin ölçülməsi lazım gəlir. Tezliyin ölçülməsi əsasən KP580Bİ53 tipli və onun analoqu olan digər növ interval taymeri BİS-ləri vasitəsi ilə yerinə yetirilir (məsələn, televizorun parametrlərinə nəzarət zamanı).

Şəkil 11.3-də verilmiş kontrollerli tezlik ölçmə sxemini nəzərdən keçirək. Qurğu D1 paralel adapterindən, D2 taymerindən və çıxış siqnal-larının inversiyasını təmin edən D3 şin formalaşdırıcısından ibarətdir. Dörd tezlik siqnalları mənbələri D4 multipleksorunun girişlərinə qoşulmuşlar və paralel adapterin KB kanalının B1-B3 dərəcələri ilə idarə olunurlar. Adapterin 4-cü dərəcəsi taymerin St1 sayğacını idarə etmək üçün istifadə olunur. Bu sayğac “1” rejimində işləyir və B1 kanalının çıxışında  $T=1$  san ölçü intervalını formalaşdırır. St2 sayğacının kanalı “0” rejimində işləyir və ölçü intervalı müddətində nəzarət olunan siqnalın impulslarını saymaq üçün istifadə olunur.

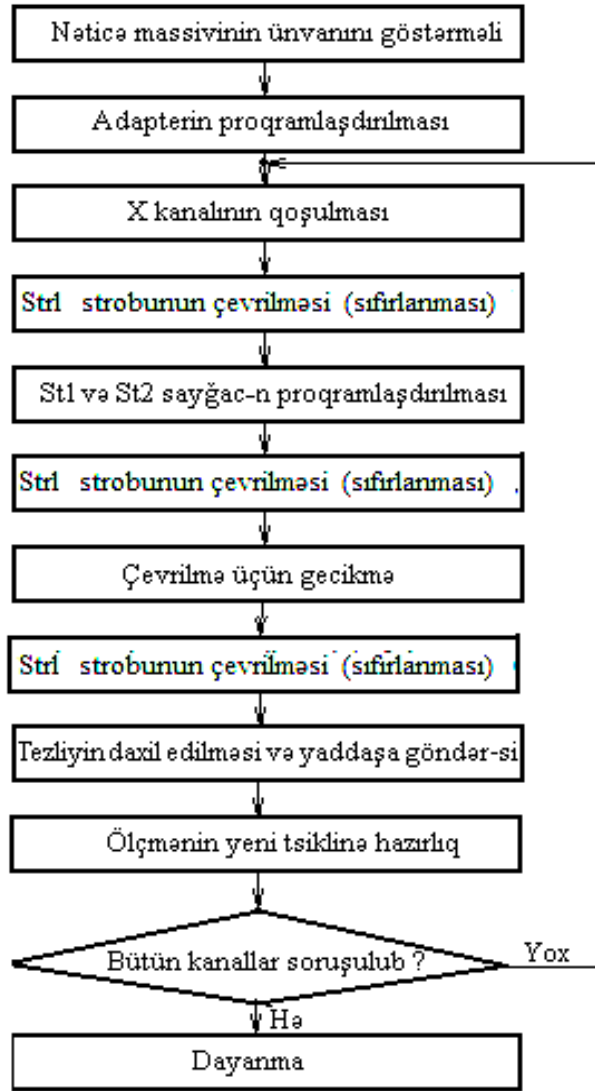


Şək. 11.3. Verilmiş kontrollerli tezlik ölçmə qurğusu

Ölçü intervalının qiyməti generatorun tezliyindən və St1 sayğacına yüklənmiş ədəddən asılıdır. Generatorun 50 kHs tezliyində  $T=1$  san ölçü intervalını formalaşdırmaq üçün St1 sayğacına iki baytlı C350H ədədini yükləmək lazımdır. St1 sayğacında ölçülən kanalın impulslarının sayının

hesablanması taymerin birinci kanalının B1 çıxışından idarə siqnalının Str girişinə daxil olması ilə başlayır və bu siqnalın arxa cəbhəsinin təsiri ilə qurtarır.

Tezliyin ölçülməsi alqoritminin sxemi şəkil 11.4 -də göstərilmişdir. Alqoritm 4 siqnal mənbəyinin tezliklərinin ölçülməsini təmin edir və nəticələri yaddaş yuvalarında yerləşdirir.



Şək. 11.4. Tezliyin ölçülməsi alqoritminin blok sxemi

; Siqnalların tezliyinin ölçülməsi proqramı.

Giriş parametrləri:

- HL cütü – ölçmənin nəticəsi massivinin başlanğıc ünvanı;
- registr C - ölçmə kanallarının sayı;
- registr B - X4 kanalının kodu.

FRIK: PUSH H ; massivin başlanğıc ünvanını yadda saxlamalı

```

M2: MVI A, 98 h ; çıxış üçün proqramlaşdırma
OUT 0F7 h ; D1 adapterinin B kanalı
MOV A, B ; blok 3
OUT 0F5
ADI 0F0h ; blok 4
OUT 0F5
MVI A, 72h ; idarəedicinin sözünlük yüklənməsi
OUT 0E3 h ; St1 sayğacı
MVI A, 50H:
OUT 0E1h ; St1 sayğacının yüklənməsi
MVT A, C3 H ; C350 ədədi ilə
OUT 0E1h
MVT A, B1h ; St2 sayğacının UC yüklənməsi
OUT 0E3h
MVT A, 0FFh ; St2 sayğacının yüklənməsi
OUT 0E2 h ; FFFFH ədədi ilə
OUT 0E2h
MOV A, B ; blok 6
OUT 0F5h
LXI H, 0FFFFh ; çevrilmə üçün gecikmə
M1: DCX H
MOV A, L
ORA H
JNZ M1
MOV A, B ; blok 8
ADI 0F0h
OUT 0F5h
IN 0E2h ; nəticənin kiçik baytının daxil edilməsi və
CMA ; inversləşdirilməsi
POP H ; massivə yükləmə
MOV M, A ; nəticənin kiçik baytını
INX H ; nəticənin böyük baytının
IN 0E2h ; daxil edilməsi və yüklənməsi
CMA ; tezliyin ölçülməsi
MOV M, A
INX H ; blok 10
PUSH H:
MOV A, B ; növbəti X kanalının
ADI 04 ; kodunu göstərməli

```

MOV B, A  
 DCR C ; blok 11  
 JNZ M2  
 HLT

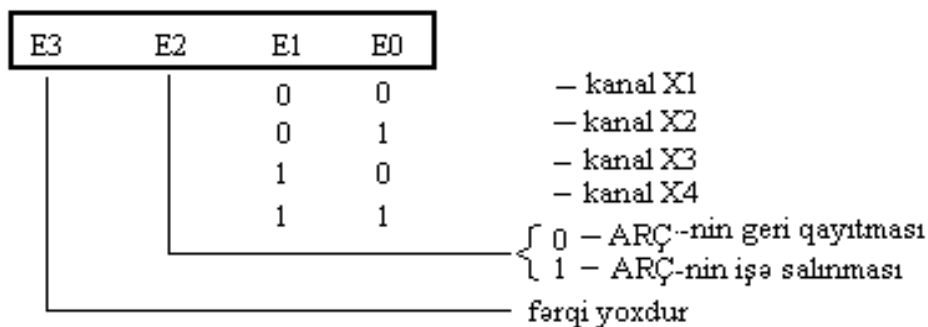
Proqramda istifadə olunan sabitlər siqnalların tezliyini 1...65,5 kHs diapazonda ölçməyə imkan verir.

### 11.3. Kanalların kommutasiyası qurğusu

Çoxkanallı MP sistemlərin strukturuna multipleksor qoşulur. Multipleksor soruşulan kanalı ARÇ-nin girişinə qoşur. Kanalların kommutasiyası proqramçısı tərəfindən verilən idarəedici proqrama görə və yaxud operator tərəfindən həyata keçirilir. Birinci halda kanallar ARÇ-nin girişinə müəyyən ardıcılıqla qoşulur. İkinci halda kommutasiya olunan kanalın kodu MK pultundan daxil edilir. Bu halda kommutasiya prosesi iki təşkiledicidən ibarət olur: kommutasiya olunan kanalın kodunun təyin edilməsi və bilavasitə onun kommutasiyası. Kommutasiya olunan kanalın kodu MK-nın yaddaşına ikilik açarlar yığımının köməyi ilə daxil edilir.

Verilənlərin toplanması və emalı sistemində kanalların qoşulma-sının idarə edilməsi üçün KE portunun E0 və E1 dərəcələrinin kod kombinasiyası ilə idarə olunan analoq multipleksoru K istifadə edilir. Kanalın nömrəsinə uyğun kod kombinasiyası şəkil 11.5–də göstərilmişdir.

Nəzarət olunan kanalın ARÇ-nin girişinə qoşulması prosesi ARÇ-nin işə salınmasından əvvəl olmalıdır. Odur ki, kommutatorun girişinə kod kombinasiyası verildikdə E2 bitinin “0” vəziyyətində olmasını gözləmək lazımdır. 1-4 kanallarının ARÇ-nin girişinə ardıcıl qoşulması proqramı kanallar saygacına malik olmalıdır. Bundan əlavə, əgər kanallar kommutatoru böyük gecikməyə malik olarsa, məsələn, açar elementləri kimi elektromaqnit relələrdən istifadə etdikdə, proqram tsiklində relenin etibarlı işə düşməsini təmin etmək üçün zaman gecikməsi nəzərdə tutulmalıdır.



Şəkil 11.5. Verilənlərin toplanması və emalı sistemində kanalın nömrəsinə uyğun kod kombinasiyası

Zaman gecikməsinə malik qoşulma proqramı aşağıda verilmişdir.

; Kanalların ardıcıl kommutasiyası proqramı

COM: MVI C, 04 ; kommutasiya olunan kanalların sayının göstəricisi

MVI B, 00 ; X1 kanalının kodunu göstərməli

TOM2: MOV A, B ; X1 kanalını qoşmalı

OUT EE

INR B ; növbəti kanalın kodunu göstərməli

TOM1: MVI A, 5A ; kommutasiyaya gecikmə

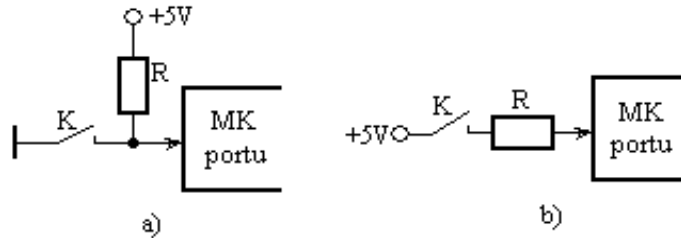
DCR A

JNZ TOM1

DCR C ; əgər 0 deyilsə növbəti kanala keçməli

JNZ TOM2 ; davam etməli

Operatorun istəyi ilə kanalların qoşulması ikilik say sistemi ilə işləyən açarların köməyi ilə yerinə yetirilir. Tək-tək olan ikilik açarlar MK-nın portunun girişinə şəkil –11.6-da göstərilən sxemə uyğun qoşula bilər. Fərq ondadır ki, K açarının MK-nın giriş portunun dərəcəsinə qapanmasından sonra “1” signalı verilir. R rezistoru giriş cərəyanını məhdudlaşdırmaq üçündür.



Şəkil 11.6. İkilik açarın qoşulma sxemi

Açarın vəziyyətini müəyyən edən alqoritm registrin məzmununu MK-nın giriş portuna daxil edilməsinə və K açarı qoşulan portun dərəcəsinin məzmununun təhlilinə gətirib çıxarır. Alqoritmin proqram təminatı K açarının qoşulması sxemindən asılıdır. Əgər fərz etsək ki, açar F0 portunun A3 dərəcəsinə qoşulub, bu halda açarın qapanmasını gözləyən proqram aşağıdakı kimi yazıla bilər:

WAIT: IN F0 ; açardan signalı daxil etmək

AN1 04 ; A3 bitini ayırmaq

JZ WAIT ; açar açıqdırsa, daxil etməni təkrarlamalı

Əgər portun girişinə ikilik vericilər qrupu qoşulubsa və onlardan birinin bağlı vəziyyətini təyin etmək tələb olunursa, bu halda gözləmə proseduru eynidir və porta daxil edilmiş kodun açarın qoşulmuş halına uyğun kod kombinasiyası ilə müqayisəsinə gətirilib çıxarılır.

K1-K4 açarlarının köməyi ilə operator pultdan kanalların kommutasiyası üçün kanalın nömrəsinə uyğun kod kombinasiyası MK-ya xəbər verir. Məsələn, X4 kanalını kommutasiya etmək üçün 8.2. cədvələ uyğun 0011 kodunu yığmaq lazımdır (nəzərdə tutsaq ki, K1 açarı kiçik dərəcədir).

Kanalların kommutasiyası proqramı kodun daxil edilməsini, onun kiçik tetradada yerdəyişməsinə və E2 bitinin ("ARÇ-nin işə salınması") təmizlənməsini təmin etməlidir.

```

; Kanalların seçmə yolu ilə kommutasiya proqramı
COMB: IN  EE      ; KE portundan daxiletmə
      RRC      ; kanalın kodunu kiçik tetradada sürüşdürməli
      RRC      ;
      RRC      ;
      RRC      ;
      ANI  04    ; E2 bitini təmizləməli
      OUT  EE    ; X kanalını qoşmalı
TOM1 : MUI  A, 5A ; kommutasiya üçün gecikmə
      DCR  A
      JNZ  TOM1

```

#### 11.4. Say funksiyasının yerinə yetirilməsi sxemi və algoritmi

Say funksiyası MP-un ən sadə funksiyasıdır. Sayın təşkil edilməsi üçün ÜTR-dən birinə sayğac kimi baxılır. Bu registr uyğun əmrin köməyi ilə müəyyən sabit yüklənir. Bu sabit sıfır qiyməti alınana qədər ondan 1 vahid çıxılır. Sayğacın sıfır məzmunu sıfır üzrə şərti keçid əmr ilə müəyyən edilir. Bu funksiya bəzi MP-da daha sadə yerinə yetirilir. Belə ki, registr sayılacaq ədədin əlavə koduna yüklənir və onun məzmunu hər dəfə 1 vahid artırılır. Bu proses registrdə sıfır qiyməti alınana qədər davam etdirilir. Hər iki halda nəticə eyni olacaqdır. Boş registr olmadığı halda bu məqsəd üçün OYQ-nun yuvalarından biri istifadə oluna bilər.

Say, adətən, proqramın dövrü hissəsi ilə və ya hər hansı bir xarici hadisə ilə bağlı olur. MP-da sayın təşkilinin iki üsulu mümkündür. Birinci üsulda əvvəlcə əsas funksiya yerinə yetirilir, sonra isə say və sayğacın vəziyyətinin yoxlanması həyata keçirilir (şəkil 11.7,a). İkinci üsulda əsas funksiya say və

sayğacın vəziyyətinin yoxlanmasından sonra yerinə yetirilir (şəkil 11.7,b). Burada fərq ondadır ki, birinci halda əsas funksiya heç olmasa bir dəfə yerinə yetirilir, ikinci halda isə yerinə yetirilməyə də bilər.

Birinci üsulla tərtib olunmuş və əsas funksiyanı 10 dəfə yerinə yetirən proqram aşağıdakından ibarət olur:

Bilavasitə yükləmə A, -10 ; registrin A sabitinə yüklənməsi.

Yerinə yetirilmə: .....; proqram sahəsi

.....Əsas funksiyanın yerinə yetirilməsi.

1 vahid artırma A ; say.

ŞK0 ; sıfıra görə ŞK (şərti keçid).

Ş-zK (şərtsiz keçid) Say

Çıxış: .....

Bu məsələnin ikinci üsulla yerinə yetirilməsi A registrinə yüklənən sabit qiyməti ilə fərqlənəcəkdir:

Bilavasitə yükləmə A, -11 ; registrin A sabitinə yüklənməsi.

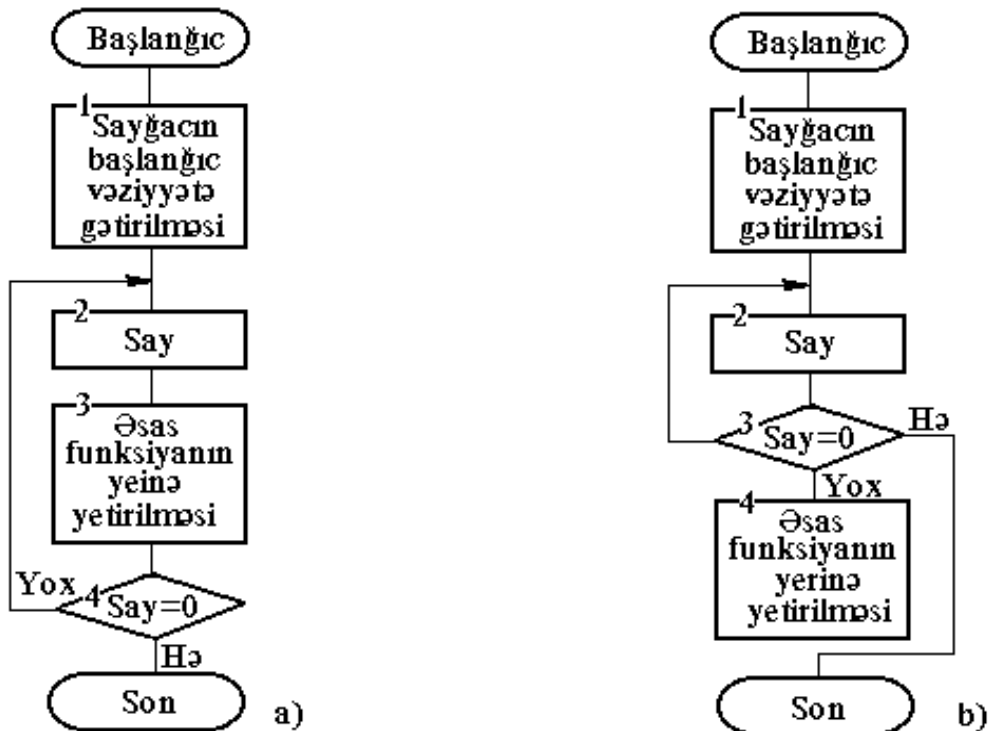
Say: 1 vahid artırma A ; Say.

ŞK0 Çıxış ; sıfıra görə ŞK (şərti keçid).

Yerinə yetirilmə: ..... ;

Əsas funksiyanın yerinə yetirilməsi. Ş-zK (şərtsiz keçid) Say

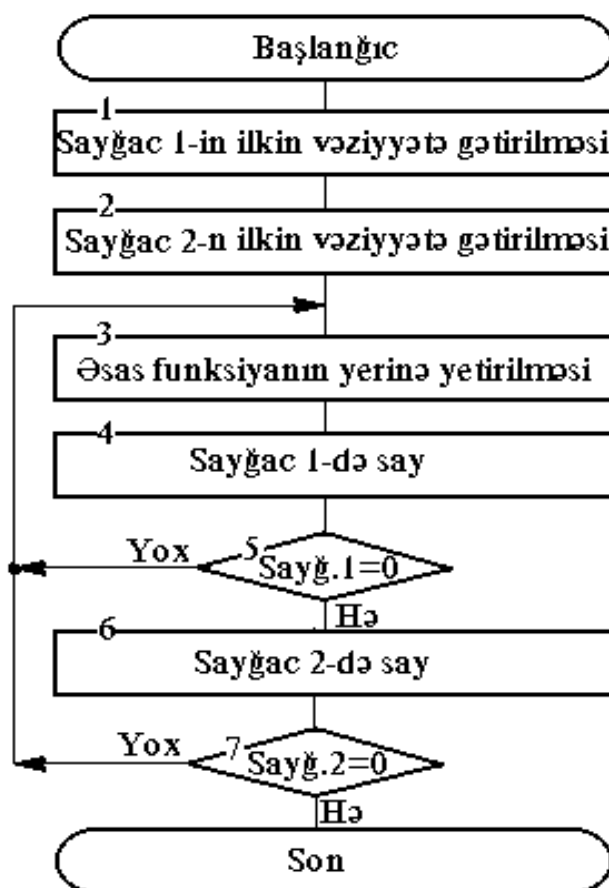
Çıxış: .....



Şəkil 11.7 Sayın təşkili alqoritmlərinin blok sxemi



Baxdığımız alqoritm və proqramlar registrin dərəcəsi ilə məhdudlaşır, məsələn, 8-dərəcəli registr halında əsas funksiya 256-a qədər aparıla bilər. Böyük saylar üçün ikiqat və daha çox uzunluğa malik registrlərdən və ya yaddaş yuvalarından istifadə oluna bilər. İkiqat uzunluğa malik registrlərdə say artıq  $2^{16}=65\ 536$ -a qədər aparıla bilər. İkiqatlı sayğacın təşkili alqoritminin blok sxemi şəkil 11.8-də göstərilmişdir. Burada registrlərdən biri Sayğac 1, ikincisi isə sayğac 2 kimi istifadə olunur.



Şəkil 11.8. İki kaskadlı sayğacın təşkili alqoritminin blok sxemi

**Məsələ.** 8-dərəcəli MP-da əsas funksiyanın 12 000 dəfə yerinə yetirilməsini təmin edən proqramı təşkil etməli.

Bir kaskadın həcmi  $2^8$ -dir.  $2^8 < 12\ 000 < 2^{2 \times 8}$  olduğundan proqram sayğacını 12 000-ə qədər təşkil etmək üçün iki kaskad tələb olunur. Sayın başlanmasından əvvəl sayğaclar  $K_1$  və  $K_2$  sabitlərinə yüklənməlidirlər. Bu əmsalların qiymətləri aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$N=K_1+K_2 \times 2^8, \quad \text{burada } K_1 < 2_n \text{ olmalıdır.}$$

$N=12\ 000$  və  $n=8$  olduğundan  $K_1=224$  və  $K_2=46$  alırıq. 12 000-ə qədər say proqramı, əvvəlki proqramlardan fərqli olaraq, 1 vahid azaltma əməliyyatından istifadə edir:

Bilavasitə yükləmə A, 24 ; Sayğac1-in başlanğıc vəziyyəti  
 Bilavasitə yükləmə B, 46 ; Sayğac2-nin başlanğıc vəziyyəti  
 Yerinə yetirilmə: .....; Əsas funksiyanın yerinə yetirilməsi.  
 Say 1 1 vahid azaltma A ; Sayğac 1-də say.  
           ŞK0 Say 2  
           Ş-zK (şərtsiz keçid) yerinə yetirilmə  
 Say 2 1 vahid azaltma B ; Sayğac 2-də say.  
           ŞK0 Çıxış  
           Ş-zK (şərtsiz keçid) yerinə yetirilmə  
 Çıxış: .....

### **11.5. MP-li zaman inetrvalları formalaşdırıcının proqram həlli**

İş prosesində rəqəm qurğu və sistemlərin, MP sistemlərin xarici qurğu və sistemlərlə qarşılıqlı əlaqələrinin təşkili alqoritmlərinin və interfeyslərinin yerinə yetirilməsi müəyyən zaman intervallarının formalaşdırılmasını tələb edir.

MP qurğularının öz aralarında və kənar qurğularla qarşılıqlı əlaqəsmni təşkil etmək üçün müəyyən uzunluğa malik zaman intervallarından istifadə etmək lazım gəlir. Bu məqsədlə MP –nin takt impulslarını müəyyən qayda ilə təşkil etməklə istənilən zaman intervalını formalaşdırmaq olar. MP-nin takt tezliyi kifayət qədər stabil olduğundan zaman intervallarının yüksək dəqiqliyini əldə etmək mümkündür.

Kiçik zaman intervallarını formalaşdırmaq üçün MP-nin əmrlər sistemindəki «NOP – boş əməliyyat» əmrindən istifadə etmək olar. Bu əmr, məsələn, MP K580 komplektində 4 takt müddətində yerinə yetirilir. MP K580 komplektinin nüvəsinin takt tezliyi 2 Mhz olduğundan bu əməliyyat üçün 2 mksan vaxt tələb olunur. “Boş əməliyyat» əmrini ardıcıl olaraq təkrarlamaqla nisbətən böyük zaman intervallarını da təşkil etmək olar. Qeyd edək ki, ən kiçik zaman intervalı MP-nin takt impulslarının bir dövrünə bərabər olur.

Böyük zaman intervallarının təşkilinin proqram həlli proqramda dövrü hissənin təşkil olunmasına əsaslanmışdır. Dövrü hissəni təkrarlamaqla istənilən böyük zaman intervalını təşkil etmək olar. Bu halda zaman intervalı sayğaca əvvəljdən yüklənmiş və təkrarlamanın sayını göstərən sabitlə müəyyən edilir.

Burada dəqiqliyi artırmaq üçün «Boş əməliyyat» əmrindən də istifadə etmək olar, məsələn:

Bilavasitə yükləməli :	A	40 ;	7 takğ
Dövr: 1 vahid azaltmalı :	A	;	5 takt
ŞK0 (0-a görə şərti keçid) dövr		;	10 takt

Bu əmrlər ardıcılığı  $7+40 (5+10) = 607$  takt müddətində yerinə yetirir. Bu müddət MP-nin takt tezliyi 2 Mhs olan halda 303,5 mksan təşkil edir. Çox böyük zaman intervallarını təşkil etmək üçün iki qat uzunluğa malik registrlərdən və ya çox pilləli proqram sayğaclarından istifadə edilir. Bir çox hallarda bu məqsəd üçün alt proqram tərtib edilir. Bu halda məsələnin həlli sayğacın mərtəbəsinin (pilləsinin) sayının seçilməsindən, tələb olunan say əmsallarının müəyyən edilməsindən və tələb olunan zaman intervalının dəqiq qiymətini təmin etmək üçün əlavə kiçik zaman intervallarının təşkilindən ibarət olur. Zaman intervalının təşkili üçün tərtib edilmiş alt proqram aşağıda verilmişdir:

Zaman intervalını bilavasitə yükləməli:	J	86 ; (a)	1 takt
Dövr:	boş əməliyyat	;	(b) 4 takt
	boş əməliyyat	;	(j) 4 takt
	1 vahid azaltmalı	J	;
	ŞKN0	dövr	;
	Sıfır olmayan nəticəyə görə	ŞK	
	1 vahid artırmalı	B	;
	ŞKN0	gecikmə	;
	Geri qayıtma		;
		(d)	10 takt
		(e)	10 takt
		(f)	5 takt
		(h)	10 takt

#### ÇIXIŞ

Hər dəfə dövrə daxil olduqdan sonra MP 86 dəfə 4 əmri (b, j, d, e) yerinə yetirir. Bu  $86 (4 + 4 + 5 + 10) = 1978$  takt tələb edir. A, f və d əmrlərini yerinə yetirmək üçün isə daha  $7 + 5 + 10 = 22$  takt tələb olunur. Beləliklə, alt proqramı yerinə yetirmək üçün tələb olunan zaman intervalını, «geri qayıtma» əmrinin yerinə yetirilməsinə sərf olunan 5mks müddətini də nəzərə almaqla,

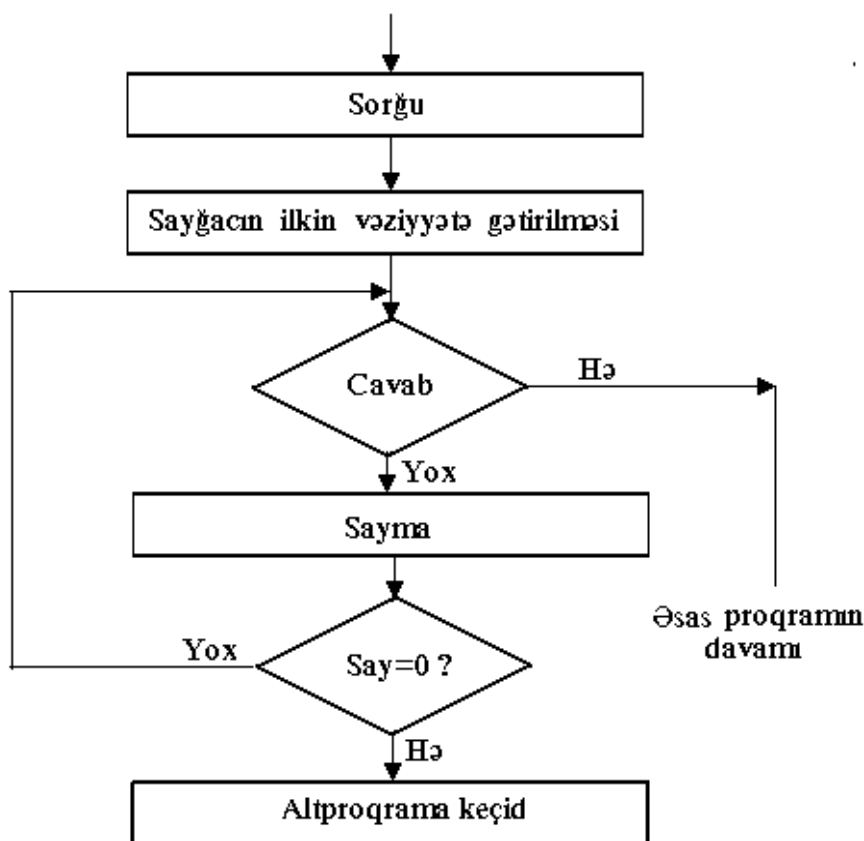
$T_{\text{g}} = T \cdot 1000 + 5$  mksan ifadəsi ilə müəyyən olunur, yəni  $T=2000 \cdot 0,5 + 5 = 1005$  mksan olur.

Məsələn,  $T=25$  msan gecikmə tələb olunarsa, onda B registrinə 25 sabitini yükləməklə  $T_{\text{гек}} = 25,005$  msan (xəta 0,002%) gecikmə əldə etmək olur.

Bu proqramda daxili dövr etməyə iki «boş əməliyyat» əmri daxil edilir ki, bu da sıfırlama əmrinin 1 msan müddətində xarici dövr etməni bir dəfə

keçməsinə təmin edir. C registrinə yüklənən sabitin qiymətini dəyişməklə və lazımı sayda «boş əməliyyat» əmrini daxil və ya xaric etməklə altproqramın lazım olan zaman miqyasını təmin etmək olar.

Zaman gecikmələri funksiyasından MP və mikro-EHM –də istifadə edilməsinə nümunə olaraq MP ilə əlaqədə olan xarici (kənar) avadanlığın işinin düzgün yerinə yetirilməsinə nəzarət prosesini göstərmək olar. MP-nin bu avadanlıqlarla əlaqəsi «Sorgu – Cavab» prinsipi əsasında təşkil edilir. Bu rejimdə MP konkret xarici qurğu ilə işləmək üçün sorgu verir. Bu siqnala görə xarici qurğu əlaqə üçün hazırlıq görür və bu hazırlığın sonunda MP-yə hazır olması haqqında xəbərdarlıq edir. MP, bu siqnal sıfırlanana qədər gözləmə rejimində qalır. Xəbərdarlıq siqnalı olmadığı halda MP öz vəziyyətini dəyişə bilmir. Odur ki, adətən, MP xarici avadanlıqla işlədiyi hallarda MP- də müəyyən zaman gecikməsi formalaşdırılır. Cavab siqnalı bu zaman intervalında daxil olmasa, onda MP gözləmə rejimindən çıxır və bu qurğunun sıradan çıxmasına reaksiya verən altproqrama keçir. Bu proses şəkil 11.9-da verilən blok sxemdə göstərilmişdir.



Şəkil. 11.9. “Sorgu-Cavab” prinsipində altproqrama keçid alqoritmi

Kiçik zaman intervallarını əldə etmək üçün aşağıda verilən əmrlərdən istifadə etmək olar:

ƏMRLƏR SAYI, T	TAKTLARIN BAYTLAR	ƏMRDƏKİ VƏ	ƏMRLƏRİN ADI QEYDLƏR
NOP	4	1	Boş əməliyyat
MOV A, A	5	1	(A) ← (A) göndərişi
ADİ Ø	7	2	A-nın sıfırla cəmlənməsi
XTHL	18	1	Stekin zirvəsi ilə cüt H-L registrinin ikiqat mübadiləsi -
XTHL	18	1	- 36T qədər gecikmə
PUSH	11	1	Sonradan oxumaq şərti ilə stekə yüklənmə
POP	10	1	- 21T qədər gecikmə

Bu əmrlərdən istifadə etdikdə MP-nin yaddaş elementlərinin və registrlərinin məzmunu dəyişmir. Bu əmrlərin köməyi ilə 4-cü taktdan başlayaraq, prinsipcə istənilən zaman intervalını formalaşdırmaq olar. Lakin böyük zaman intervallarının saymanı təşkil etməklə, yəni proqramda dövrü sahələr ayırmaqla formalaşdırması daha məqsədə uyğundur. Bu halda məsələ sayğacın kaskadlarının sayını seçməklə, lazım olan sayma əmsalını təyin etməklə və əlavə kiçik zaman intervallarını daxil etməklə həll olunur.

Birkaskadlı sayğac əsasında zaman intervalının formalaşdırılması proqramı aşağıdakından ibarətdir:

DELAY : MVI B, KB ; B sayğacının ilkin vəziyyətə gətirilməsi.  
.....; Proqramın T qədər əlavə zaman intervalını təmin edən sahəsi.  
DJR B ; B sayğajında say və əgər say qurtarmayıbsa, keçid ( $T = 5+10 = 15T$ ).  
CNZ M1 ;  
.....; Proqramın T qədər əlavə zaman intervalı təmin edən hissəsi.

Proqramda istifadə olunan MVI, DJR və CNZ əmrlərini yerinə yetirmək üçün uyğun olaraq 7, 5 və 10 takt lazımdır.

Bu halda zaman intervalı

$$T_{\text{эеж}} = T_{\text{илвэз}} + K_B (T_c + T_{\text{дБ}}) + T_{\text{ял.эеж}}$$

ilə təyin edilir.

Beləliklə, MP-nin  $F_m = 2$  Mhs takt tezliyində 15 takt ərzində formalaşan zaman intervalı 7,5 mksan olur.

Birkaskadlı sayğac halında 10 msan –ə qədər zaman intervalı formalaşdırmaq faydalı olur. Böyük zaman intervalı formalaşdırmaq üçün isə sayğacın kaskadlarının sayı proqram yolu ilə çoxaldılır. Aşağıda iki baytlı sayğac əsasında zaman intervalının formalaşdırılması proqramı verilmişdir:

```

DELAY 2: MVI    B, KB ; B və C sayğaclarının ilkin vəziyyətə
          MVI    C, KC ; gətirilməsi.
          M1: ..... ; T gecikməsini təmin edən əmr.
          ..... ;
DCR    B ; B sayğacında say və əgər say qurtarmayıbsa, keçid
DCR    C ; C sayğacında say və say qurtarmayıbsa, keçid.
CNZ    M1 ; T gecikməsini təmin edən əmr.
    
```

Bu proqramla əməliyyatların yerniə yetirilməsi ardıcılığının təhlili göstərir ki, tələb olunan  $T_z$  zaman intervalını təyin etmək üçün aşağıdakı ifadəni tərtib etmək olar:

$$T_z = 2T_{b.v.g.} + K_b(T_{dB} + T_{hesab}) + (K_c - 1)[2^8 \cdot (T_{dB} + T_{hesab}) + T_{dC} + T_{hesab}] + T_{dC} + T_{hecab} + T_{dgec}$$

Burada  $T_{bvg}$  - sayğajların ilkin vəziyyətinə uyğun gələn zaman intervalıdır (gecikmədir),  $T_{dB}$  - B sayğacındakı əlavə gecikmədir,  $K_B$  - sayğacın B registrinin ilkin vəziyyətidir,  $K_C$  - sayğacın C registrinin ilkin vəziyyətidir,  $T_{hesab}$  - sayğacdakı zaman gecikməsidir,  $T_{dC}$  - C registrindəki əlavə zaman gecikməsidir,  $T_{dgec}$  - proqramın sonundakı əlavə gecikmədir.

Məsələn, tapşırıqda verilmiş  $T_z = 1$  san zaman intervalı üçün  $K_C, K_B, T_{dB}, T_{dC}, T_{d.gs.}$  parametrlərinin qiymətlərini göstərilən proqramdan istifadə edərək aşağıdakı kimi seçmək olar. Bundan ötrü yuxarıdakı ifadəni

$$T_z = 256(K_c - 1) \cdot (T_{dB} + 15) + K_c(T_{dC} + 15) + K_B(T_{dB} + 15) \cdot$$

şəklinə salırıq. Burada tələb olunan zaman intervalının formalaşmasında birinci toplanan əsas rol oynadığından əvvəlcə  $K_C$  əmsalını seçirik. Tələb olunan zaman intervalı böyük olduğundan  $K_C$  - nin maksimal qiymətini, məsələn

$K_C = 251$  götürürük. Bu halda

$$2 \cdot 10^6 = 256 \cdot 250 \cdot 31 + 16000$$

paylanmasını yazmaq olar. Buradan  $T_{dB} = 31 - 15 = 16$  alırıq. Yuxarıda verilmiş ifadələrdən istifadə edərək digər parametrləri də təyin edirik. Beləki,

$$16000 = 251(T_{dC} + 15) + K_B \cdot 31 + T_{d.gec} + 14$$

alırıq.  $K_B \leq 256$  olduğundan  $K_B$  maksimum qiymətini götürərək

$$251(T_{dC} + 15) = 16000 - 256 \cdot 31 - T_{d.gec} - 14$$

yazırıq. Buradan  $T_{dC} = 17T$  və  $T_{d.gec} = 18T$  alırıq.

Göründüyü kimi, MP-nin köməyi ilə istənilən zaman intervalını takt impulsunun dövrü  $T$  dəqiqliyinə qədər formalaşdırmaq olar. B və C registrlərində yerinə yetirilmiş iki kaskadlı sayğacın işləmə alqoritminin blok sxemi şəkil 11.10-da verilmişdir.

Bu məqsəd üçün MP-nin operativ yaddaşının bir yuvası B sayğacı üçün, digər bir yuvası isə C sayğacı üçün nəzərdə tutula bilər. Aydındır ki, kaskadların sayını seçməklə istənilən zaman intervalını formalaşdırmaq, təşkil etmək olar.

### 11.6. Hesab əməliyyatlarının yerinə yetirilməsi

HMQ kodların adi ikilik cəmləmə və çıxma əməliyyatlarını yerinə yetirə bilir. Lakin əmrlər sistemi və MP-də hasil edilən bir sıra əlamətlər operandların müxtəlif təsvirindən istifadə etməklə müxtəlif hesab əməliyyatlarını yerinə yetirmək mümkün olur.

Mürəkkəb hesab əməliyyatları üçün baza əməliyyatı iki yaddaş yuvasının məzmunlarının (məsələn, alfa və beta) ikilik cəmlənməsindən və ya çıxılmasından və nəticəni üçüncü yuvaya (qamma) yazılmasından ibarət olur:

Akkumulyatoru yükləməli	alfa
Cəmləməli	beta
Yadda saxlamalı	qamma

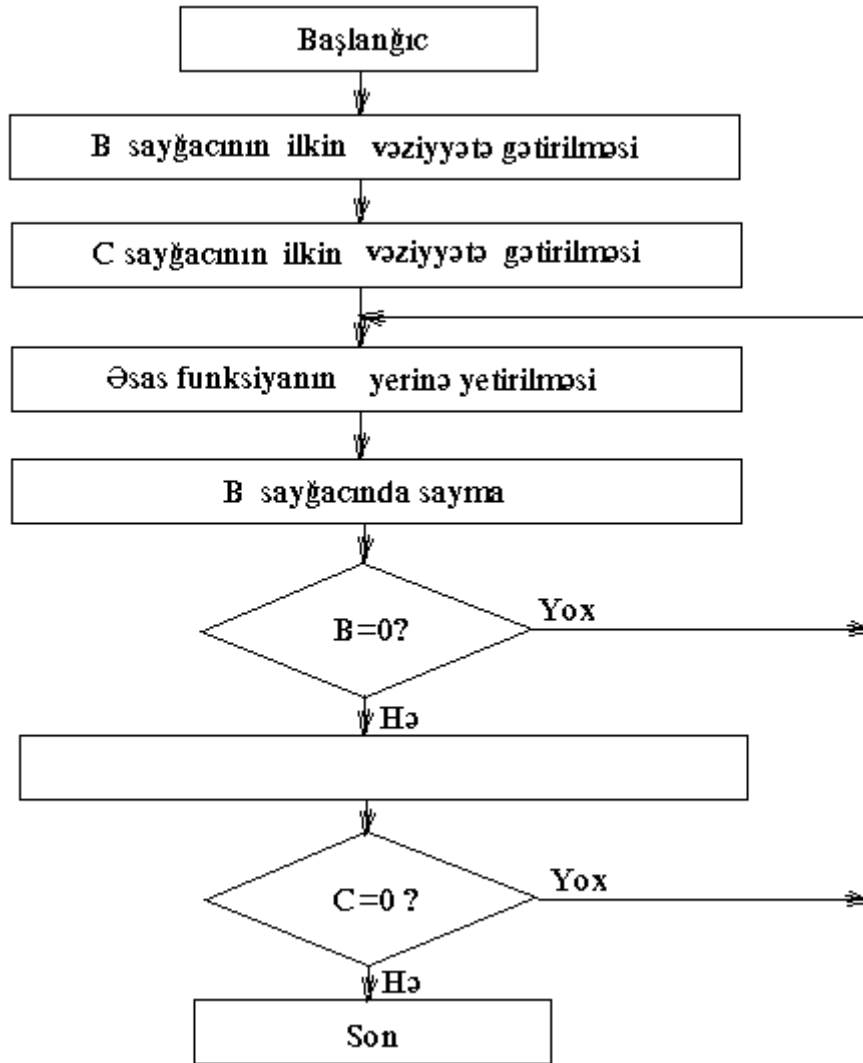
və ya

Akkumulyatoru yükləməli	alfa
Çıxmalı	beta
Yadda saxlamalı	qamma

İ

İkilik-onluq sistemində verilmiş ədədləri cəmləmək üçün ancaq bir əlavə «Onluq korreksiya» əmri tələb olunur:

Akkumulyatoru yükləməli	alfa
Cəmləməli	beta
Onluq korreksiya	



Şəkil. 11.10. Zaman intervalının 2 sayğacda yerinə yetirilməsi algoritmi

Çıxma əməliyyatını yerinə yetirmək üçün belə korreksiya əmri olmur. Odur ki, ikilik-onluq sistemində verilmiş ədədlərin çıxılması azalanla çıxılanın əlavə onluq kodunun cəmlənməsi kimi yerinə yetirilir:

$$X - Y = X + (10^k - Y) - 10^k ,$$

Burada  $(10^k - Y) - Y$  ədədinin əlavə onluq kodudur;  $k$  – onluq ədədləri təsvir etmək üçün ayrılan dərəcələrin sayıdır.

$K$ -dərəcəli onluq kodun ən böyük qiyməti  $(10^k - 1)$  olduğundan  $10^k$  ədədi böyük dərəcədən köçürmə vahidinə uyğun gəlir.  $X+(10^k-Y)$  cəmindən  $10^k$



ədədinin çıxılması köçürmə triggerinin vahid qiymətini nəzərə almamaqla (rədd etməklə) həyata keçirilə bilər.

$$\text{Nümunə: } 79 - 32 = 79 + (10^2 - 32) - 10^2 = 79 + 68 - 100 = 47.$$

MP-də (147 - 100) çıxması bilavasitə yerinə yetirilmir, çünki 147 ədədi (sayı) verilənlərin 2-dərəcəli təsviri zamanı 47 ədədi və nəzərə alınmayan C=1 əlaməti ilə (köçürmə) ifadə olunur.

İkilik-onluq kodların çıxılmasının ikinci xüsusiyyəti  $(10^k - Y)$  əlavə kodunun formalaşdırılması üsulundadır. Bu kod iki mərhələdə formalaşdırılır: Y ədədinin  $(10^k - 1)$  sabitindən çıxılması və nəticəyə vahidin əlavə edilməsi:

$$10^k - Y = (10^k - 1) - Y + 1.$$

Əlavə kodun bu ardıcılıqla alınması onunla izah olunur ki,  $(10^k - 1)$  fərqi k-dərəcəli onluq kodla təsvir oluna bilən maksimum ədəddir. MP-də vahidin əlavə edilməsi, adətən, C əlamətini əvvəlcədən 1 vəziyyətinə gətirməklə və bundan sonra  $X + [(10^k - 1) - Y]$  cəmlənməsi üçün “Köçürməni nəzərə almaqla cəmləmə” əmrindən istifadə etməklə həyata keçirilir.

MP-də 2-dərəcəli onluq ədədləri çıxmaq üçün alqoritmin blok sxemi şəkil 11.11-də göstərilmişdir. 1, 2, 3 blokları çıxanın əlavə kodunu, 4 bloku isə azalanın və çıxanın əlavə kodunun cəmini formalaşdırır. Nəticəni yaddaşa (5-ci blok) yazdıqda 2-dərəcəli nəticənin, C əlaməti nəzərə alınmadan, yazılması həyata keçirilir.

Çıxma əvəzinə cəmləmə əməliyyatından istifadə edilməsi cəmin nəticəsini “Onluq korreksiya” əmrinin köməyi ilə korreksiya etməyə imkan verir.

Ədədlərin, şəkil 3.7-də verilən alqoritmə uyğun çıxılması proqramı aşağıdakı kimi yazıla bilər:

Bilavasitə yükləməli Alfa, 99 ; Akkumulyatora 99 sabitini yükləmək:

$$A := 99,$$

Çıxmaq Beta ; Ünvanı BETA olan yuvanın məzmunu

99-dan çıxılır ,

Nəticə akkumulyatorda yerləşdirilir:

$$A := 99 - \text{Beta}.$$

Köçürmə triggerini çevirmək ; C = 1

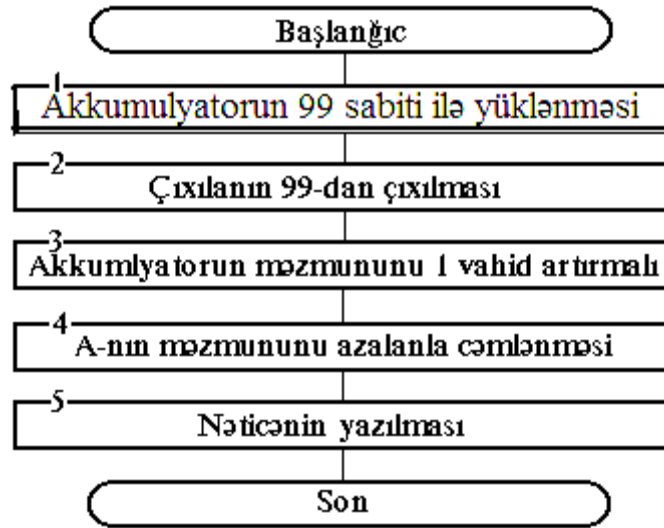
Köçürməni nəzərə almaqla Alfani

cəmləməli

$$A := A + \text{Alfa} + 1.$$

Onluq korreksiya

Yadda saxlamalı Qamma



Şəkil 11.11. Ədədlərin çıxılması alqoritminin blok sxemi

### 11.7. İnformasiyanın rəqəm indikatoruna çıxarılması

Statik və dinamik interfeyslərin fərqi çıxarılan məlumatların yenidən kodlanmasını təmin edən deşifratorların istifadə olunması üsulundadır.

Statik interfeyslər deşifratorlardan başqa displeyin hər bir işarə-yeri üçün bufer verilənlər registrinə malik olmalıdır. Displeyin dərəcələrinin artması ilə çıxış portlarının və deşifratorların sayı artır. Bu isə MK-nın qiymətini artırır.

Dinamik interfeyslər ancaq bir deşifratora və iki registrə (verilənlər registrinə və işarələmə registrinə) malik olurlar. Lakin mürəkkəb proqram təminatını tələb edir. Proqram təminatının həcmi ancaq interfeysin aparat hissəsinin artırılması hesabına azaldıla bilər.

Hər bir işarə-yer üçün standart K514TD1, L513TD2, 133PP4, 564İD5 deşifratorlarına və onların analoqlarına malik statik interfeyslərdən istifadə olunan hallarda informasiyanın çıxarılması ilə əlaqədar heç bir problem ortaya çıxmır. Bu halda hər bir deşifrator çıxış portunun registrinin tetradlarından (dördlüklərdən) birinə qoşulur və ikilik informasiya OUT (çıxış) əmri ilə akkumulyatordan çıxış portunun ünvanına göndərilir. Proqramçı ancaq verilənlərin ikilik tetradlarını göndərilməsini təmin etməlidir.

Deşifrator kimi yenidən proqramlaşdırıla bilən yadda qurğusundan (YPYQ), məsələn K155PE3 tipli mikrosxem istifadə etmək olar. YPYQ beş ünvan girişinə (A0-A4) və 8-dərəcəli çıxış verilənlərinə malikdir. Deşifrator kimi istifadə olunan YPYQ 60 Hs tezliklə növbə ilə elektrik idarə sxemi vasitəsi ilə indikatorlardan birinə qoşulur.

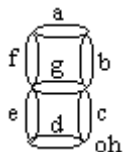
16-lıq say sisteminin bütün rəqəmlərinin indikasiyası üçün çıxış registrinin dörd dərəcəindən istifadə etmək kifayətdir. 5-ci ünvan girişi başqa simvolları sintez etmək üçün istifadə oluna bilər. Baxılan sistemdə ancaq 16 simvoldan istifadə olunur. Odur ki, yaddaş qurğusunda 0000-1111 ünvanlar üzrə simvolların cədvəl 11.2-də verilən ikilik kodları təsvir olunmuşdur.

Bu halda verilənlərin proqram yolu ilə çıxarılması çox sadə olur. Məsələn, 2500 və 2501 yaddaş yuvalarının məzmununu HG1, HG2 və HG3, HG4 indikatorlarına çıxarmaq üçün proqram aşağıdakı kimi verilə bilər:

İND: LDA h ; 2500 saylı yuvarın məzmunu  
 OUT ; EB portuna çıxarmalı  
 LDA ; 2501 saylı yuvarın məzmunu  
 OUT ; EC portuna çıxarmalı

İndikatorun 7-seqmentli koduna çıxarılan verilənlərin kodlaşdırılması proqram vasitələri ilə də mümkündür. Bu halda MK çıxarılan hər bir simvola uyğun 7-seqmentli kod nəzərdə tutmalıdır. Bundan ötrü indikasiyanın baytlarını Mk-nın yaddaşının yuvalarında, verilənlərin ilkin ikilik kodlarının artmasına uyğun ardıcılıqla yerləşdirmək lazımdır. İndikasiya baytının verilənlərin kodlarının uyğunluğu fraqmenti cədvəl 11.3-də verilmişdir.

Cədvəl 11.2

İndikator	Dərəcə	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
	Simvol	a	b	c	d	e	f	g	h
	0	1	1	1	1	1	1	0	0
	1	0	1	1	0	0	0	0	0
	2	1	1	0	1	1	0	1	0
	3	1	1	1	1	0	0	1	0
	4	0	1	1	0	0	1	1	0
	5	1	0	1	1	0	1	1	0
	6	1	0	1	1	1	1	1	0
	7	1	1	0	0	1	0	1	0
	8	1	1	1	1	1	1	1	0

	9	1	1	1	1	0	1	1	0
	A	1	1	1	0	1	1	1	0
	B	0	0	1	1	1	1	1	0
	C	1	0	0	1	1	1	0	0
	D	0	1	1	1	1	0	1	0
	E	1	0	0	1	1	1	1	0
	F	1	0	0	0	1	1	1	0

Cədvəl 11.3

Çıxarılan simvol	İndikasiya seqmentinin və baytının vəziyyəti								H-kod
	a	b	c	d	e	f	g	h	
E	1	1	1	1	0	0	1	0	F2
	1	0	0	1	1	1	1	0	9E

Analoji olaraq, simvolda işıqlanması tələb olunan indikasiya seqmentlərini “1” məntiq signalı ilə doldurmaqla istənilən simvolun H-kodu alınır.

İki indikator üçün, kodun çevrilməsini nəzərə almaqla, verilənlərin akkumulyatordan çıxarılması altproqramı aşağıdakı kim tərtib oluna bilər:

; Verilənlərin yenidən kodlanma ilə akkumulyatordan indikatora çıxarılması altproqramı

Giriş parametri:

- akkumulyator A – verilənlərin ikilik baytı

İNDK: PUSN H ; HL, BC, DE registr cütlərinin məzmununu yadda saxlamalı

PUSN B

PUSN D:

MOV D, A ; Verilənlər baytının surətini D-yə köçürülməsi

LXI H, TAB ; kod cədvəlini başlanğıc ünvanını göstərməli

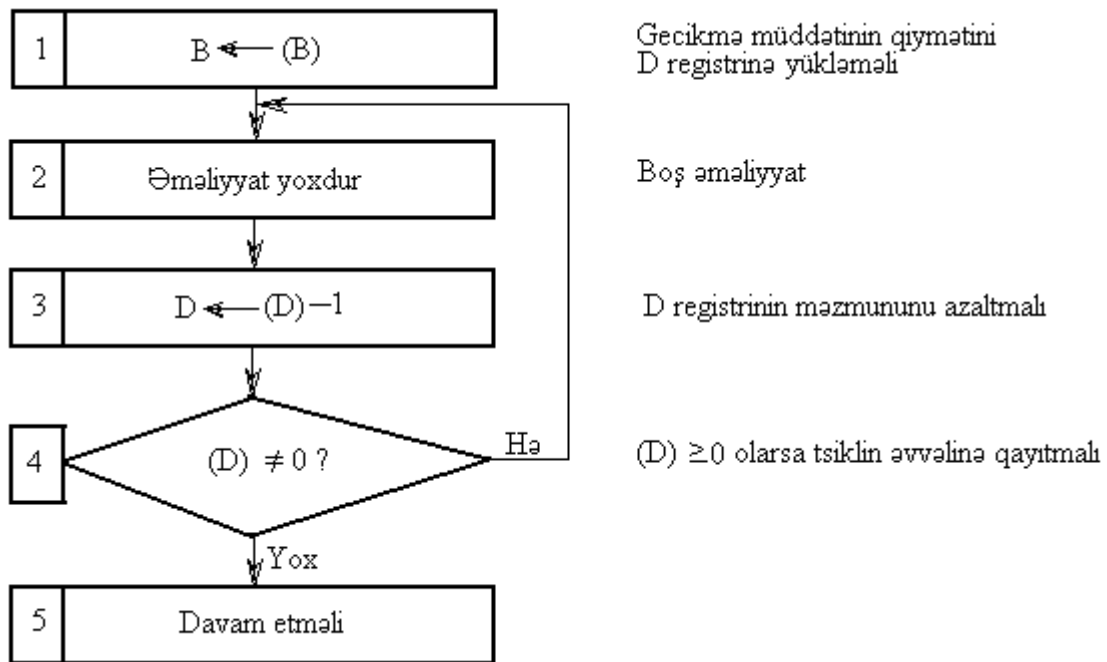
LXI B, 0

	MOV	A, D	; verilənlər baytını bərpa etməli
	ANI	0F	; yüksək tetradanı təmizləməli
	MOV	C, A	; BC cütünə kiçik tetradanı yükləməli
	DAD	B	; H-kodun ünvanını göstərməli
	MOV	A, M;	
	OUT	ADRM	; kiçik tetradadan simvolun indikasiyası
	LXI	H, TAB	; yüksək tetradadan çıxarılişa hazırlıq
	LXI	B, 0	
	MOV	A, D	
	ANI	F0	; kiçik tetradanı təmizləməli
	MOV	C, A	
	DAD	B	; yüksək tetradanın H-kodunun ünvanını göstərməli
	MOV	A, M;	
	OUT	ADRM	; yüksək tetraddan H-kodun indikasiyası
	POP	D	
	POP	B	
	POP	H	
TAB:	DB	EC	; 0 rəqəminin H-kodu.
	DB	60	; 1 rəqəminin H-kodu.
	DB	DA	; 2 rəqəminin H-kodu.
	DB	8E	; F rəqəminin H-kodu.

### 11.8. Zaman gecikmələrinin proqramlaşdırılması

Tələb olunan indikasiya müddətini təmin etmək üçün, sistemin diskret elementlərində gedən keçid proseslərinin sonunu gözləmək üçün, verilmiş davam etmə müddətinə malik zaman intervalları formalaşdırmaq üçün və s. zaman gecikmələri tələb olunur. Bir neçə takt sərhədində zaman gecikmələri müəyyən əmrlər hesabına təmin etmək olar. Bu halda sistemdə dəyişiklik baş vermir. Bu məqsəd üçün 4, 5, 7, 13 takt hesabına yerinə yetirilən uyğun NOP (boş əməliyyat), MOV Ri,Rj (registr-registr), CP1 00 (müqayisə), XTH (göndərmə) və s. kimi əmrlərdən istifadə etmək olar.

Böyük gecikmələr bir kaskadlı və ya kənardan daxil edilən (qoşulan) tsikllər hesabına yerinə yetirilə bilər. Bir kaskadlı tsikl əsasında qurulan sadə gecikmə alqoritmi və uyğun proqram şəkil 11.12-də göstərilmişdir. Proqramın giriş parametri B registridir.



Şəkil 11.12 Zaman gecikmələri algoritminin blok – sxemi və proqramı

#### Zaman gecikməsi proqramı

TIME :	MOV	D , B	; T1 = 5 takt
M1 :	NOP		; T2 = 4 takt
	DCR	D	; T3 = 5 takt
	JNZ	M1	; T4 = 10 takt

Hər bir əməliyyatın yerinə yetirilməsi üçün lazım olan taktların sayını nəzərə almaqla gecikmə müddətini təyin etmək olar. Fərz etsək ki, giriş parametri 0-dan 255-ə qədər olan diapazonda istənilən N ədədi ola bilər, onda gecikmənin ümumi müddəti

$$T_{\text{gec.}} = T1 + N * (T2 + T3 + T4) = 5 + 19 = 24$$

taktla təyin edilə bilər.

Minimum gecikmə müddəti  $N=1$  halına uyğun gəlir və

$$T_{\text{gec. min}} = 5 + 19 = 24 \text{ takt olur.}$$

Maksimum gecikmə müddəti  $N=0$  halına uyğun gəlir (yeni  $N=N-1$  kəmiyyətini əlavə kodda hesabladıqda bir baytlı rəqəm üçün  $N=N-1=255$  alırıq) və tsikldəki təkrarlamaların sayını bir vahid artırmaq lazım gəlir. Bu halda

$$T_{\text{gec. max}} = 5 + 19 * 256 = 4869 \text{ takt}$$

alınır.

Taktın müddəti konkret MK və ya MP üçün məlum olur və onun takt generatorunun tezliyi ilə təyin edilir. Məsələn, takt impulsları generatorunun 1 MHz tezliyində (bir taktın müddəti 1 mksan olur) maksimum gecikmə müddəti

$$T_{\text{gec. max}} = 4869 * 1 \text{ mksan} = 4869 \text{ mksan} + 4,869 \text{ msan}$$

olur.

Aydındır ki, “boş əməliyyat” –NOP əməllərinin sayını dəyişməklə tsikldə gecikmənin müddətini 4 takt dəqiqliklə dəyişmək olar.

Böyük gecikmələr tələb olunan hallarda əlavə xarici tsikl təşkil etmək olar. Bu hal giriş parametri 25FA ünvanlı yuvada olan tənzimlənən zaman gecikmələri TIMER alt proqramında yerinə yetirilir.

; tənzimlənən zaman gecikmələri altproqramı

TIMER : PUSN B ; BC, DE, A cütlərinin məzmununu yadda saxlamalı

PUSN H

PUSN PSW

LDA 25 FA ; davam etmə müddətini göstərməli

MOV B, A ; gecikmələr

M2 : LXI H, 0FFFFH;

M1 : DCX H ; daxil edilən (kənardan daxil edilən) tsikl

MOV A, L

ORA H ; kənardan daxil edilən (qoşulan) tsiklin  
; qurtarmasının yoxlanması

JNZ M1 ; xarici tsiklin sonunun yoxlanması

DCR B

JNZ M2

POP PSW

POP H

POP B

RET ; altproqramdan geri qayıtma.

TIMER altproqramı ilə zaman gecikmələrinin qiymətini 0-FFH giriş parametrinin qiymətini dəyişmək hesabına 300 msan – 1san diapazonunda dəyişmək olar.

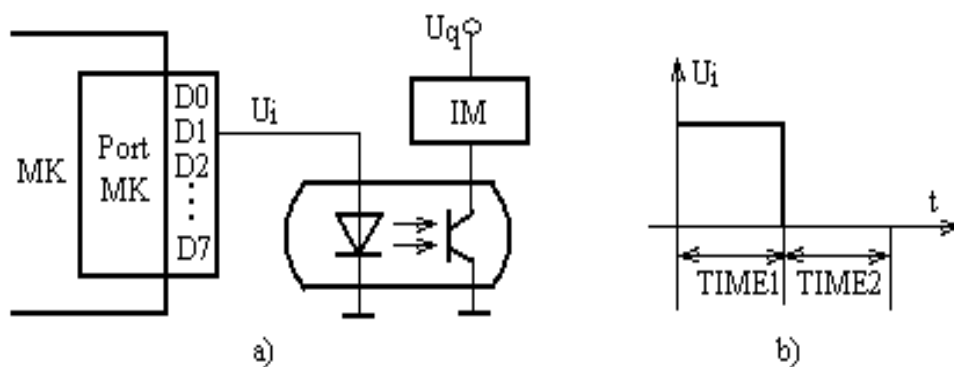
## 11.9. İdarəedici siqnalların formalaşdırılması

İstənilən idarəedici MK-in idarə obyektinə qarşılıqlı təsiri, bir tərəfdən, MK-ya obyektin cari vəziyyəti haqqında informasiyanın daxil edilməsi və onun emalı, digər tərəfdən, obyektə idarə funksiyalarını həyata keçirən idarəedici

təsirlərin formalaşdırılması ilə əlaqədardır. MK-nın idarə obyektinə qarşılıqlı təsiri tənzimləmə orqanlarına malik müxtəlif icra mexanizmləri vasitəsi ilə həyata keçirilir.

Müxtəlif texnoloji prosesləri təmin edən məişət texnikası obyektlərində icra mexanizmləri (İM) kimi sabit və dəyişən cərəyan elektrik mühərrikləri, maqnit işə salanları; tənzimləyici orqanlar (TO) kimi pnevmo- və hidro klapanlar, tiristor çeviriciləri, tənzimləyici qapayıcıları geniş istifadə edilir. Məişət REA qurğularında İM və TO funksiyalarını cərəyan və ya gərginlik gücləndiriciləri yerinə yetirirlər.

İM-in idarə olunma qaydaları onların iş prinsipləri ilə müəyyən edilir. “Bağlı-açıq” prinsipində işləyən sadə İM-lərin idarə olunması “0” və “1” kimi iki məntiq səviyyələrinə malik idarə siqnallarının formalaşdırılmasına gətirilir. MK-nın çıxışına belə İM qoşulması çıxış portunun bir dərəcəsi vasitəsi ilə optron cütdən istifadə etməklə həyata keçirilir (şəkil 11.13).



Şəkil 11.13 . İcra mexanizminin MK-ya qoşulması sxemi

Çıxış portunun digər dərəcələrinə, lazım olan hallarda, digər analogi İM qoşula bilər. İdarəedici təsirlərin aktiv səviyyələrinin davam etmə müddəti  $U_i$  proqram yolu ilə zaman gecikmələrinin daxil edilməsi hesabına dəyişdirilə bilər (proqram fraqmentində göstərilən kimi).

```

YPR: MVI   A, 02   ; akkumulyatora İM idarə baytının yazılması
      OUT   ADR   İM   ; idarəedici təsiri ADR İM çıxış portunun
                               ; D1 bitinə verməli
CALL  TIME  1     ; tələb olunan uzunluğun zaman gecikməsi
MVI   A, FD      ; tullama (geriqayıtma) baytını göstərməli
OVT   ADR   İM   ; İM dövrədən açmalı
CALL  TIME  2     ; zaman gecikməsi

```

Proqramın yerinə yetirilməsi nəticəsində idarəedici təsirlər dəyişəcəklər (şəkil 11.13,b ). TIME1 və TIME2 zaman gecikmələri altproqramlarını və ya



idarəolunan zaman gecikmə proqramlarının giriş parametrlərini dəyişməklə idarəedici təsirlərin istənilən davamətmə müddətini təmin etmək olar. Analoji qayda ilə impuls idarəedici təsirlərin və ya istənilən davamətmə müddətinə və dərinliyə malik impulslar formasında təsirlərin formalaşdırılmasını təmin etmək olar.

Tiristor çeviricilərinə malik İM-in idarə olunmasını interval taymeri BİSi həyata keçirmək daha rahatdır (sərfəlidir). Bu halda tiristorun açılma bucağının idarə olunması idarə impulsunun proqram yolu ilə dəyişdirilməsi hesabına təmin edilir. Məsələn, “1” rejimində işləyən taymerin St1 kanalının B1 çıxışında. Taymerin B1 çıxışında idarə impulsunun davamətmə müddətini taymerin St1 sayğacının ünvanına görə operandları dəyişməklə asan idarə etmək olar. Proqramın aşağıda verilən fraqmenti elektrik mühərrikinin fırlanma sürətinin MK-nın OYQ-nun yuvasında yerləşən ədədi dəyişmək hesabına tənziplənməsini təmin edir.

```
PRIV: MVI A, 52 ; taymerin idarəedici sözü
      OUT RUS ; RUS ünvanına göndərməli
      LDA 2200 ; sürəti müəyyən edən say (ədəd)
      OUT KAN 1 ; taymerin St1 ünvanına göndərməli
```

2200 yuvasında yerləşən ədədin dəyişməsi hesabına elektrik mühərrikinin fırlanma sürətinin sıfırdan nominal qiymətə qədər səlist dəyişməsini təmin etmək olar. Bu fraqment əsasında elektrik mühərrikinin fırlanma sürətinin dəyişməsi proqramını tərtib etmək olar.

**Qeyd:** Elektron sxemlərdə istifadə olunan elementlərin şərti qrafiki işarələnməsi **əlavə 1**-də, ən geniş yayılmış cihazların o cümlədən, inteqral mikrosxemlərin əsas parametrləri, istismar şərtləri tətbiq sahələri, onlar əsasında qurulan bəzi qurğuların sxemlərinin hesabatına nümunələr **əlavə 2**-də, yarımkeçirici elektron cihazlarının, onlar əsəsindəki qurğuların parametrlərinin və qoşulma sxemlərinin təhlilinə dair misallar **əlavə 3**-də verilmişdir. Eyni zamanda əlavələrdə geniş tətbiq olunan rəqəm mikrosxemlərinin markaları və qoşulma sxemlərinə nümunələr, ilkin siqnalların gücləndirilməsi, müqayisə olunması, ARÇ və RAÇ-larda çevrilməsini təmin edən analoq mikrosxemlərinin, ilk növbədə əməliyyat gücləndiriciləri və komparatorların da geniş yayılmış növlərinin təsnifatı, parametrləri və praktiki sxemləri verilmişdir.

## 12. MİKROKONTROLLERLİ QURĞULAR

### 12.1. Mikrokontrollerlərin təyinatı, quruluşu, növləri və parametrləri

Mikrokontroller müxtəlif elektron qurğularının, sistemlərin idarə olunması üçün nəzərdə tutulmuş xüsusi növ BİS-dir. Mikrokontrollerlər ilk ümumi təyinatlı mikroprosessorlarla eyni vaxtda ilk dəfə 1971-ci ildə meydana gəlmişdir.

Mikrokontroller yaradıcıları çox ağıllı olan prosessor, yaddaş, DYQ və periferiya qurğularını adi mikrosxemə oxşar bir korpusun içərisində birləşdirilməsi ideyasını fikirləşib həyata keçiriblər. Elə buna görə də mikrokontrollerlərin illik istehsalı mikroprosessorların istehsalından olduqca çoxdur, ancaq onlara tələbat isə heç azalmır.

Qeyd olunduğu kimi çoxlu kompaniyalar mikrokontrollerlər istehsal edir, belə ki, yalnız müasir 32-bitli yox, həm də 16-, hətta 8-bitli (İ8051 və onların anloqları) mikrokontrollerlər də istehsal olunur. Hər bir BİS ailəsinin daxilində tez-tez demək olar ki, eyni olan, mərkəzi prosessor qurğusunun (MPQ) sürəti və yaddaşın həcmi ilə fərqlənən modellərə rast gəlmək olar.

Mikrokontrollerlər əsasən daxili sistemlərdə, oyuncaqlarda, dəzgahlarda, kütləvi məişət texnikasında, prosessorun böyük gücü tələb olunmayan məişət və sənaye avtomatikasında, ən başlıcası qiymət və yerinə yetirilə biləcək funksiyalar arasındakı nisbətən saxlanılması tələb olunan halda tətbiq olunurlar.

Ona görə də mikrokontrollerlərin hətta ən köhnə tipləri bir sıra avtomatlaşdırma məsələlərində tətbiq olunmaqdadır.

Mikrokontroller şoxlu sayda parametrlərlə xarakterizə olunur, o, eyni zamanda proqramla idarə olunan qurğu və elektron cihazdır (mikrosxemdir). Mikrokontroller sözündə "mikro" sözünü onun mikroelektron texnologiyası üzrə yerinə yetirildiyini bildirir.

İşlədiyi zaman mikrokontroller yaddaşdan, yaxud giriş portundan əmrləri oxuyur və onları yerinə yetirir. Hər bir əmr mikrokontrollerin əmrlər sistemi ilə müəyyən olunur. Əmrlər sistemi mikrokontrollerin arxitekturasında qoyulub və əmrlərin kodlarının yerinə yetirilməsi mikrosxemin daxili elementləri tərəfindən mikroəmaliyyatların yerinə yetirilməsində ifadə olunur.

Mikrokontroller müxtəlif elektron və elektrik qurğularının asanlıqla (elastik) idarə olunmasına imkan verir.

Adətən mikrokontrollerlərin yaddaşı 2-dən 128KB-yə qədər olur. Əgər proqram həcmi kiçikdirsə, proqramı Assemblerdə, yaxud Fortranda yazmaq lazım gəlir, əgər imkan varsa Beysikin, Paskalın, xüsusən də Ci proqramının

xüsusi versiyaları istifadə olunur. Mikrokontrolleri tamamilə proqramlaşdırmaq üçün, ilk növbədə onu proqram, yaxud aparat simulyatorlarında test edirlər.

Mikrokontrollerlər (MK) mikroprosessorlu sistemlərin (mikro – EHM-lərin) bir növü olub texniki qurğuların və texnoloji proseslərin idarə olunması alqoritmlərinin realizə edilməsinə yönəldilmişdir.

Universal mikro EHM-lərlə müqayisədə mikrokontrollerlər daha sadədir və 30 ildən çoxdur ki, MK-nın sxemotexnikasının bir kristal üzərində yerləşdirilməsinə nail olmuşlar. İlk vaxtlar MK-lara verilən adlardan biri də “birkristallı mikro EHM” – dir. MK-ların yaradılması onu bildirir ki, müəyyən sinifdən olan məsələlərin tam həcmdə həll olunmasına imkan verən belə funksional tamamlanmış böyük İS-lərin (BİS) yaranmasını bildirir.

MK-nın universal EHM-dən əsas fərqi yaddaş həcmının az olması və xarici qurğularının tərkibinin çox az fərqlənməsidir. Universal mikro –EHM-in tərkibinə böyük həcmli yaddaşın və yüksək cəld işləməyə malik olan yaddaş modulları daxil olur, YQ-nin ierarxiyası mürəkkəbdir, çünki çox məsələləri (avtomatlaşdırılmış layihələndirmə, kömpüter qrafikası, multimediyaya əlavələri və s.) bunsuz həll etmək qeyri-mümkündür. MK üçün vəziyyət tam başqadır, onlar əvvəldən məlum olan mürəkkəb olmayan alqoritmləri yerinə yetirir, və proqramın yerləşdirilməsi üçün, geniş təyinatlı mikro-EHM-lərdə olduğundan bir neçə tərtib az olan yaddaş tələb olunur. Nəticədə mikro EHM-in modulları konstruktiv müstəqildirlər, MK isə tərkibində eyni funksional təyinatlı modullar olmağına baxmayaraq, bir kristalda yerinə yetirilir.

Mikroprosessoru (yəni sistemin əsas elementi olan mərkəzi prosessoru) və MK-nı (yəni bütövlükdə sadə olan mikrosxemi) müqayisəsindən görünür ki, MK kommersiya nöqtəyi nəzərindən daha çox üstünlüklərə malikdir. Ona görə də MK istifadəçilərinin sayı MP-lərin digər mikrosxemlərinin istifadəçilərindən dəfələrlə çoxdur.

İlk MK (səkkiz dərəcəli MK 8048) 1976-cı ildə İntel firması tərəfindən buraxılmışdır. Hal-hazırda çoxlu şirkətlər tərəfindən 8-, 16-, 32-dərəcəli, yaddaş həcmi onlarla Kbayt olan, böyük olmayan verilənlər OYQ-si və paralel və də ardıcıl daxiletmə/çıxarma portları kimi olan interfeys və periferiya sxemlərinə, , taymerlərə, analoq-rəqəm və rəqəm-analoq çeviricilərə, eninə-impul modulyatorlara və s. MK-lar buraxılırlar.

Buraxılan MK-lar arasında 8 - dərəcəli MCS – 51/151/251 və 16 – dərəcəli MCS – 96/196/296 ( İntel firması) kontrollerlər ailəsi daha geniş tətbiq tapmışdır. Çoxlu istehsalçılar bu qrupun analoqu olan, yaxud onlarla uzlaşa bilən MK-lar buraxılırlar. Keçmiş SSRİ məkanında və hal hazırda Rusiyada K1816BE51, K1830BE51 nomenklaturalı 8-dərəcəli MK-lar və onların modernləşdirilmiş markaları buraxılır. Son illər İntel öz gücünü kompüterlər

üçün nəzərdə tutulmuş mürəkkəb MP-lərin istehsalına yönəlmişdir və sadə MK-ların istehsalı bazarı sektorunu digər firmalara , o cümlədən, İntel firmasının 8-dərəcəli MK-lar ailəsinin funksional analoqu olub, proqramların Fleş-yaddaşı ilə olan məşhur AT89 seriyalı MK-ları istehsalçısı Atmel firmasına vermişdir.

16- və 32-dərəcəli yeni nəsil MK-ların olmasına baxmayaraq, 8-dərəcəli MK-lar geniş tətbiq olunmaqdadır, belə ki, MK-ların realizə bazarının yarıya qədəri (10 milyarddan çox) 8-dərəcəli MK-lara məxsusdur.

#### **Məşhur mikrokontroller ailələri:**

MCS 51 (Intel); MSP430 (TI); ARM (ARM Limited); ST Microelectronics STM32 ARM-based MCUs; Atmel Cortex, ARM7 и ARM9-based MCUs; Texas Instruments Stellaris MCUs; NXP ARM-based LPC MCUs; Toshiba ARM-based MCUs; Analog Devices ARM7-based MCUs; Cirrus Logic ARM7-based MCUs; Freescale Semiconductor ARM9-based MCUs; AVR (Atmel); ATmega; ATtiny; XMega; PIC (Microchip); STM8 (ST Microelectronics)

MK-lar üçün məlum Ci kompilyatorları: GNU Compiler Collection ARM, AVR, MSP430-ləri və digər arxitekturaları dəstəkləyir; Small Device C Compiler – çox arxitekturaları dəstəkləyir; CodeVisionAVR (AVR üçün); IAR [1] (istənilən MK üçün); WinAVR (AVR və AVR32 üçün); Keil (8051 və ARM arxitekturaları üçün); HiTECH (Microchip istehsalı olan 8051 və PIC arxitekturaları üçün); CooCox (ARM üçün).

Proqramların yoxlanılması üçün proqram simulyatorları (mikrokontrollerin içini imitasiya edən personal kompüterlər üçün xüsusi proqramlar, sxem daxili simulyatorlar (mikrokontrolleri imitasiya edən və onun əvəzinə işlənən daxiledilmiş qurğuya qoşula bilən elektron qurğular) və JTAG interfeysi.

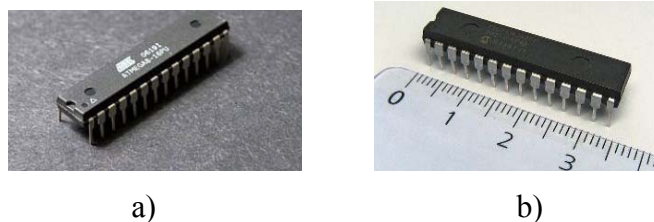
Hal-hazırda mikrokontrollerlərin, İ8051 ilə uzlaşan, onlarla aparıcı kompaniyalar tərəfindən istehsal olunan 200-dən çox modifikasiyaları mövcuddur. Ən geniş yayılan mikrokontrollerlər Microchip Technology firmasının istehsalı olan PIC-kontrollerlər, Atmel firmasının istehsalı olan AVR, TI firmasının istehsalı olan 16-bitli MSP430, həmçinin, ARM Limited firmasının yaratdığı 32-bitli mikrokontrollerləridir.

Şəkil 12.1-də 16-bitli 28-pinli (birləşdirici uclu) PDIP korpusunda olan PIC24 mikrokontrollerinin (şək.12.1,a) və DİP korpusunda olan Atmel AVR ATmega8 mikrokontrollerinin (şək.12.1,b) xarici görünüşü verilmişdir.

---

**PIC** — mikrokontrollerləri Harvard arxitekturası üzrə hazırlanıb Microchip Technology Inc. Amerika kompaniyası tərəfindən istehsal olunur və açılışı *Peripheral Interface Controller* olub, mənası «periferiya interfeys kontrolleri» deməkdir. Bu mikrokontrollerlərin adı onunla izah olunur ki, ilk

vaxtlar PIC 16-bit mikroprosessorların daxiletmə/çıxarma imkanlarını genişləndirmək üçün nəzərdə tutulmuşdur.

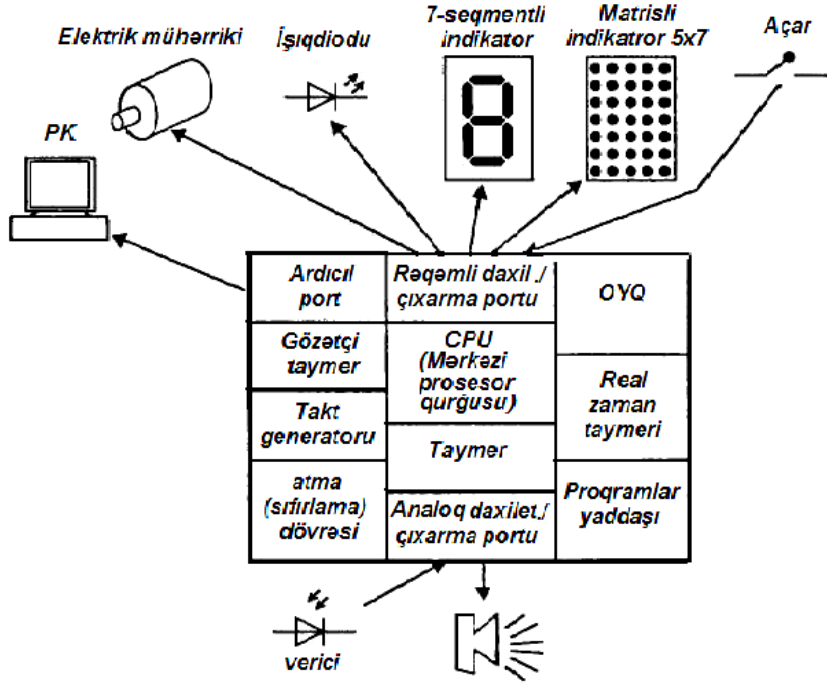


Şəkil 12.1. PIC24 (a) və Atmel AVR ATmega8 (b) mikrokontrollerlərinin xarici görünüşü

Microchip Technology Inc. nomenklaturasında 8-, 16- və 32-bitli mikrokontrollerlərin və rəqəmli siqnal kontrollerlərinin PIC markalı geniş spektri mövcuddur. Belə ki, nomenklaturada periferiyaların, yaddaşın, çıxışların sayı, məhsuldarlığı, qida gərginliyinin və temperatur diapazonunun və s. bütün mümkün variasiyaları ilə fərqlənən 500-dən çox müxtəlif mikrokontroller vardır. PIC-kontrollerlərin əsas fərqli xüsusiyyətlərindən biri müxtəlif kontrollerlər ailələri ardıcılığı ilə uyğunlaşmasıdır. Bu həm də proqrama görə uyğunlaşma (vahid pulsuz MPLAB IDE işlənmə mühiti), həm də çıxışlara, periferiyaya, qida gərginliklərinə görə, işlənmə vasitələrinə, kitabxanalarına və daha məşhur kommunikasiya protokollarının steklərinə görə uyğunlaşa bilməsidir.

Hal-hazırda istənilən ölçmə sisteminin və idarəetmə sisteminin baza elementi mikro-EHM (mikrokontroller) olub, bu sistemin miniatürləşdirilməsinə, funksional imkanlarının genişləndirilməsinə, xarici sadə daxiletmə/çıxarma qurğularının (düymələrin və işıq diodlarının) qoşulmasını yerinə yetirməyə, RS-232 və digər bu tipli interfeyslər vasitəsilə kompüter və mikrokontroller arasında əlaqə yaratmağa imkan verir. Digər tərəfdən mikrokontrollerlər bir çox müasir qurğu və cihazların, o cümlədən məişət avadanlıqlarının əsasını təşkil edir. Konstruktor-layihələndirici nöqtəyindən mikrokontrollerlərin əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, onun köməyi ilə müxtəlif sxemləri daha asan və çox vaxt olduqca ucuz realizə etmək olar. Şəkil 12.2-də müasir çoxfunksiyalı tipik mikrokontrollerin struktur sxemi verilmişdir.

Şəkildən görüldüyü kimi mikrokontrollerlər minimal əlavə qovşaqlar (düyünlər) olmaqla müxtəlif qurğuların idarə olunmasını və onlardan verilənlərin qəbul olunmasını təmin edə bilər, çünki periferiya qurğularının əksəriyyəti artıq mikrokontrollerin kristalında var. Bu öz növbəsində konstruksiyanın ölçülərini kiçildilməsinə və qida mənbəyindən tələb olunan enerjinin azaldılmasına imkan verir.



Şəkil 12.2. Çoxfunksiyalı tipik mikrokontrollerin struktur sxemi

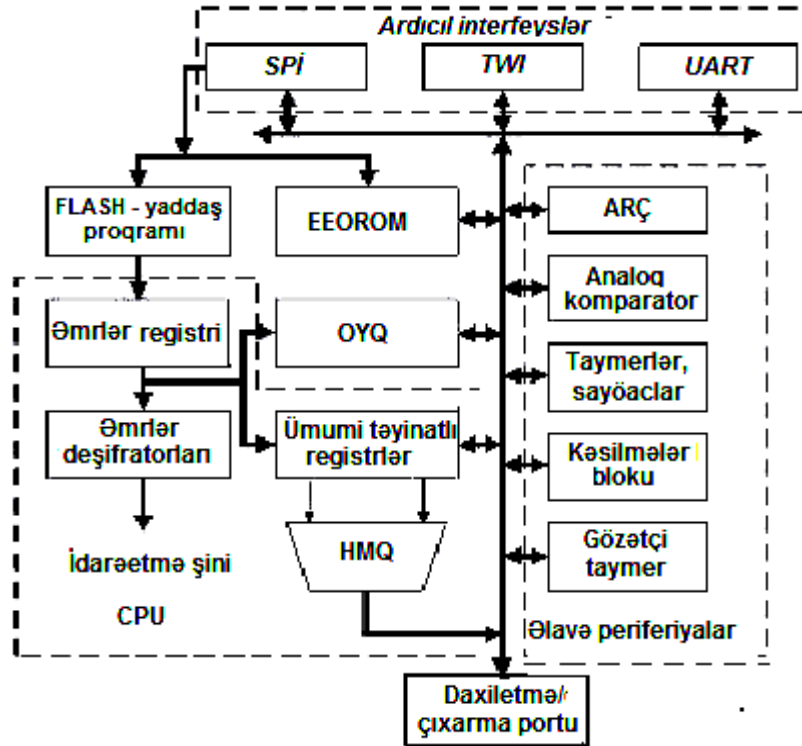
Müqayisə üçün qeyd etmək lazımdır ənənəvi mikroprosessoru istifadə etdikdə digər qurğularla uzlaşmanı təmin etmək məqsədilə çəki, ölçü parametrlərinin və enerji sərfinin artmasına gətirib çıxaran əlavə elementlərin istifadə olunması zərurəti yaranır.

Mikrokontrollerlərdə olan tipik struktur sxemi nəzərdən keçirək:

*Mərkəzi prosessor qurğusu (CPU)* mikrokontrollerin ürəyidir. O, proqramlar yaddaşından əmrlər kodlarını qəbul edir, onları dekodlaşdırır və yerinə yetirir. CPU registrlərdən, hesab-məntiq qurğusundan (HMQ) və idarəetmə qurğusundan ibarətdir. *Proqram yaddaşında*, ardıcılığı mikrokontroller üçün fəaliyyət proqramını formalaşdıran əmrlərin kodları saxlanılır. *Operativ verilənlər yaddaşında (OYQ –Operativ yaddaş qurğusu)*, dəyişən proqramlar saxlanılır. Mikrokontrollerlərin əksəriyyətində bu qurğuda həm də stek yerləşmişdir. *Takt generatoru*, mikrokontrollerin işinin sürətini təyin edir. *Atma (sıfırlama) dövrəsi*, mikrokontrollerin düzgün işə salınmasına xidmət edir. *Ardıcıl port*, çox lazımlı element olub, çox az sayda naqillərlə xarici qurğularla verilənlərin mübadiləsini aparmağa imkan verir. *Rəqəmli daxil / çıxarma portları (xətləri)*, ardıcıl portlarla müqayisədə bu xətlərin köməyi ilə eyni vaxtda bir neçə xətti idarə etmək (yaxud bir neçə xətti yoxlamaq) olar. *Taymer*, zaman intervallarının sayılması (hesablanması ) üçün istifadə olunur. *Gözetçi taymer*, xüsusi taymer olub, proqramlarda baş verən pozulmaların qarşısını almaq üçün nəzərdə tutulub. Bu taymer belə işləyir: işə salınmadan sonra verilmiş zaman

intervalını saymağa başlayır. Əgər proqram onu bu zaman intervalı başa çatana kimi yenidən işə salmazsa, onda gözetçi taymer mikrokontrolleri yenidən işə salır. Beləliklə proqram, gözetçi taymerə iş rejiminin qaydada olması signalı verməlidir. Əgər proqram bunu etməzsə, deməli hər hansı bir səbəbdən pozulma baş verib.

Son illər geniş tətbiq tapan AVR mikrokontrollerləri bir çox xüsusiyyətləri ilə fərqlənirlər. AVR-in tipik mikrokontrollerlərdən fərqli cəhətləri, onun əksər markalarına xas olan struktur sxemindən aşkar görünür (şək.12.3).

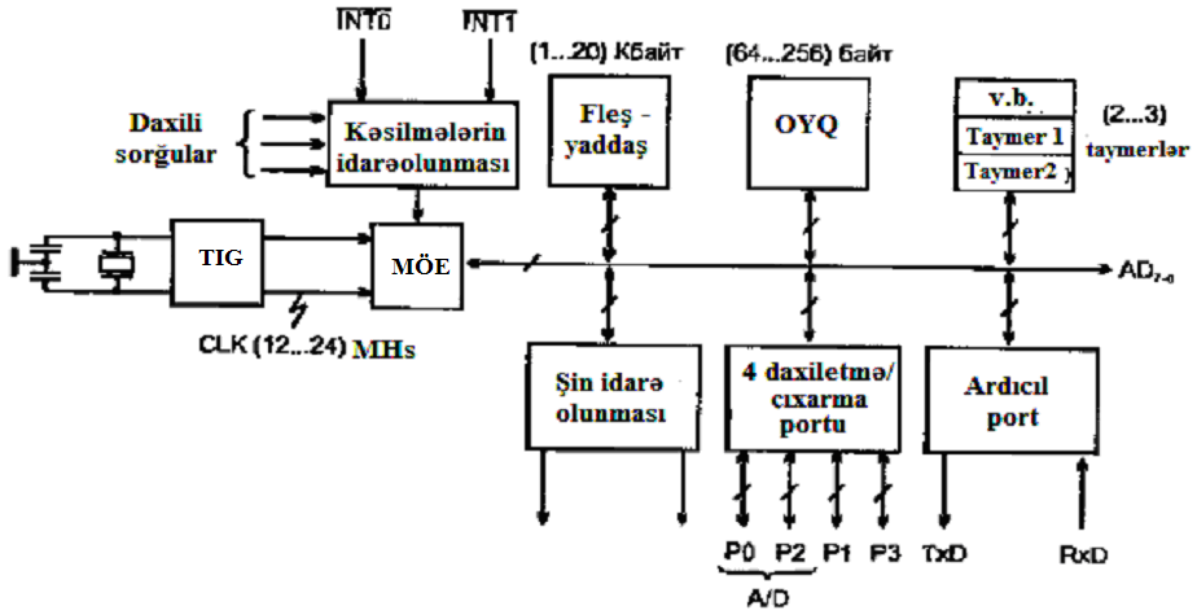


Şək. 12.3. AVR-mikrokontrollerinin struktur sxemi

AT89C ailəsindən olan MK strukturunda verilənlərin Fləş və OYQ tipli proqram yaddaşlarının ayrı-ayrı blokları (Harvard arxitektirası) istifadə olunur. Şəkil 12.4-də verilmiş struktur, yaddaş tutumu, həm də TİQ –takt impulsarı generatorunun tezlikləri diapazonları MK-ların ən kiçikdən başlayaraq, daha yüksək dərəcəlisinə qədər olanların parametrlərini xarakterizə edir.

Zərurət yarandıqda yaddaşın genişləndirilməsi üçün xarici DYQ, OYQ BİS-ləri qoşmaq olar. Daxiletmə/çıxarma vasitələri 4 paralel portdan (32 xətdən) və ardıcıl daxiletmə/çıxarma təmin edən TxD (ötürücünün çıxışı) və RxD (qəbuledicinin çıxışı) xətlərindən təşkil edilmişdir. MK-nın tərkibinə sistemin zaman nişanını verən və intervalları yaradan 2-3 taymer-sayğacı (16-dərəcəli) daxildir. Fiziki interfeysin enini azaltmaq üçün paralel portların xətlərinin

funksiyaları birgələşdirilmişdir, və müxtəlif rejimlərdə müxtəlif təyinatla malikdirlər. Radial tipli 5 sorğu mənbəli kəsilmələr sistemi 2 xarici sorğunu xidmət edir, 2 sorğu taymerlərdən və 1 sorğu ardıcıl portdan... Takt impulsunu generatorunun (TİG) 12MHs işi tezliyində əmələ gətirən əksəriyyəti 1mks, bir qismi isə 2 mks-yə yerinə yetirilir. Mərkəzi ötürmə elementi (MÖE) generator, idarə etmə dövrləri və verilənlər ünvanı şinlərinin qarşılıqlı qoşulmasını təmin edir.



Şək. 12.4. AT89C mikrokontrollerinin strukturu

## 12.2. PIC-mikrokontrollerləri əsasında qurğular və onların sxemotexnikası

PIC-mikrokontrollerlər əsasında öz uyğunlaşa bilməsi və maneə davamlılığı ilə seçilən bir sıra qurğular yaratmaq olar. Belə ki, PIC-kontroller əsasında daha çox asanlıqla idarə oluna bilmək (elastiklik) qabiliyyətinə malik olan dörd rəqəmli voltmetr qurmaq olar. Belə voltmetrin bir sadə variantını, PIC-kontrollerindən və kənar tranzistorlar istifadə etmədən idarə olunan yeddi seqmentli işıqdiodlarından istifadə etməklə yaratmaq olar. Bunun üçün mikrokontrollerin seçilməsinə xüsusi əhəmiyyət vermək lazımdır. Sxem üçün minimal periferiyalara malik olan PIC16F628A mikrokontrollerini seçirik.

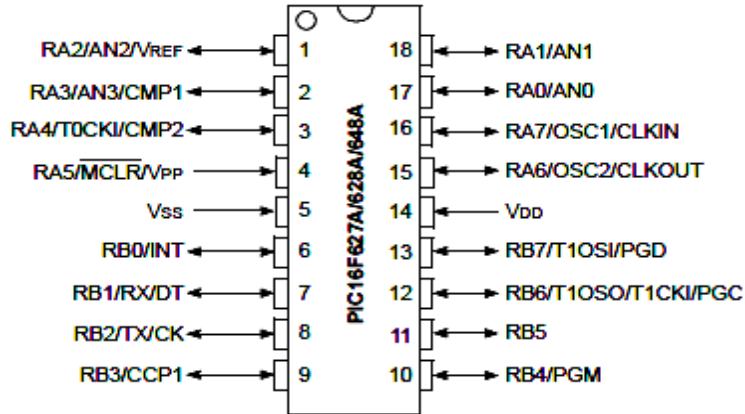
PIC16F628A mikrokontrollerinin çıxışlarının yerləşmə sxemi şəkil 12.5-də verildi ki kimidir.

Sxemdə Vdd — qida gərginliyinin “+” qoşulması çıxışı, Vss isə qida gərginliyinin “-” (ümumi şinaya) qoşulması çıxışıdır.

Qeyd olunanlar MK-nın işləməsi üçün minimum tələblərdir. MK-nın qalan 16 çıxışları rəqəmli giriş/çıxış portları kimi nəzərdə tutulmuşdur.



Qurğunun (voltmetrin) sxemi şəkil 12.6 - da göstərilmişdir. Sxemdə voltmetrin ölçmə diapazonunu genişləndirmək üçün sahə tranzistoru əsasında qurulmuş analoq girişi istifadə olunmuşdur. Bu sxem ardıcıl çıxışa malikdir, bu isə ölçülən parametrin eyni zamanda bu çıxışdan kompüterə ötürülməsinə imkan yaradır.



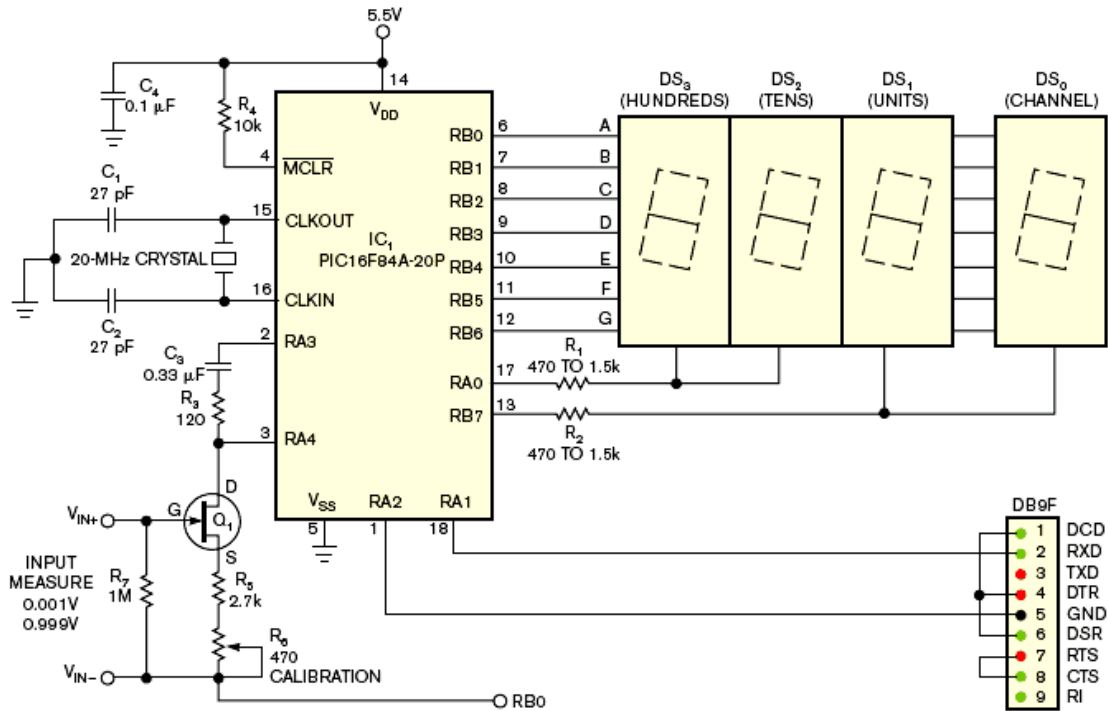
Şək.12.5. PIC16F628A mikrokontrolleri və onun çıxışlarının yerləşmə sxemi

Proqram hər bir yeddiseqmentli işıqdiodunu bir dəfə RA0 və RB7 çıxışları ilə idarə edir. RA) çıxışında “1” qoyuluşu və RB7-nin giriş kimi istifadə olunması DS3 ümumi anodlu indikatorunu aktivləşdirir. RA0 çıxışına “0” qoyuluşu və RB7-nin giriş kimi istifadə edilməsi DS2 ümumi katodlu indikatorunu aktivləşdirir. RA0 ucunun giriş kimi istifadə olunması və RB7 çıxışının “1”-ə qoyulması DS1 ümumi anodlu indikatorunu aktivləşdirir, RA0 ucunun giriş kimi istifadə olunması və RB7 çıxışının “0”-a qoyulması isə DS0 katodlu indikatoru aktivləşdirir. İndikatorlardan birinin aktivləşməsindən sonra RB0 ... RB6 xətləri çıxış kimi konfigurasiya olunaraq uyğun yeddi seqmentli indikatoru idarə edir. Bu sxem gərginliyə görə məhdudiyət tələb etmir, (3V-dan çox, yaxud az) çünki, işıqdiodları qarşı-qarşıya paralel qoşulub, ona görə də bir dioddakı düzünə gərginlik düşküsu o birindəki əks gərginliyi məhdudlayır. Qırmızı işıq diodlarının istifadə olunması 1,6V tələb edir. Məhz, ümumi anodlu və ümumi katodlu yeddi seqmentli işıqdiodlarının istifadə olunması hesabına, mikrokontrollerin daxiletmə/çıxarma portları əlavə komponentlər istifadə etmədən birbaşa indikatorları idarə edə bilərlər.

PIC16F628A mikrokontrollerinin əsas istismar-texniki xarakteristikaları aşağıdakılardır:

- mikrokonrtoller 4MHs tezlikli daxili generatora malikdir, həmçinin 20MHs-li xarici kvars da qoşmaq olar;
- mikrokontrollerin 16 çıxışı (uclu) rəqəmli giriş/çıkış kimi, qalan iki çıxışı isə qida gərginliyinin verilməsi üçün nəzərdə tutulub;

- iki analoq komparatoru;
- 3 taymeri;
- CCR modulu;
- USART(Universal Synchronous/Asynchronous reseiver/ transmitter (interface) – Universal sinxron asinxron interfeys);
- 128 bayt enerjidən asılı olmayan EEPROM yaddaşı var;



12.6.PİC-kontroller əsasında 4-rəqəmli voltmetrin sxemi

Voltmetr üçün seçilmiş mikrokontrollerin proqramının yazılması aşağıdakı ardıcılıqla yerinə yetirilir.

### Kompilyator.

Kompilyator kimi JAL c IDE JALedit seçirik.

JALedit işə salırıq. Mikrokontroller üçün proqram nümunəsi açırıq: *16f628a\_blink.jal* və yeni faylda saxlayırıq.

Bütün kodu 4 bloka bölmək olar:

1) MK-nın və onun konfigurasiyasının seçilməsi

include 16f628a – MK-nın kitabxanasının qoşulması:

--

-- *This program assumes a 20 MHz resonator or crystal*  
 -- *is connected to pins OSC1 and OSC2.*

**pragma** target clock 20\_000\_000 -- *oscillator frequency*

-- *configuration memory settings (fuses)*

```
pragma target OSC HS -- HS crystal or resonator
pragma target WDT disabled -- no watchdog
pragma target LVP disabled -- no Low Voltage Programming
pragma target MCLR external -- reset externally
```

```
--
```

Dəyişənlərin, prosedurların, funksiyaların elan edilməsi

```
alias led is pin_A0
```

```
pin_A0_direction = output
```

əsas tsiklə qədər kökləmələrin və hesablamaların yerinə yetirilməsi

```
enable_digital_io() – bütün girişlərin/çıxışların rəqəmli rejimə keçirilməsi
```

MK-nın əsas fəaliyyətinin sonsuz tsikli

```
forever loop
```

```
led = on
```

```
_usec_delay(250000)
```

```
led = off
```

```
_usec_delay(250000)
```

```
end loop
```

F9 düyməsini basmaq (yaxud digər uyğun düyməni) proqram hazır tikilmə (proşivka) kompilyasiya olunur, bu halda MK-nın nə qədər resursları işə düşəcək:

```
Code :58/2048 Data:4/208 Hardware Stack: 0/8 Software Stack :80
```

Əgər bu şərhə diqqət yetirsək, aydın olar ki, bu proqram 20MHs-li kvars istifadə olunmasına hesablanıb.

Başlanğıc olaraq daxili generatorun istifadəsi ilə MK-nın işinin proqramını nəzərdən keçirək.

Qoşulmuş kitabxanada hər bir bitə və onun hər bir qiymətinə oxuna bilən dəyişən verilir.

```
-- Symbolic Fuse definitions
```

```
-- -----
```

```
--
```

```
-- addr 0x2007
```

```
--
```

```
pragma fuse_def OSC 0x13 { -- oscillator
```

```
RC_CLKOUT = 0x13 -- rc: clkout on ra6/osc2/clkout, rc on ra7/osc1/clkin
```

```
RC_NOCLKOUT = 0x12 -- rc: i/o on ra6/osc2/clkout, rc on ra7/osc1/clkin
```

```
INTOSC_CLKOUT = 0x11 -- intosc: clkout on ra6/osc2/clkout, i/o on ra7/osc1/clkin
```

```
INTOSC_NOCLKOUT = 0x10 -- intosc: i/o on ra6/osc2/clkout, i/o on ra7/osc1/clkin
```

```

EC_NOCLKOUT = 0x3 -- ec
HS = 0x2 -- hs
XT = 0x1 -- xt
LP = 0x0 -- lp
}
pragma fuse_def WDT 0x4 { -- watchdog timer
ENABLED = 0x4 -- on
DISABLED = 0x0 -- off
}
pragma fuse_def PWRTE 0x8 { -- power up timer
DISABLED = 0x8 -- disabled
ENABLED = 0x0 -- enabled
}
pragma fuse_def MCLR 0x20 { -- master clear enable
EXTERNAL = 0x20 -- enabled
INTERNAL = 0x0 -- disabled
}
pragma fuse_def BROWNOUT 0x40 { -- brown out detect
ENABLED = 0x40 -- enabled
DISABLED = 0x0 -- disabled
}
pragma fuse_def LVP 0x80 { -- low voltage program
ENABLED = 0x80 -- enabled
DISABLED = 0x0 -- disabled
}
pragma fuse_def CPD 0x100 { -- data ee read protect
DISABLED = 0x100 -- disabled
ENABLED = 0x0 -- enabled
}
pragma fuse_def CP 0x2000 { -- code protect
DISABLED = 0x2000 -- off
ENABLED = 0x0 -- on
}

```

**OSC** — taktlama mənbəyinin konfigurasiyasıdır, 8 müxtəlif qiymət ala bilər.

1. **INTOSC\_NOCLKOUT** — daxili generator (4M Hs)
2. **HS** — xarici yüksək tezlikli kvarts (8-20 MHs)
3. **XT** = xarici kvarts (200 kHz — 4 MHs)
4. **LP** — xarici aşağı tezlikli kvarts (200 kHs-ə qədər)

**WDT** — gözətçi taymer.

Bu taymerin əsas işi ondan ibarətdir ki, mikrokontroller işini başa çatdırdıqda, onu yenidən yükləsin. Yenidən yüklənmə olmaması üçün onu vaxtında sıfırlamaq lazımdır.

Beləliklə sayğacının işi pozulduqda gözətçi taymer sıfırlanmayacaq, bu isə MK-nın sıfırlanmasına gətirib çıxarar. Bəzi hallarda bu hal əlverişli olur. Lakin baxılan halda buna ehtiyac yoxdur.

**PWRTE** — növbəti taymer.

Aktivləşdirmə zamanı, qida gərginliyi lazım olan səviyyəyə qalxmayana qədər MK sıfırlanacaq.

**BROWNOUT** — Qida gərginliyinin normadan aşağı düşdüyü halda MK-nın sıfırlanması.

**MCLR** — MK-nın xarici sıfırlanmasının aktivləşməsi.

MK-nın sıfırlanması üçün pin 4-ü yerə (ümumi şinə) qapayan düyməni işə salmaq kifayətdir.

**LVP** — aşağı gərginlik olanda proqramlaşdırma imkanının aktivləşdirilməsi

Aktivləşdirmə zamanı rəqəmli girişlərdən biri (pin 10) LVP rejiminə çevrilir. Əgər bu çıxışa (uca) 5V verilsə, MK proqramlaşdırma rejiminə keçir. MK-nın normal işi üçün onun bu çıxışında 0V saxlamaq (yerə birləşdirmək) lazımdır.

Baxılan hal üçün artırılmış gərginlik istifadə edən proqramator istifadə edirik, ona görə də LVP –ni aktivləşdirmək tələb olunmur.

**CPD** —EEPROM-in proqramatorun saymasından qorunmasıdır.

**CP** —FLASH (proşivka – tikilmənin) proqramatorun saymasından qorunmasıdır.

Konfiqurasiyanı qoyulan məsələyə uyğun dəyişirik:

**pragma** target clock 4\_000\_000 –*zaman hesablanmasının bir sıra funksiyalar üçün zəruri olan işçi tezliyini göstəririk;*

*-- mikrokontrollerin konfiqurasiyası*

**pragma** target OSC INTOSC\_NOCLKOUT – *daxili generatoru istifadə edirik*

**pragma** target WDT disabled – *gözətçi taymer söndürülüb*

**pragma** target PWRTE disabled – *qida taymeri söndürülüb*

**pragma** target MCLR external – *xarici sıfırlama söndürülüb*

**pragma** target BROWNOUT disabled – *qida gərginliyi azaldıqda sıfırlama*

**pragma** target LVP disabled – *aşağı gərginliklə proqramlaşdırma söndürülüb*

**pragma** target CPD disabled -- *zauçuma EEPROM-in qorunması söndürülüb*

**pragma** target CP disabled – *kodun mühafizəsi (qorunması) söndürülüb*

Düymənin basılmasını göstərən işıqdiodunun yanıb-sönməsini göstərən rejimin təmin olunması üçün proqramda uyğun əlavələr edilir.

Bu məsələni həll edərək rəqəmli portların həm giriş rejimində, həm də çıxış rejimində işləmək qaydalarını öyrənmək olar.

### **Rəqəmli çıxış.**

MK-nın istifadə olunmayan hər hansı bir girişini, məsələn, RB5(pin 11) seçirik. Bu uc (çixış) əlavə funksiyalara malik deyil, ona görə də başqa hal üçün lazım olmayacaq.

Rəqəmli çıxış rejimində MK ucuna (çixışa) qida şininin, yaxud yer şininin qoşulması təmin olunur.

Çixışdan yük dövrəsinə həm müsbət, həm də minus qoşmaq olar. Fərq onda olacaq ki, birinci halda cərəyan MK-nın mıxışından yerə, ikinci halda isə +5V-dan MK-nın girişinə axacaq.

MK-nın çıxışı üçün maksimal yol verilə bilən cərəyanın 25mA qədər ola bədiyini nəzərə alaraq, hesabladığımız cərəyana məhdudlayıcı R1 rezistorunun qiymətini 125Om alırıq. Nəzərə alsaq ki, işıq diodları 5-10mA cərəyanlarda da normal işıqlanma verir, MK-nı çox yükləməmək üçün R1=510Om seçmək olar.

### **Rəqəmli giriş.**

İkinci heç bir hal üçün istifadə olunmayan RB4 (pin 10) ucunu (birləşdirici çıxışını) istifadə edirik.

Rəqəmli giriş rejimində mikrokontroller iki halı sayı bilər: gərginliyin olmasını, yaxud olmamasını. Ona görə də düymə elə qoşulmalıdır ki, düymənin bir vəziyyətində MK-nın birləşdirici ucuna müsbət, ikinci vəziyyətində isə minus qütbü (yer) qoşulsun.

Bu halda rezistor girişi mənbə ilə razılaşdırmaq üçün nəzərdə tutulub və 10kOm həddində seçilir. Bəzi hallarda bu rezistoru istifadə etməmək də olar, çünki bütün girişlər (RB0-RB7) məhdudlayıcı - uzlaşdırıcı rezistorlara malikdirlər.

### **Sıfırlama düyməsi.**

Hələlik xarici sıfırlama rejimi aktivləşdirilib, eynilə MCLR birləşdirici ucuna (ayağına) analoji düymə əlavə etmək olar.

Bu düymə sıxıldıqdan sonra MK proqramı sıfırdan yerinə yetirməyə başlayacaq.

### **Rejimlərin yazılması (tikilməsi – proşivka)**

İşıq dioduna və düyməyə dəyişənlər verilir.

`enable_digital_io()` – bütün giriş və çıxışların rəqəm rejiminə keçirilməsi --

`alias led is pin_B5` – işıqdiodu RB5-yə qoşulub

`pin_B5_direction = output` -- RB5-i rəqəmli çıxış kimi kökləyirik

**alias** button is pin\_B4 -- düymə RB4-ə qoşulub

pin\_B4\_direction = input -- RB4-ü giriş kimi kökləyirik

led = off – işıq diodu söndürülür

**led** dəyişəninə 1, yaxud 0 (on, yaxud off, true, yaxud false və s.) verməklə MK-nın uyğun birləşdirici ucuna (çıxışına) müsbət, yaxud mənfi qütb qoşulmasını, bununla da işıq diodunun yanması və sönməsini, **button** dəyişəninin oxunması zamanı isə düymənin sıxılmadığı hal üçün 1, sıxılmadığı hal üçün isə 0 alınır.

Qeyd olunanları nəzərə alaraq, sonsuz tsikl üçün lazım olan əməliyyatlar ardıcılığını yazmaq olar (bu əməliyyatlar daimi icra ediləcək, sonsuz tsikl olmadıqda isə MK asılı vəziyyətdə qalacaq.

### **forever loop**

led = off – işıqdiodu söndürülür

**\_usec\_delay(500000)** -- 0,5san gözləmə

**if** Button == 0 **then** --əgər düymə sıxılıbsa, əməliyyat yerinə yetirilir

led = on -- işıqdiodu yandırılır

**\_usec\_delay(500000)** -- 0,5san gözləmə

**end if**

**end loop**

Ləngimə çox sadə hesablanır:

generatorun tezliyi 4MHs-dir. Bir takt 1mks olmaqla 0,5san sayılır.

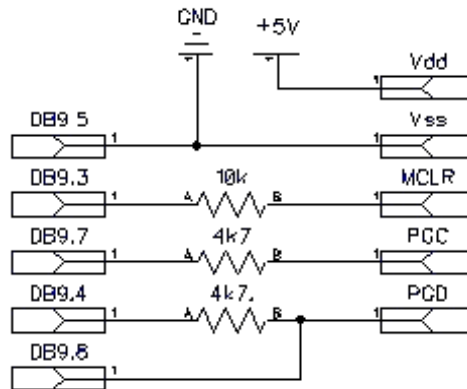
Qoşulmanı (proşivkanı - yazılmanı) kompilyasiya edirik:

Errors :0 Warnings :0

Code :60/2048 Data:4/208 Hardware Stack: 0/8 Software Stack :80

İndi bu tikilmə (proşivka) əməliyyatları MK-ya yazmaq üçün aşağıda verilmiş qaydada qurğunun qoşulma sxemini qururuq.

**Proqramatorun qoşulması.** Qoşulma sxemi şəkl. 12.7-də göstərilidiyi kimidir



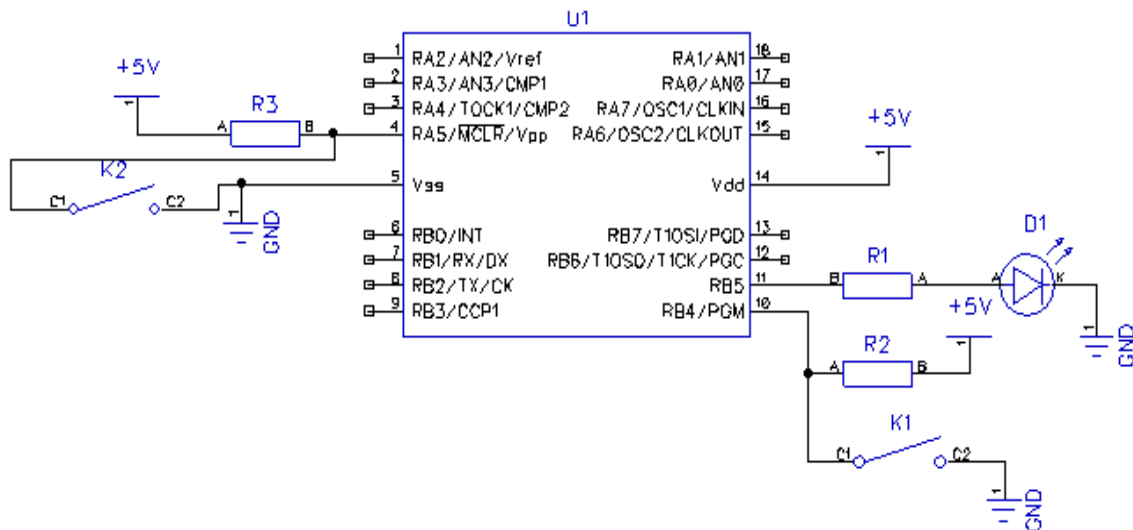
Şəkl.12.7. Proqramatorun qoşulma sxemi

Birləşdirici ucların işarələnməsini (sokolyovkasını) nəzərə alaraq sxemin lehimplənməsi yerinə yetirilir:

- PGD — pin 13
- PGC — pin 12
- MCLR(Vpp) — pin 4
- Vdd — pin 14
- Vss — pin 5

Proqrammator kompüterə qoşulur, WinPic800 tipli proqramı(proqrammatorun işləmə proqramı) yüklənir və işə salınır. **Settings-> Hardware** seçilir, daha sonra JDM u proqrammatorun qoşulduğu port seçilir. **Hardware Test**, sonra **Detect Device** sıxılır. Seçilmiş tikilmə (proşivka) proqramını seçirik **pic628a\_test.hex** Əlavə **Setting** vərəqində (səhifəsində) konfigurasiya bitlərinin düzgün qoyulduğunu yoxlamaq, istədikdə onları dəyişdirmək olar. Sonra ekranda **Program All**, daha sonra isə **Verify All** görünür.

Əgər səhvlər yoxdursa yekun olaraq bütün elementlərin lehimplənməsi yerinə yetirilir və qurğunun tam sxemi qurulur (şək.12.8).



Şəkil 12.8. PIC16F628A mikrokontrolleri əsasında işıqdiodunun yanıb-sönməsini təmin edən qurğunun prinsipial sxemi

### 12.3. AVR -mikrokontrollerləri əsasında qurğular və onların sxemotexnikası

AVR mikrokontrollerləri içərisində ilkin tanışlıq üçün ən əlverişli olanlardan biri AT90S2313 tipli olandır. O, AVR seriyalı mikrokontrollerlər seriyasında olan bütün baza periferiyalara malikdir və daha güclü olanlarından



az sayda daxiletmə/çıxarma xətlərinin (portlarının) olması, proqram yaddaşının, və verilənlərin ölçüləri, taymerlərin sayı (bununla belə o, iki: 8- və 16-dərəcəli taymerə malikdir).

AT90S2313 müasir 8-bitli KMOY texnologiyalı mikrokontroller olub, 1MHs tezliyə kifayət qədər məhsuldarlığa malikdir (1MIPS-ə yaxın) və demək olar ki, takt generatorunun bir periodu ərzində bütün əməlləri yerinə yetirir.

AVR ailəsindən olan mikrokontrollerlər inkişaf etdirilmiş əməllər yığımını və 32 ümumi təyinatlı registri birləşdirən genişləndirilmiş RISC-arkitekturası əsasında qurulmuşdur. Bütün 32 registrin hamısı birbaşa hesab-məntiq qurğusuna (HMQ) birləşmişdir ki, bu da bir maşın tsikli (periodu) ərzində istənilən iki registrə daxil olma imkanı verir. Belə arxitektura demək olar ki, ənənəvi mikrokontrollerlə müqayisədə (məsələn, 8051-lə) məhsuldarlıqda on qat uduş təmin edir.

AT90S2313 mikrokontrolleri aşağıdakı xarakteristikalara malikdir: 2kB yüklənən fleş yaddaş; 128bayt EEPROM; 15 ümumi təyinatlı daxiletmə/çıxarma portları (xətləri); 32 işçi registr; biri 8-dərəcəli, digəri 16-dərəcəli olan iki taymer/ sayğac; xarici və daxili kəsilmələr (dayandırmalar); daxiledilmiş ardıcıl port; daxili generatoruna malik olan proqramlaşdırılan gözətçi taymer; proqramların yüklənməsi üçün SPI ardıcıl portu; iki proqramla seçilən aşağı enerji tələbetmə rejimi.

Fleş yaddaş kristalda birbaşa ardıcıl SPI interfeysindən sistemdə təkrar yüklənə bilər.

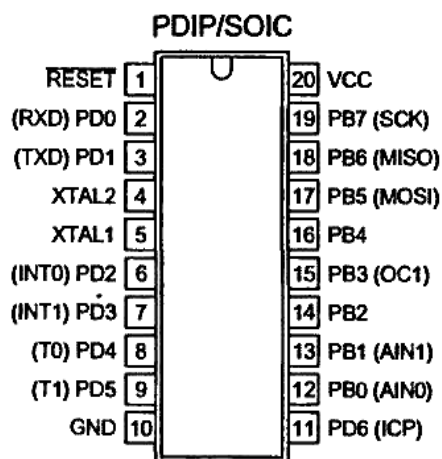
### **12.3.1. Mikrokontrollerlərin çıxışlarının təsviri:**

VCC — qida mənbəyinin çıxışı; GND — ümumi xətt («yer») (şək.12.9)

PORTB (PB7...PB0) — B portu 8-bitli ikiistiqamətli, daxili uyğunlaşdırıcı rezistorlara malik olan paralel daxiletmə/çıxarma portudur. Portun çıxışlarında daxili uyğunlaşdırıcı rezistorlar nəzərdə tutulmuşdur (onları hər bit üçün ayrılıqda qoşmaq, yaxud ayırmaq olar). PBO və PB1 çıxışları həmçinin analoq komparatorunun daxil edilmiş (AIN0) müsbət və (AIN1) mənfi girişləridir. B portunun çıxış buferləri 20mA-ə qədər cərəyan götürə bilər və birbaşa işıqdiodlu indikatorları idarə edə bilər. Bu o deməkdir ki, mikrokontroller, çıxış portunda “0” məntiqi vəziyyəti olduqda 20mA-ə qədər yükü idarə edə bilər. Beləliklə, işıqdiodunun idarə olunması üçün onun bir ucunu mikrokontrollerin portunun çıxışına, o biri ucunu isə qida gərginliyinə - +Vcc birləşdirmək lazımdır. Beləliklə işıqdiodu uyğun portun xəttində 0 olduqda işıqlanacaq (deməli, cərəyan tələb edəcək). Əgər PB0...PB7 portları giriş kimi istifadə olunurlarsa və kənardan aşağı vəziyyətə keçirilirlərsə, onlar daxili uyğunlaşdırıcı rezistorlar qoşulduqda cərəyan mənbələri olurlar. Bundan əlavə B portu aşağıda təsvir edilmiş bir sıra xüsusi funksiyalara xidmət edir.

D portu (PD6...PD0) - D portu 7-bitli iki istiqamətli, daxili uyğunlaşdırıcı rezistorlara malik olan paralel daxiletmə/çıxarma portudur. D portunun çıxış buferləri 20mA-ə qədər cərəyan götürə bilər. Əgər uyğunlaşdırıcı rezistorlar qoşulubsa, onda D portunun çıxışları, aşağı səviyyəyə keçirilmiş girişlər kimi cərəyan mənbələri olurlar. Bundan əlavə D portu bir sıra xüsusi funksiyalara da xidmət edir.

RESET — atma (sıfırlama) girişi. İki maşın tsikli (dövrü) ərzində girişdə aşağı səviyyənin saxlanması (əgər takt generatoru işləyirsə) mikrokontrolleri təkrar işə salır.



Şək.12.9. AVR seriyalı AT90S2313 tipli mikrokontrollerin çıxışlarının təsviri

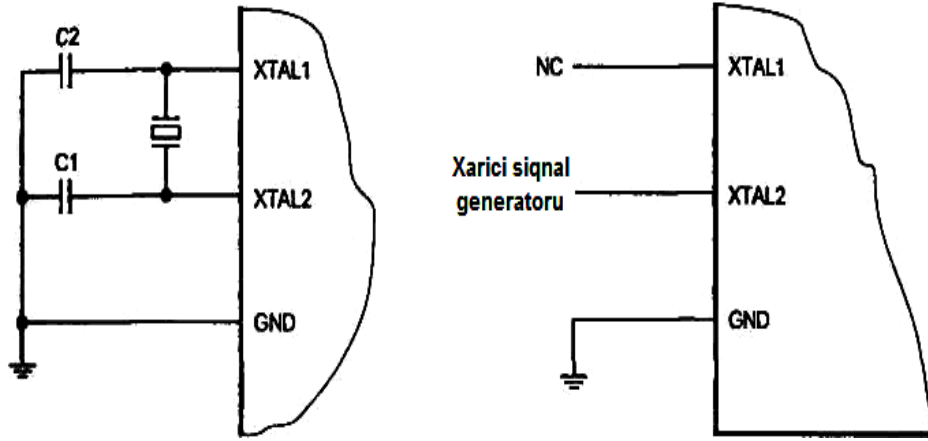
XTAL1 — generatorun invertləyici gücləndiricisinin girişi və xarici takt signalının girişidir.

XTAL1 və XTAL2 çıxışları, üzərində takt impulsları generatorunun yığıla biləcəyi invertləyici gücləndiricinin giriş və çıxışdırlarıdır (şək.12.10). Həm kvars, həm də keramik rezonatorlar istifadə etmək olar. Əgər xarici takt signalını istifadə etmək lazımdırsa, onda signal XTAL1 girişinə verilir, XTAL2 isə bu halda qoşulmamış qalır.

Xarici kvars rezonatoru mikrokontrollerin takt impulsları mənbəyinə qoşulur. Bu isə uyğun daxiletmə/çıxarma portu ilə yerinə yetirilir. Portların təyinatını ətraflı nəzərdən keçirək.

### 12.3.2. Daxiletmə/çıxarma portları.

B portu 8-dərəcəli ikiistiqamətli portdur. Ona xidmət olunması üçün üç registr ayrılmışdır: verilənlər registri-port B, verilənlərin istiqaməti portunun - *DDRB* və B portunun çıxışları. B portunun çıxışları ünvanı yalnız oxuma, verilənlər registri və verilənlər istiqaməti registri isə həm oxuma və həm də yazma üçün nəzərdə tutulubdur (şək.12.11).



Şək. 12.10. Mikrokontrollerin takt impulsu generatorunun yığıla biləcəyi XTAL1 və XTAL2 çıxışları

Portun hər bir çıxışı uyğunlaşdırıcı və ayrılıqda qoşulan rezistorlara malikdirlər. Qeyd olunduğu kimi B portunun çıxışı 20mA-ə qədər cərəyan götürə bilər və birbaşa işıqdiodlu indikatorları idarə edə bilər. Əgər PB0...PB7 çıxışları giriş kimi istifadə olunursa, yerə (ümumi xəttə) qapanırlar, daxili uyğunlaşdırıcı rezistorlar qoşulduqda çıxışlar cərəyan mənbələri olur. B portunun çıxışlarının əlavə funksiyaları cədvəldə verilmişdir (cədvəl 12.1).

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	PORTB7	PORTB6	PORTB5	PORTB4	PORTB3	PORTB2	PORTB1	PORTB0	PORTB
Oxuma/vazma	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Başl. qiymət	0	0	0	0	0	0	0	0	

*B* – PORTB portunun verilənlər registri

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	DDRB7	DDRB6	DDRB5	DDRB4	DDRB3	DDRB2	DDRB1	DDRB0	DDRB
Oxuma/vazma	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Başl. qiymət	0	0	0	0	0	0	0	0	

Verilənlərin istiqaməti portunun *DDRB* registri

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	PINB7	PINB6	PINB5	PINB4	PINB3	PINB2	PINB1	PINB0	PINB
Oxuma/vazma	R	R	R	R	R	R	R	R	
Başl. qiymət	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

*B* portunun çıxışları

Şək.12.11. *B* portuna xidmət edən registrlər

Çıxışların alternativ funksiyaları istifadə olunarkən *DDRB* və *PORTB* registrləri alternativ funksiyaların təsvirinə uyğun quraşdırılmalıdır. Mikrokontrollerin daxilisxem proqramlaşdırılması imkanlarının istifadəsi

zamanı nəzərə almaq lazımdır ki, proqramator öz işi üçün MOSI, MISO və SCK xətlərini istifadə edir. Deməli bu xətlərə qoşulan qurğular proqramın işinə mane olmamalıdır.

Cədvəl 12.1.

Çıxışlar	Alternativ funksiya
PB0	AIN0 (analoq komparatorunun müsbət girişi)
PB1	AIN1 (analoq komparatorunun mənfi girişi)
PB3	OC1 (taymer/sayğacın üst-üstə düşməsi)
PB5	MOS1 (SPI üçün verilənlər girişi)
PB6	MISO (SPI üçün verilənlər çıxışı)
PB7	SCK (SPI takt impulslarının girişi)

### 12.3.3. B portunun verilənlərinin istiqaməti registri – DDRB.

**B portunun PINB çıxışları.** PINB registr deyil və bu ünvan üzrə yalnız B portunun hər bir çıxışında onların hər birinin fiziki qiymətlərinə daxil olma yerinə yetirilir. PORTB-nin oxunması zamanı verilənlər registr-açardan oxunur, PINB-dən oxunma zamanı portun çıxışlarının faktiki vəziyyətinə uyğun olan məntiqi qiymətləri oxunur.

B portunun bütün çıxışları 8 bit-i daxiletmə/çıxarma üçün istifadə olunduqda eynidir. DDRB registrinin DDBn bit-i verilənlərin ötürülməsi istiqamətinin seçir. Əgər bit qoyulubsa (yəni vahidə bərabədirsə), uc-elektrod çıxış kimi konfigurasiya olunub. Əgər PORTBn quraşdırılıbsa, və uc-elektrod giriş kimi konfigurasiya olunubsa, KMOY uyğunlaşdırıcı rezistor qoşulur. Rezistorun söndürülməsi (ayrılması) üçün PORTBn atılmalı (sıfırlanmalı), yaxud uc-elektrod çıxış kimi konfigurasiya olunmalıdır (cədvəl 12.2).

Cədvəl 12.2

DDRn	PORTDn	Giriş-çıkış	Uyğunlaşdırıcı rezistor	Şərh
0	0	Giriş	Yox	Üçüncü hal
0	1	Giriş	Hə	Cərəyan mənbəyi
1	0	Çıxış	Yox	Çıxış = 0
1	1	Çıxış	Yox	Çıxış = 1

**Qeyd:** n – uc-elektrodun nömrəsidir.

PORTB-nin alternativ funksiyaları aşağıdakılardır:

- 7 SCK bit-i – SPI üçün takt tezliyi girişi;
- 6 MISO bit-i - SPI üçün verilənlər çıxışı;
- 5 MOSI bit-i - SPI üçün verilənlər girişi;
- 3 OC1 bit-i - üst-üstə düşmə çıxışı.

Bu uc-elektrod 1 taymerinin üst-üstə düşməsi hadisəsinin xarici çıxarılması üçün konfigurasiya oluna bilər. Bunun üçün DDB3 biti məntiqi 1 vəziyyətinə qoyulmalıdır (uc-elektrod çıxış kimi konfigurasiya olunmalıdır).

#### **12.3.4. Mikrokontrollerin proqramlaşdırılması.**

AVR mikrokontrollerinin AVR Studio 4.0 proqram mühitinin yüklənməsi aşağıdakı ardıcılıqla yerinə yetirilir:

**AVR Studio 4.0 İşəsalma (PUSK) → Proqramlar → Atmel AVR Tools → AVR Studio 4.0**

İşə salma zamanı **Welcome to AVR Studio 4.0**, dialoq pəncərəsi açılır, ki, onu **Cancel** düyməsilə bağlamaq lazımdır. Proqram mühiti ilkin konfigurasiyada yüklənir - ekran üç əsas: mətn, daxiletmə-çıxarma və kompilyasiya zonalarına bölünür. Daha sonra proqramın yuxarı hissəsindəki əsas menyunun bəndləri ilə tanış olmaq lazımdır. Bunlar əsasən proqramlaşdırma sisteminin standartlarına uyğun olur.

Proqramın yazılması aşağıdakı mərhələlər üzrə aparılır.

#### **Mərhələ №1. Layihənin yaradılması.**

Layihənin yaradılması üçün ilk növbədə **Project → New Project** seçmək lazımdır, yenidən layihə yaradılması pəncərəsi açılır. **Atmel AVR Assembler** bəndini seçmək və layihənin adını - **Project Name** (məsələn our\_prob\_01) daxil etmək vacibdir. **Initial file** daxil etmə sahəsi avtomatik doldurulur. В поле **Location** sahəsində D diskində layihənin yerləşmə yerini (qovluğu) göstərmək lazımdır (məsələn, D:/Magistr\_131rM).

Daha sonra proqramlaşdırma platformasını müəyyənləşdirmək - Debug platform = AVR Simulator; Device = AT90S2313 seçmək lazımdır. Sonda Finish düyməsini basmaq lazımdır.

#### **Mərhələ №2. Proqramın yaradılması.**

*Proqramın strukturu.* Layihənin baş moduluna uyğun olan, adı layihənin adı ilə üst-üstə düşən pəncərədə işin aparılması davam etdirilir. Bu pəncərəyə assembler dilində proqramın yazılması qaydalarına uyğun olaraq, onun mətni daxil etdirilir.

Şərhlər - ; işarələri ilə başlayan sətirlərdir (yaxud sətirin hissəsidir.

Direktivlər -. işarəsi ilə başlayır və mətnin sol kənarından boş yer qoyulmur.

Əmrlər boş yer saxlanılmaqla (Tab düyməsi basılmaqla) yazılır. Assembler dili ən abstrakt dillərdən biridir, çünki proqram əsasən yaddaş özləkləri arasında ötürülmə prosesini idarə edir, idarəetmə vasitələri isə şərti və şərtsiz keçidlərlə məhdudlaşır. Ona görə də çoxlu şərhlərdən istifadə etmək

lazım olur – praktiki olaraq başlanğıc mərhələdə proqramın hər bir sətirinin şərh etmək lazım gəlir.

Baş modul pəncərəsində aşağıdakı mətni daxil etmək lazımdır:

```
; AT90S2313 mikrokontrollerli maket platası üçün yoxlama
; yaradılma tarixi ____ ____ _____ dəyişdirilmişdir ____ ____ _____
.include "2313def.inc" ; dəyişənlərin sisteminin təyin olunması faylının
qoşulması
.device AT90S2313 ; verilmiş mikrosxemin əmrlər yığımının seçilməsi
; REG registrlərin şərti adlarının təyin olunması
.def data=r16
.def data1=r17
; SRAM dəyişənlərinin şərti adlarının təyini
.dseg
code: .byte 1 ; bir baytlıq dəyişən
keys: .byte 1 ; düymənin vəziyyəti dəyişəni
keys1: .byte 1 ; düymənin vəziyyəti dəyişəni
key_up: .byte 1 ; düymənin aralıq vəziyyəti dəyişəni
leds: .byte 1 ; işıqdiodunun vəziyyəti dəyişəni
; flash başlanması
.cseg
.org 0 ; atılma (sıfırlama) vektoru
rjmp ini
; proqramın başlanğıcı
ini:
; stekin inisializasiyası
ldi data,low(RAMEND)
out spl,data
; ldi data,high(RAMEND)
; out sph,data
; .include "ini_device.asm"; mikrokontrollerin başlanğıc qoyulması (sıfırlanması)
start:
rjmp start

; **** ALTPROQRAMLAR VƏ KÖMƏKÇİ MODULLAR ****

.include "delays.asm"
; ****
;
.exit
```

Bu mətnin müzakirəsi birinci sətirdən başlayır. Bu şərh proqramın təyinatını, yaranma və dəyişdirilmə tarixini göstərir. Uzun müddətli iş prosesində (məsələn, bir yarım il ərzində) proqram dəfələrlə dəyişə bilər, ona görə də başlanğıcda bu informasiyanı mütləq göstərmək olar. Mikrokontrollerin proqramlaşdırılmasının əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, proqram universal xarakter daşımır, konkret tip qurğu üçün yazılır. Ona görə də sonradan (.include) direktivləri mikrokontrollerin yaddaşının mütləq ünvanına şərti adların (məsələn, RAMEND-operativ yaddaşın maksimal ünvanı) verildiyi sistem dəyişənlərinin faylını yükləməlidir və assembler kompilyatoruna verilmiş tip mikrokontroller üçün (.device) hansı əmrlər istifadə ediləcəyini göstərməlidir. Sistem dəyişənlərinin faylının proqramlaşdırma sistemi tərəfindən avtomatik tapıla bilməsi üçün **Project**→**Assembler Options**→**Additional include file** bəndində gediş yolunu göstərmək lazımdır:

C:/Programm Files/Atmel/AVR /AvrAssembler2/Appnotes/

Bundan sonra (.def) direktivinin köməyi ilə prosessorun birbaşa işlədiyi ifrat operativ yaddaş registrlərə şərti adlar verilməlidir.

Bütün proqramlar kimi assemblerin müasir versiyası da ümumi müddəalara malikdir.

Proqram strukturlaşdırıb və bölmələrə ayrılır:

Ad – məqsədin və proqramın tarixinin təsviri.

; AT90S2313 mikrokontrollerli maket platasının yoxlanılması

;yaradılma tarixi – \_\_ \_\_ \_\_ \_\_ \_\_, dəyişdirilibdir – \_\_ \_\_ \_\_ \_\_ \_\_.

Konkretləşdirmək bölməsi – mikrokontrollerin tipinin qoşulan fayl (\*.inc) və direktivlə (.device).

.include "2313def.inc" ;dəyişənlər sisteminin təyini faylının qoşulması

.device AT90S2313 ;verilmiş mikrosxemin əmrlər yığımının seçilməsi

Sabitlər bölməsi (.equ direktivi).

.equ memo=\$378

Registrlər bölməsi (prosessorun bütün emal əməliyyatlarının və əmrlərin emalının yerinə yetirildiyi ifrat operativ)

; REG registrlərinin şərti adlarının təyini

.def data=r16

.def data1=r17

Dəyişənlər bölməsi (.dseg direktivindən başlayır, proqramın baş(əsas) və köməkçi modullarında rast gəlinə bilər.

.dseg

code: .byte 1 ;bir baytlıq dəyişən

keys: .byte 1 ;düymələrin vəziyyəti dəyişənləri

keys1: .byte 1 ; düymələrin vəziyyəti dəyişənləri  
key\_up: .byte 1; düymələrin aralıq vəziyyəti dəyişənləri  
leds: .byte 1 ;ışığıdiodlarının vəziyyəti dəyişənləri

Proqram bölməsi (flash-память). Kəsilmələr bölməsinə, stek təşkili əməllərinə, mikrokontrollerin fayllarının qoşulması və proqramın məzmunu (işçi) hissəsinə bölünür.

```
.cseg  
.org 0 ;atılma (sıfırlama) vektoru  
rjmp ini  
;proqramın başlanğıcı  
ini:  
;stekin inisializasiyası  
ldi data,low(RAMEND)  
out sph,data  
; ldi data,high(RAMEND)  
; out sph,data  
;include "ini_device.asm" ;mikrokontrollerin ilkin quraşdırılması  
start:  
rjmp start  
;
```

### Köməkçi modullar bölməsi

ALTPROQRAMLAR VƏ KÖMƏKÇİ MODULLAR \*\*\*\*\*

```
.include "delays.asm"  
;*****  
Proqramın başa çatması əmri (vacib deyil)  
.exit
```

Assembler dilində proqramın xüsusiyyəti lokal verilənlərin olmamasıdır. Assembler birbaşa mikrokontrollerin fiziki yaddaşı ilə işləyir, ona görə də lokal dəyişənlərin seçilməsi məqsədəuyğun olmur. Məhz buna görə yüksək səviyyəli dillərdən fərqli olaraq köməkçi modullar proqramın başlanğıcında yox, sonunda qoşulurlar.

#### **Mərhələ №3. Praktiki proqramlaşdırma.**

*Kompilyasiya və səhvlərin düzəldilməsi.* Kompilyasiya proqramı layihə kataloqunda avtomatik yerinə yetirilir. Kompilyasiyanı yerinə yetirmək üçün F7 düyməsini, yaxud, alətlər panelində uyğun düyməni basmaq lazımdır.

*İşıqdiodylarının idarə olunması modulunun işlənməsi.* Konkret qurğunun qoşulması məsələsinin həll edilməsi üçün iki məsələni: - köməkçi modullar



yaratmaq və ilkin olaraq işıqdiodlarının mikrokontrollərə qoşulması sxemini diqqətlə öyrəndikdən sonra proqramı yazmaq məsələlərini həll etmək lazımdır.

Yeni modulun yaradılması üçün layihənin yeni pəncərəsini (**File**→**New File**) yaratmaq lazımdır. Sonra əsas layihənin kataloqunda onu, faylın adını və genişləndirilməsini mütləq göstərməklə məsələn, ini\_device.asm) saxlamaq lazımdır (**File**→**Save As**). Bundan sonra faylın adı görünəcək. Köməkçi modulu əsas proqrama baş proqramda altproqramlar və köməkçi modullar bölməsində .unclude “ini\_device.asm” direktivilə qoşmaq olar.

Bundan sonra **ini\_device** köməkçi modul pəncərəsində proqramı yığmaq lazımdır:

```
;xarici kontakt və qurğuların inisializasiyası
;ışıqdiodları – uc-elektrodlara
sbi ddrb,1;LED0
sbi ddrb,0;LED1
sbi ddrd,6;LED2
sbi ddrb,2;LED3
sbi ddrb,3;LED4
sbi ddrb,4;LED5
sbi ddrd,5;LED6
sbi ddrd,2;LED7
;düymələr – daxil etməyə
cbi ddrd,3;BUTT 1
cbi ddrd,4;BUTT 2
;ardıcıl portların rəqəmli kontaktları ayrılır (söndürülür)
cbi ddrd,0;RxD
cbi portd,0;
cbi ddrd,1;TxD
cbi portd,1
;*****
```

Bu əmrlər mikrokontrollerlərin işıq diodları qoşulmuş kontaktlarını informasiyanın çıxarılması vəziyyətinə - «OUTPUT», düymələrin qoşulduğu kontaktlar isə informasiyanın daxil edilməsi -«INPUT» vəziyyətinə keçirirlər. Bundan başqa COM-portla fərdi kompüterlə əlaqəyə girmək üçün istifadə ediləcək daxiletmə/ çıxarma portlarını söndürürlər. Daxiletmə/çixarma portlarının konkret proqramlaşdırılması qaydası uyğun ədəbiyyatlarda verilir.

Növbəti addım – işıqdiodlarının idarə olunması üçün köməkçi modulun yaradılmasıdır. Bunun üçün yuxarıda qeyd olunduğu kimi **leds** pəncərəsi yaradılır. Bundan sonra pəncərəyə aşağıdakı proqram testini daxil etmək lazımdır:

```

.*****
,
;İŞIQDİODLARININ İDARƏ OLUNMASI ALTPROQRAMI
.*****
,
;***** SET LED'S *****
,
led_code:
lds data,leds
com data
;---- set led0
bst data,0 ;biti registrdən T-yə yükləməli
brts led0_1 ;əgər T=1, onda işarəyə
cbi portb,1 ;əgərT=0, onda PORT atılmalı (sıfırlanmalı)
rjmp led1 ;çıxış
led0_1:
sbi portb,1 ;PORT qoymaq (quraşdırmaq)
;---- set led 1
led1:
bst data,1
brts led1_1
cbi portb,0
rjmp led2
led1_1:
sbi portb,0
;---- set led 2
led2:
bst data,2
brts led2_1
cbi portd,6
rjmp led3
led2_1:
sbi portd,6
;---- set led 3
led3:
bst data,3
brts led3_1
cbi portb,2
rjmp led4
led3_1:
sbi portb,2

```

```

;---- set led 4
led4:
bst data,4
brts led4_1
cbi portb,3
rjmp led5
led4_1:
sbi portb,3
;---- set led 5
led5:
bst data,5
brts led5_1
cbi portb,4
rjmp led6
led5_1:
sbi portb,4
;---- set led 6
led6:
bst data,6
brts led6_1
cbi portd,5
rjmp led7
led6_1:
sbi portd,5
;---- set led 7
led7:
bst data,7
brts led7_1
cbi portd,2
rjmp led_end
led7_1:
sbi portd,2
;
led_end:
ret

```

Bu proqramda aşağıdakı məsələ həll olunur - leds dəyişənindən bir bitə görə ardıcıl olaraq nömrələri həmin bitin sıra qiyməti ilə üst-üstə düşən işıqdiodlarını ardıcıl olaraq seçmək və yandırmaq, yaxud söndürmək lazımdır. Əgər seçilmiş bit qoyulubsa, onda işıqdiodunu qoşmaq, əgər atılıbsa

(sıfırlanıbsa), onda söndürmək lazımdır. Bu məsələ aşağıdakı əmrlər yığımının köməyi ilə həll olunur:

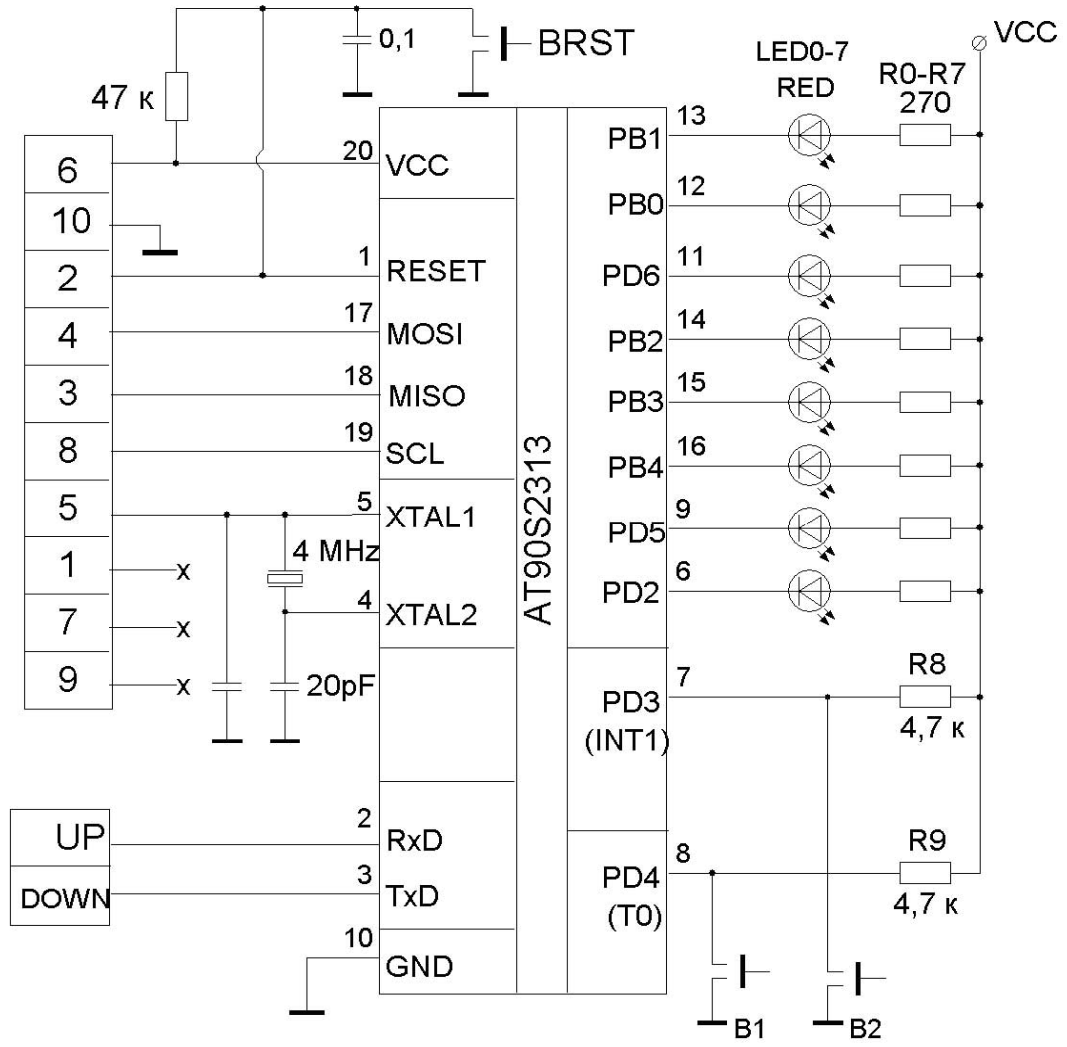
```
lds data,leds ; leds dəyişənin qiymətini data registrinə yükləməli
com data ;registrin bitlərini invertləyib data
;---- set led0
bst data,0 ;kiçik biti T registrinə yükləməli
brts led0_1 ;если T=1, то на метку led0_1
cbi portb,1 ;əgər T=0, onda 1 PORTB kontaktını atmalı (sıfırlamalı)
rjmp led1 ;çıxış
led0_1:
sbi portb,1 ; 1 PORTB kontaktını quraşdırmaq(qoymaq)
```

Daha sonra alqoritm təkrarlanır - dəyişənin bütün bitləri yoxlanılır, yaxud, mikrokontrollerin uyğun kontaktları atılır (sıfırlanır).

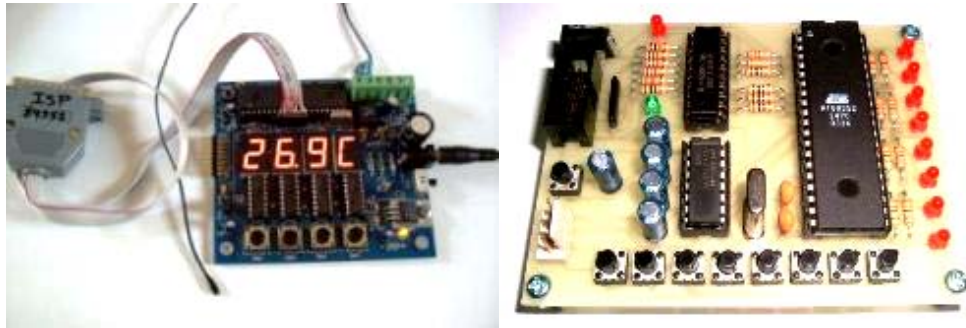
AT90S2313 mikrokontrolleri əsasında qurulmuş icraedici qurğuların: işıqdiodlarının və idarə etmə düymələrinin qoşulma sxemi şəkil 12.12-də göstərilmişdir.

Şəkil 12.13-də nümunə olaraq, mikrokontroller əsasında yığılmış tipik rəqəmli elektron qurğularının xarici görünüşü verilmişdir.

**Qeyd:** Elektron sxemlərdə istifadə olunan elementlərin şərti qrafiki işarələnməsi **əlavə 1**-də, ən geniş yayılmış cihazların o cümlədən, integral mikrosxemlərin əsas parametrləri, istismar şərtləri tətbiq sahələri, onlar əsasında qurulan bəzi qurğuların sxemlərinin hesabına nümunələr **əlavə 2**-də, yarımkeçirici elektron cihazlarının, onlar əsəsindəki qurğuların parametrlərinin və qoşulma sxemlərinin təhlilinə dair misallar **əlavə 3**-də verilmişdir. Eyni zamanda əlavələrdə geniş tətbiq olunan rəqəm mikrosxemlərinin markaları və qoşulma sxemlərinə nümunələr, ilkin siqnalların gücləndirilməsi, müqayisə olunması, ARÇ və RAÇ-larda çevrilməsini təmin edən analog mikrosxemlərinin, ilk növbədə əməliyyat gücləndiriciləri və komparatorların da geniş yayılmış növlərinin təsnifatı, parametrləri və praktiki sxemləri verilmişdir.



Şək. 12.12. AT90S2313 mikrokontrollerində icraedici qurğularının (ışığıdiodlarının və düymələrin) qoşulma sxemi



Şək.12.13. Mikrokontroller əsasında yığılmış tipik rəqəmlı elektron qurğularının xarici görünüşü

## Fəsil 13. AVİASIYA TEXNİKASINDA TƏTBİQ OLUNAN RƏQƏM QURĞULARI

### 13.1. Hava gəmilərinin avionika sistemlərində istifadə olunan məntiq elementləri və qurğuları

“*Avionika*” sözü “aviation electronics” söz birləşməsindən əmələ gəlib “Aviasiya elektronikasi” deməkdir. Təyyarənin avionikası dedikdə bortunda olub, uçuşların idarə olunmasına xidmət edən bütün elektron sistemlər başa düşülür. Geniş mənada isə həm bortda, həm də yerdə uçuşların idarə olunmasını təmin edən bütün elektron sistemlər avionika sistemləri adlanır.

Digər tərəfdən avionika bir elm və texnika sahəsi olub, fizika, elektronika, ölçmə texnika və s. kimi digər elm sahələri ilə sıx əlaqədə olaraq, avionika elektron qurğularının işlənilib hazırlanması və onların aviasiya sahəsində tətbiqi məsələləri ilə bağlı olan praktiki tədqiqatları həyata keçirən bir sahədir.

*Avionika sistemləri* dedikdə hava gəmisinin elektron sistemləri başa düşülür. Hal – hazırda müasir təyyarələrin bütün sistemləri elektronlaşdırıldığından bütün bort sistemləri: elektrik qida sistemi, radioelektron sistemlər və cihaz sistemləri birlikdə təyyarənin **avionikası** hesab olunur.

Aviasiya elektronikasının *avioniklərinin* (mütəxəssislərinin) fəaliyyət sahəsi heç də təkcə **aerodynes** (havadan ağır uçuş aparatları) ilə məhdudlaşmır. Baxmayaraq ki, bu termin əsasən elektronika avadanlığının bortda tətbiqi və istismarını nəzərdə tutur, həm də uçuşların idarə olunması üçün nəzərdə tutulmuş yerüstü avadanlıqlara da aid edilir, məsələn, radar, məsafədən idarəetmə avadanlığı və s.

İlk konstruksiya edilmiş təyyarələrin sürəti və sərnəşin tutumu çox məhdud olduğu halda, müasir laynerlər dəmiryolu qatarının daşıya biləcəyi qədər sərnəşin daşıya bilər, qırıcı təyyarələr səs sürətindən bir neçə dəfə çox sürət ilə uçurlar. Ona görə də təyyarənin ani dəyişən vəziyyətə nəzarət etməsi və nəhəng maşını idarə etməsi olduqca çətinləşmişdir. Bir sıra məsələlərin uğuru həll edilməsi üçün pilotsuz uçuş aparatlarının (PSUA) yaradılmışdır. Hal-hazırda müxtəlif cür belə aparatlar və hətta böcəklər - may böcəyi, iynəcik, arı və s. ölçülərində mikroelektromexaniki aparatlar yaradılmışdır. Belə aparatları həm açıq havada, həm də bağlı yerlərdə müxtəlif məqsədlər üçün istifadə edirlər. Kiçikölçülü aparatlarda pilot olmadığından, onların kənardan idarə olunmasını təmin etmək lazımdır. Bununla əlaqədar olaraq, texniki elmlərin yeni sahəsi olan “avionika” sahəsi, yəni AVİasiya + elektroNİKA yaranmışdır. Başqa sözlə desək avionika müasir uçuş aparatlarının içərisindəki elektronika ilə

məşğul olur. Eyni zamanda bort elektron qurğularının bütöv kompleksi də avionika adlanır. Bu avadanlığa, yəni təyyarənin avionikasına bort radioavadanlığı, elektrik avadanlığı, ölçmə-hesablama aparaturası, bort radarları və kompüterləri, “qara qutu”, bütün növ cihaz avadanlığı aiddir. Avionika uçuşun və təyyarələrin, vertolyotların, raketlərin və PSUA-nın işinin idarə olunması üçün istifadə olunur. Hava mühiti onlar üçün qaldırıcı qüvvə mənbəyi, hərbi sahədə isə zərurət yarananda tələb olunan trayektoriyaları və uçan obyektin, məsələn idarəolunan bombanın halını təmin etməyə imkan verən hərəkəti “həyəcanlandırıcı” rolunu oynayır. Avionika müxtəlif növ aviasiya vasitələrinin, o cümlədən, məsafədə idarəolunan hava şarlarının və aviamodellərin idarəolunmasını və onlar tərəfindən qoyulmuş məsələlərin həll edilməsini təmin edir. Mülki aviasiyada avionika vasitəsilə havada hərəkətin rəşional təşkilini yerinə yetirirlər, sənişinlərin və heyətin təhlükəsizliyini və komfortunu, hava gəmiləri ilə çatdırılan yüklərin qorunmasını təmin edir. Avionika həmçinin təsərrüfat işlərinin aparılması zamanı da: böyük tikinti konstruksiyalarının quraşdırılması, kənd təsərrüfatı məhsullarının emalı, faydalı qazıntıların axtarışı, yangınların söndürülməsi, fəvqəladə hadisələr ocaqlarında fəaliyyət və s. hallarda böyük rol oynayır.

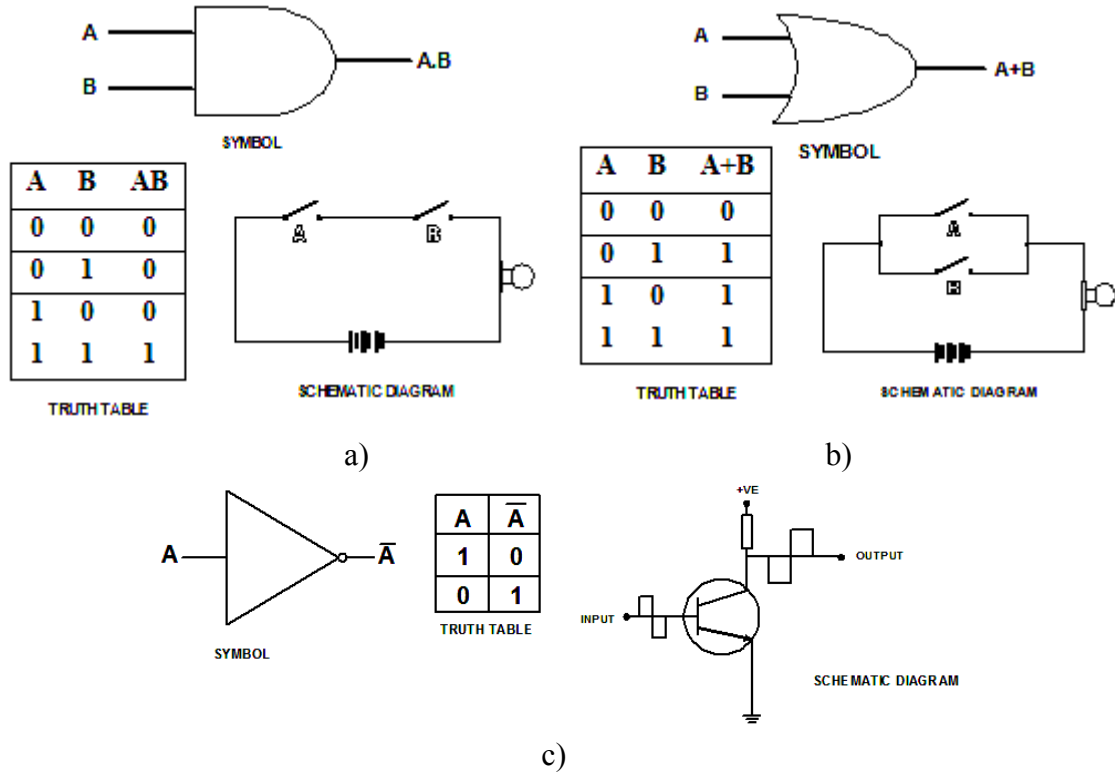
Avionika (Aviasiya elektronikas) mühərrikin işə salınması anından onun təyinat aeroportunda dayanmasına qədər pilotun baş köməkçisi rolunu oynayır. O, yer ilə müntəzəm radorabitənin yaradılmasına cavabdehlik daşıyır, hava gəmisinin yerini, onun kursunu və sürətini təyin edir, yəni naviqasiyanı yerinə yetirir. Avionika pilotları maneə - hündür dağ, yaxud digər uçuş aparatı ilə yaxınlaşmaqda xəbərdar edir və təhlükədən qaçmaq üçün necə manevr etməsini tövsiyə edir. Avionika həm də, təyyarənin bütün sistemlərinə nəzarət edir və pilotları və yerüstü dispetçerləri uçuş rejimi haqda avtomatik xəbərdar edir.

### **13.1.1. Avionika sistemlərində geniş tətbiq olunan məntiq elementləri.**

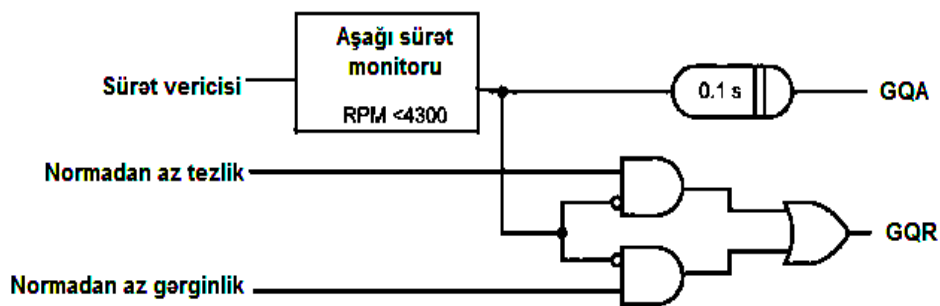
Hava gəmilərində istifadə olunan elektron qurğularında məntiq elementləri və rəqəm mikrosxemləri geniş tətbiq tapmışdır. Məntiq elementlərinin xarici texnika avadanlığının sxemlərində qəbul edilmiş şərti işarələnməsi və onlar əsasında qurulan məntiqi açar sxemləri şəkl.13.1-də verilmişdir.

**13.1.2. Hava gəmilərində tətbiq olunan məntiq qurğuları.** Hava gəmilərində quraşdırılan dəyişən cərəyan generatorlarının iş rejimlərinə nəzarət üçün müxtəlif məntiq sxemləri istifadə olunur. Bu sxemlərdən biri şəkil 13.2 - də verilmişdir. Sxem, mühərrikin dövrlərinin normadan aşağı olduğu halda, generatorun işi gərginliyinin və tezliyinin yol verilə bilən həddən az olduğu halda uyğun olaraq generatorun qoruyucu avtomatını (GQA) və qoruyucu relesini (GQR) işə salmaq üçün lazım olan məntiq siqnallarını formalaşdırır. Aşağı sürət monitorundan verilən siqnal zaman relesini işə salır bu rele isə 0,1s-

dən sonra GQA-nı işə salmaq üçün məntiq signalı verir. Sxemə daxil olan məntiqi “VƏ” elementləri və çıxışda qoşulmuş “YAXUD” elementinin köməyi ilə sürət vericisindən daxil olan aşağı sürət, digər vericilərdən daxil olan aşağı tezlik və aşağı gərginlik siqnallarının hesabına GDR-ə verilən məntiqi “1” idarəetmə siqnalı formalaşır.



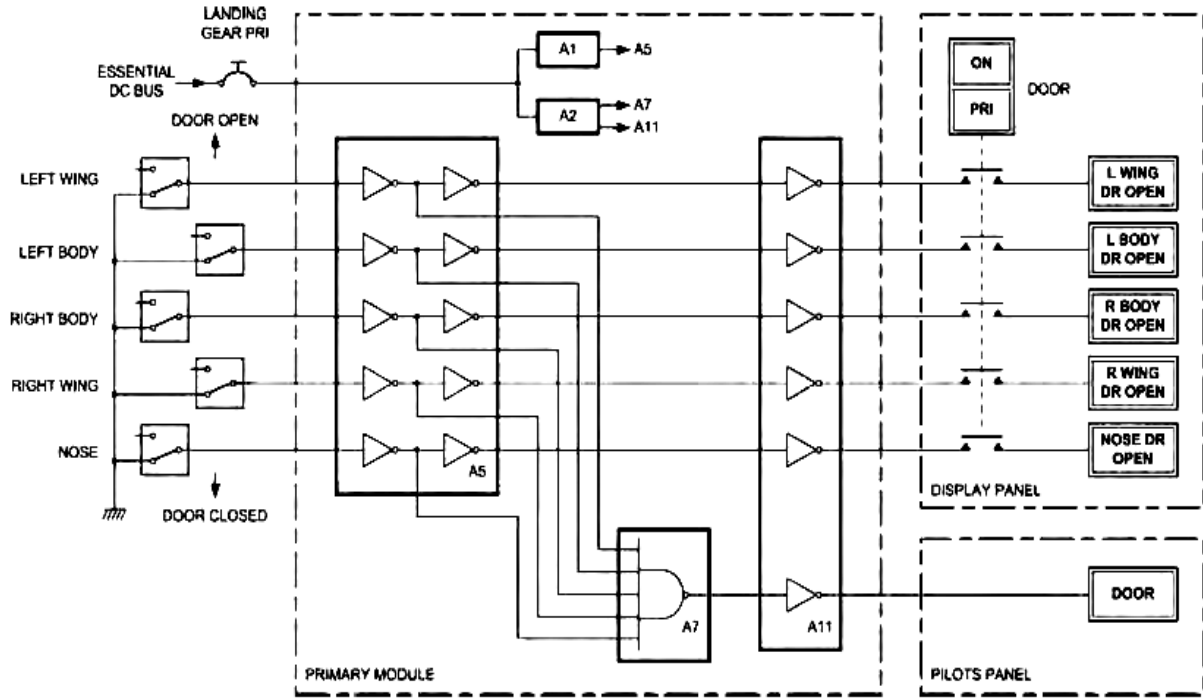
Şək. 13.1. Məntiq elementləri əsasında məntiq açarlarının sxemləri:  
a) “VƏ” ;b) “YAXUD” c) “YOX”



Şək.13.2. Generatorun idarə olunmasının məntiq sxemi

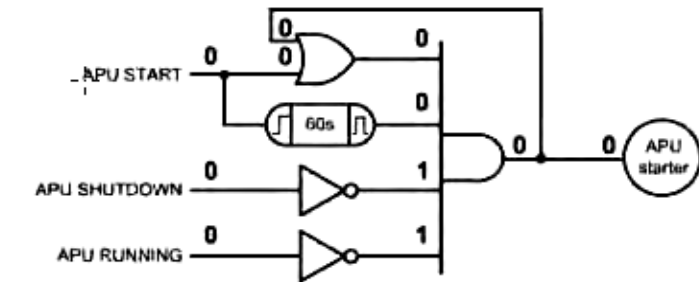
Şassi və qapıların bağlanmasına nəzarətin məntiq sxemi. Nəzarət olunan parametrlərin çoxluğu və nisbətən mürəkkəbliyi ilə seçilən təyyarənin şassisinin və qapıların bağlanmasını xəbərdar etmənin məntiq sxemi şəkil 13.3 – də verilmişdir.



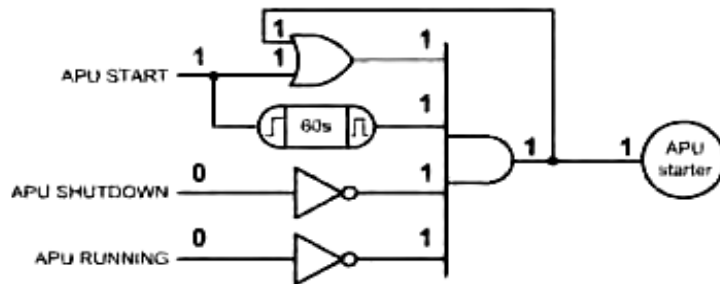


Şək.13.3. Şassisinin və qapıların bağlanması xəbərini mənəvi şemasi

Şəkil 13.4-də köməkçi güc qurğusunun (APU - auxiliary power unit) iş rejimlərini müəyyən edən mənəvi şemaları verilmişdir. Bu şemada normal uçuş zamanı çıxışda mənəvi "0" mövcud olduğundan APU işləmir (şək.13.4,a). Digər hallarda, məsələn, "APU Start" düyməsi qoşulduqda köməkçi güc qurğusu (APU) işə düşür (şək.13.4,b).



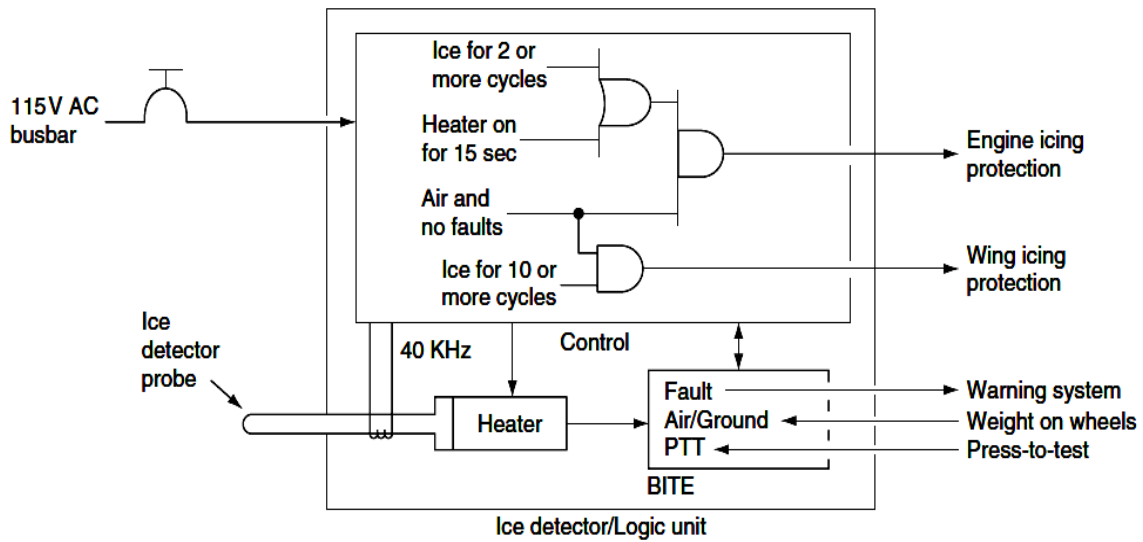
a) Normal uçuş: APU işləmir.



b) APU starter düyməsi qoşulduqda APU starter motoru işləməyə başlayır.

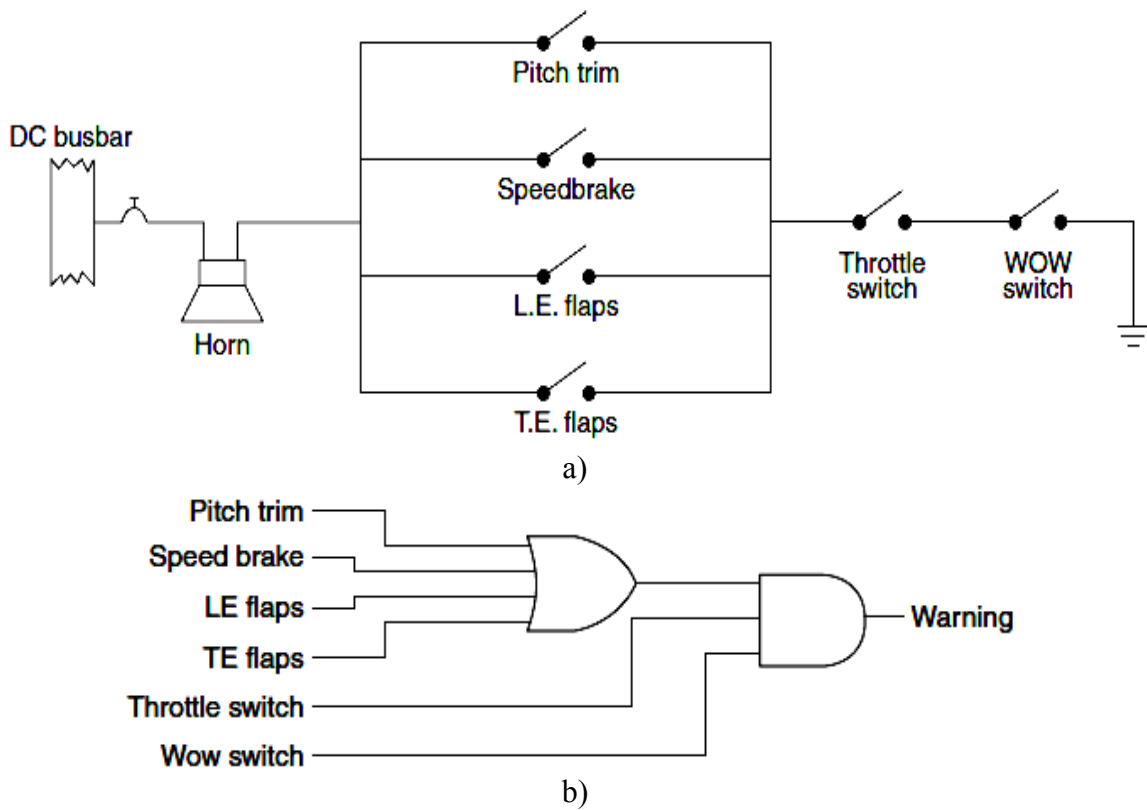
Şək.13.4. APU qoşulmasının mənəvi şemasi.

Təyyarələrdə tətbiq olunan ən vacib məntiq sxemlərindən biri buzlaşmanı aşkarlama və onun xəbərdar etmə sxemidir (şək.13.5).



Şək.13.5. Buzlaşmanı aşkarlama və xəbərdar etmə sxemi.

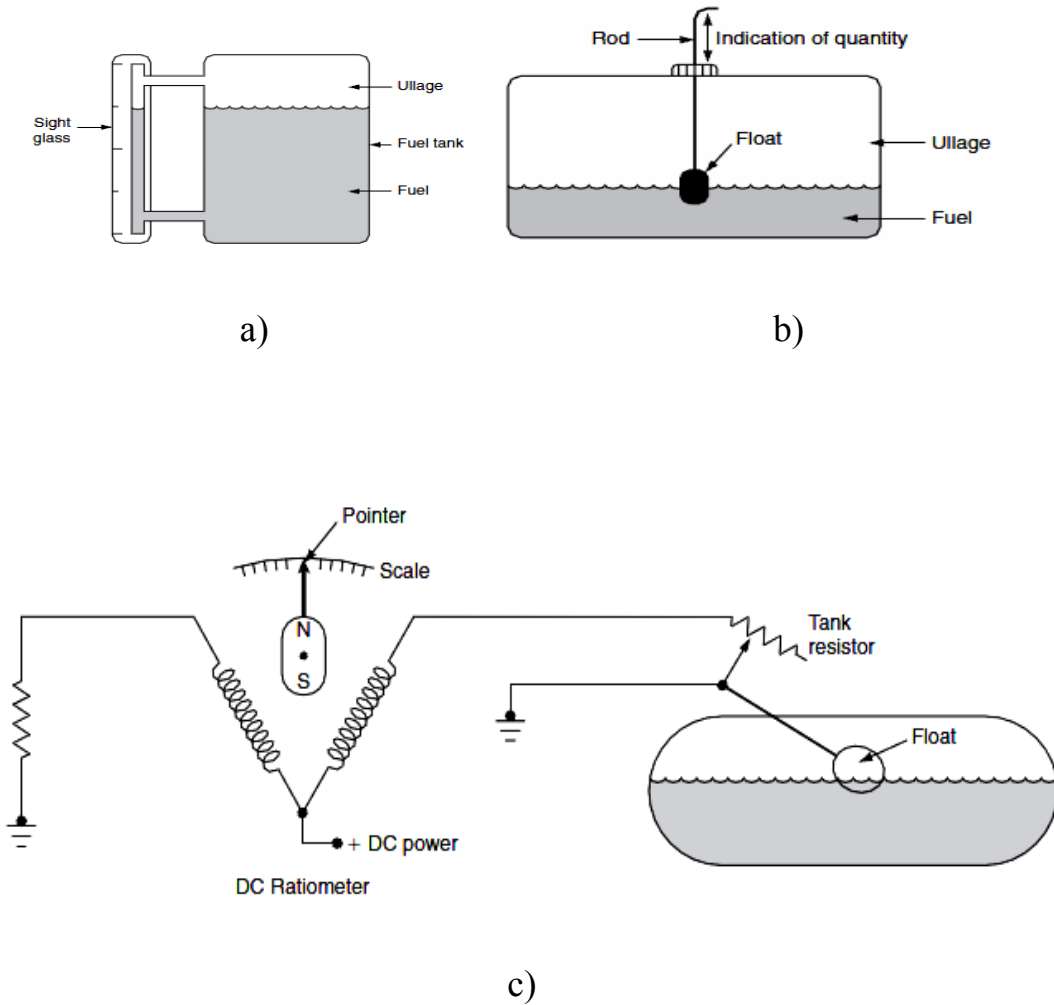
Şəkil 13.6 – da yerdən qalxmanı xəbərdar etmə sisteminin funksional sxemi (a) və onun məntiq sxemi (b) verilmişdir.



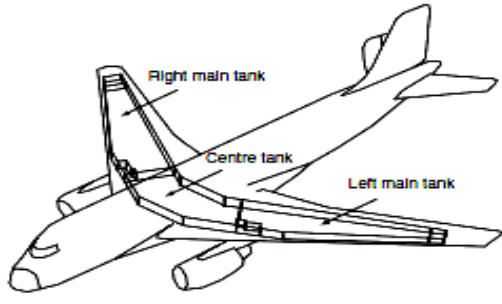
Şək.13.6. Yerdən qalxmanı xəbərdar etmə sisteminin sxemi.

**13.1.3. Nəzarət və ölçmə qurğuları.** Bu qurğuların dəqiqliyi və operativliyi istifadə olunan ölçmə metodikasından və sxemdən kəskin asılıdır. Şəkil 13.7,a-da birləşmiş qablar qanununa, şək. 13.7,b-də üzgəcin yerdəyişməsinin ölçülməsinə və şək. 13.7,c-də üzgəcin yerdəyişməsinin potensiometrik verici vasitəsilə elektrik siqnalına çevrilməsinə əsaslanan yanacaq miqdarının ölçülməsi sxemləri verilmişdir. Şəkil 13.7,c - də verilən ölçmə sxemi digərlərinə nisbətən mürəkkəb olsa da daha böyük dəqiqliyə malikdir.

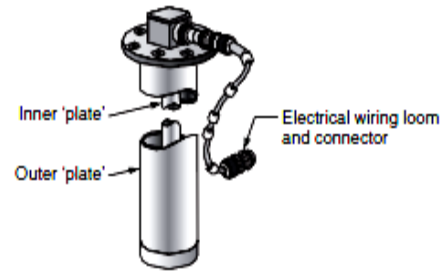
Müasir təyyarələrdə yanacaq baklarında yanacağın qalığını ölçmək üçün əsasən tutum vericilərindən istifadə olunur. Şəkil 13.8,a - da təyyarədə yanacaq baklarının konstruktiv yerləşmə sxemi və şək.13.8, b-də onlarda quraşdırılan tutumlu yanacaq vericisinin konstruktiv görünüşü, şək.13.8,c-də tutum vericiləri vasitəsilə yanacağın maksimum və minimum miqdarlarına nəzarət, şək.13.8,d-də vericilərin qoşulma sxemi, şək.13.8,e-də isə yanacağın ölçülmə sxemi göstərilmişdir.



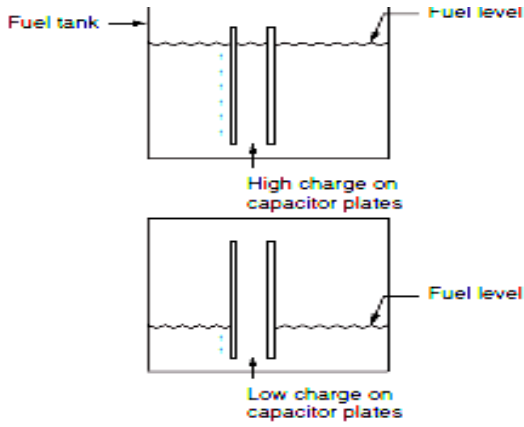
Şək.13.8. Yanacağın miqdarının ölçülməsi sxemləri.



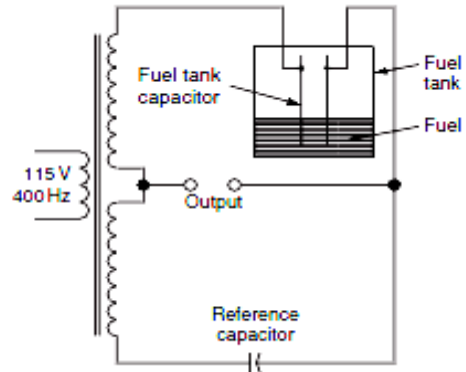
a)



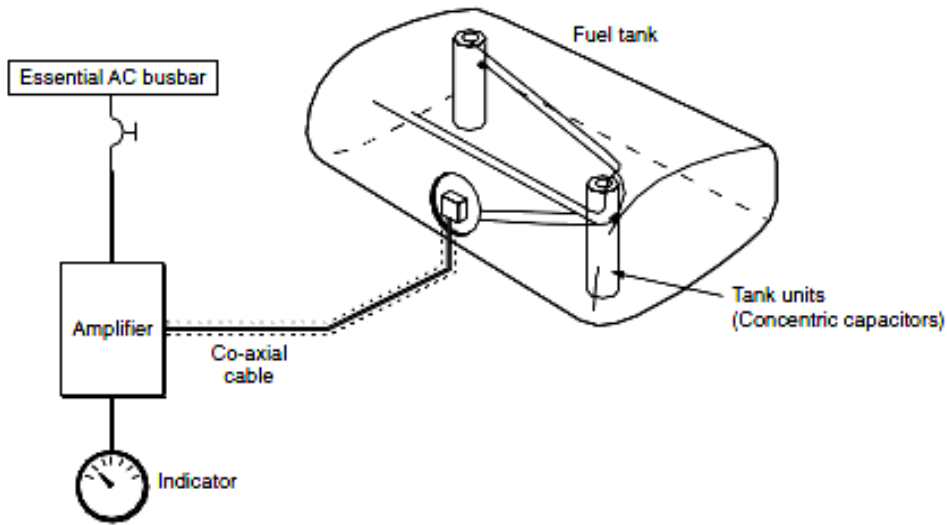
b)



c)



d)

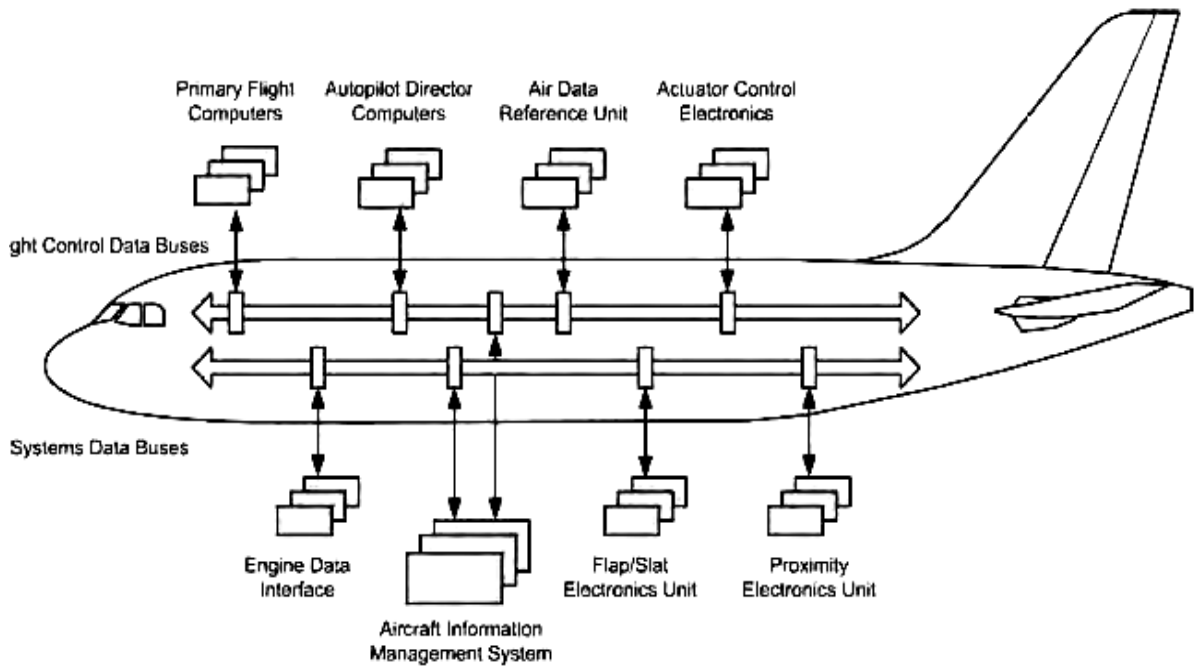


e)

Şək.13.8. Tutumlu yanacaq vericisi, onun təyyarədə yerləşdirilmə sxemi, konstruksiyası, quruluşu və qoşulma sxemi.

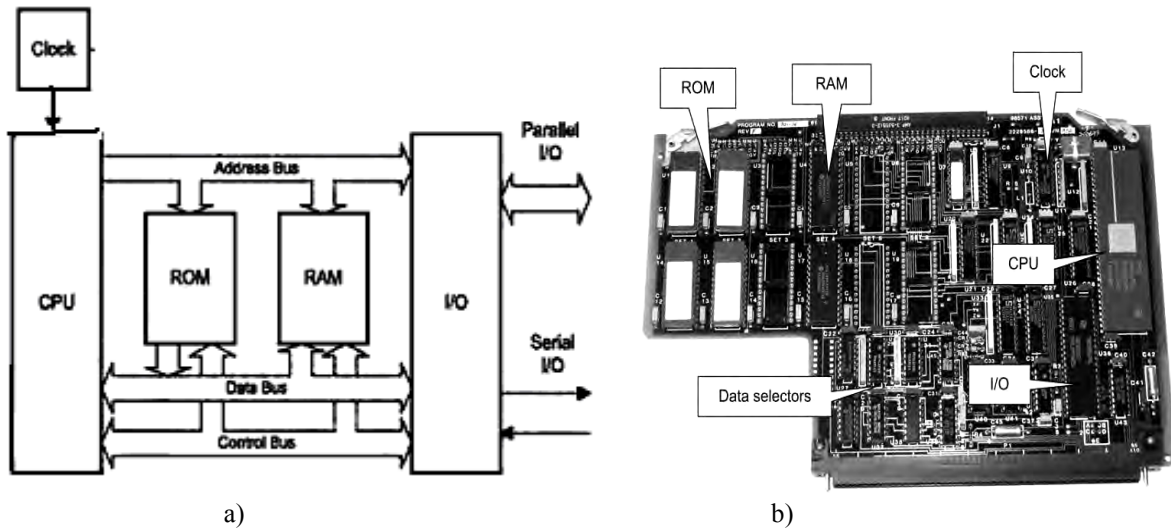
## 13.2. Avionikannın kompüter sistemləri və verilənlərin ötürülməsi qurğuları

Müasir təyyarədə istifadə olunan sistem kompüterlərinin və rəqəmlı informasiya bloklarının adları və yerləşmə sxemi şəkil 13.14-də göstərilmişdir.



Şək.13.14. Təyyarənin sistem kompüterləri və rəqəmli informasiya blokları və onların yerləşmə sxemi

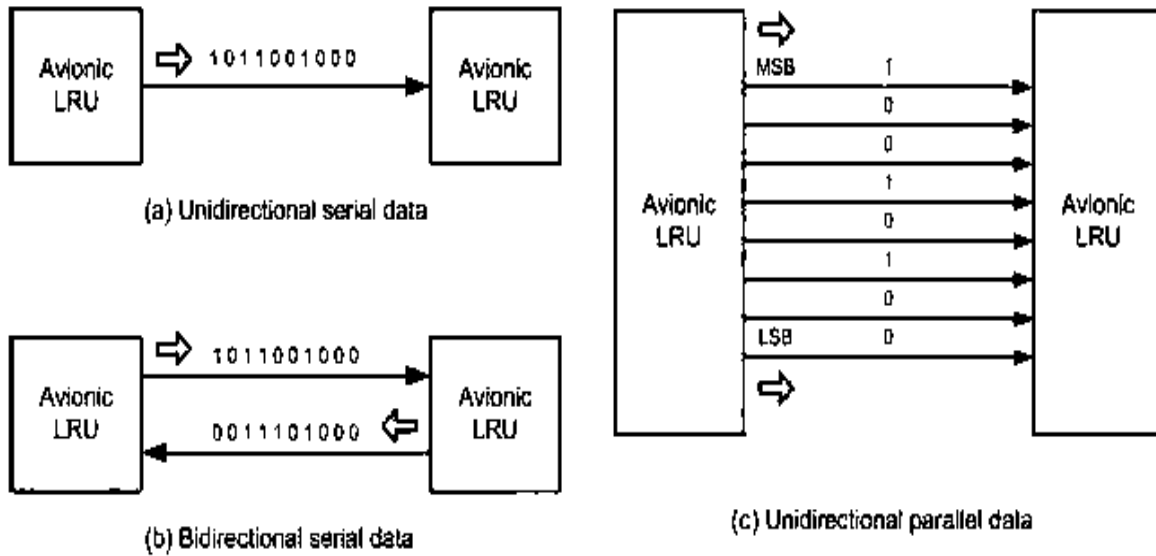
Uçuş aparatlarının bortlarında tətbiq olunan komputer sistemlərinin tipik struktur sxemi (a), onların konfigurasiyası və komponentlərinin yerləşmə sxemi (b) şəkil 13.15-də göstərilmişdir.



Şək. 13.15. Bort komputer sisteminin tipik struktur sxemi (a) və komponentlərinin konstruktiv yerləşməsi (b)

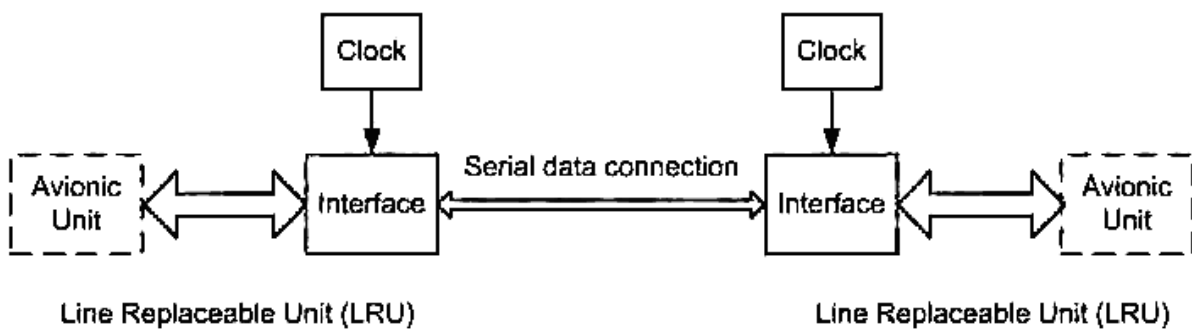
**13.2.1. Verilənlərin ötürülməsi sxemləri.** Rəqəm qurğularında verilənlərin həm bir istiqamətli və həm də iki istiqamətli ya ardıcıl, ya da paralel

ötürülməsi sxemlərindən istifadə olunur. Şəkil 13.16-da təyyarədə quraşdırılan avionika bloklarının misalında verilənlərin qeyd olunan üsullarla mübadiləsinin struktur sxemi verilmişdir.



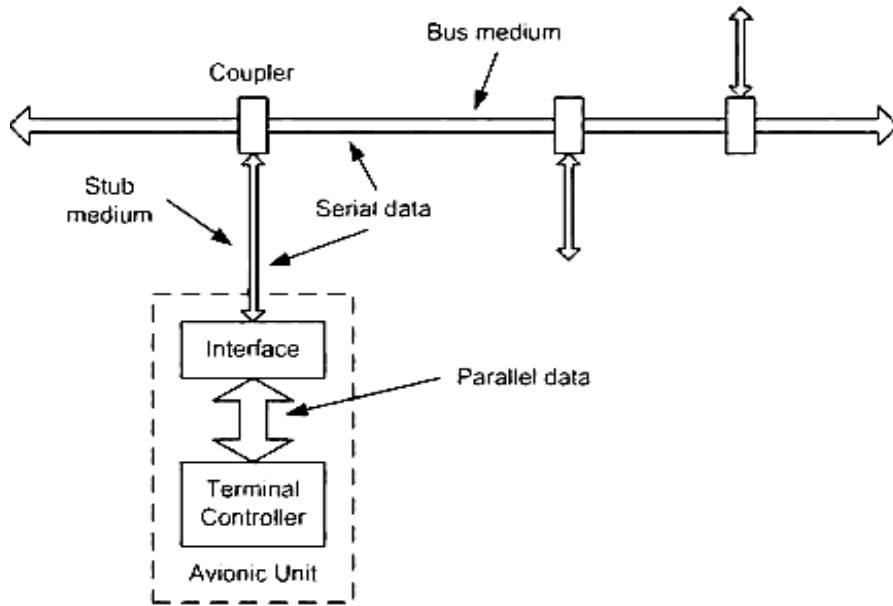
Şək.13.16. Avionika bloklarında rəqəmli verilənlərin ötürülməsi sxemi.

Təyyarənin iki avionika bloku arasında interfeys bloklarının və informasiya mübadiləsi şinlərinin tipik qoşulmasının ümumi struktur sxemi şəkil 13.17-də verilmişdir.



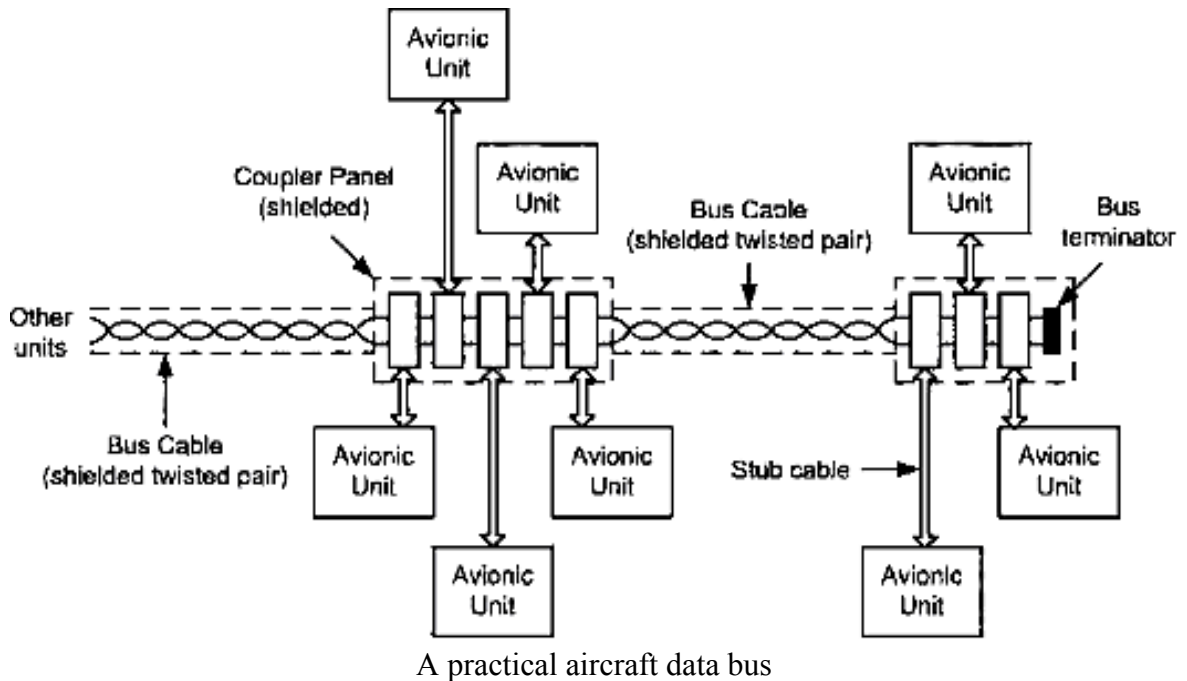
Şək. 13.17. İki avionika bloku arasında interfeys bloklarının və informasiya mübadiləsi şinlərinin tipik qoşulmasının ümumi struktur sxemi

Əsas şin interfeyslərinin qoşulmasının struktur sxemi isə şəkil 13.18-də verilmişdir. Sxemlərdən görüldüyü ardıcıl interfeys bloklarından və ardıcıl verilənlər şinindən istifadə olunur, interfeyslərin iş rejimləri taymerlər (saatlar) vasitəsilə idarə olunur.



Şək. 13.18. Əsas şin interfeyslərinin qoşulmasının struktur sxemi

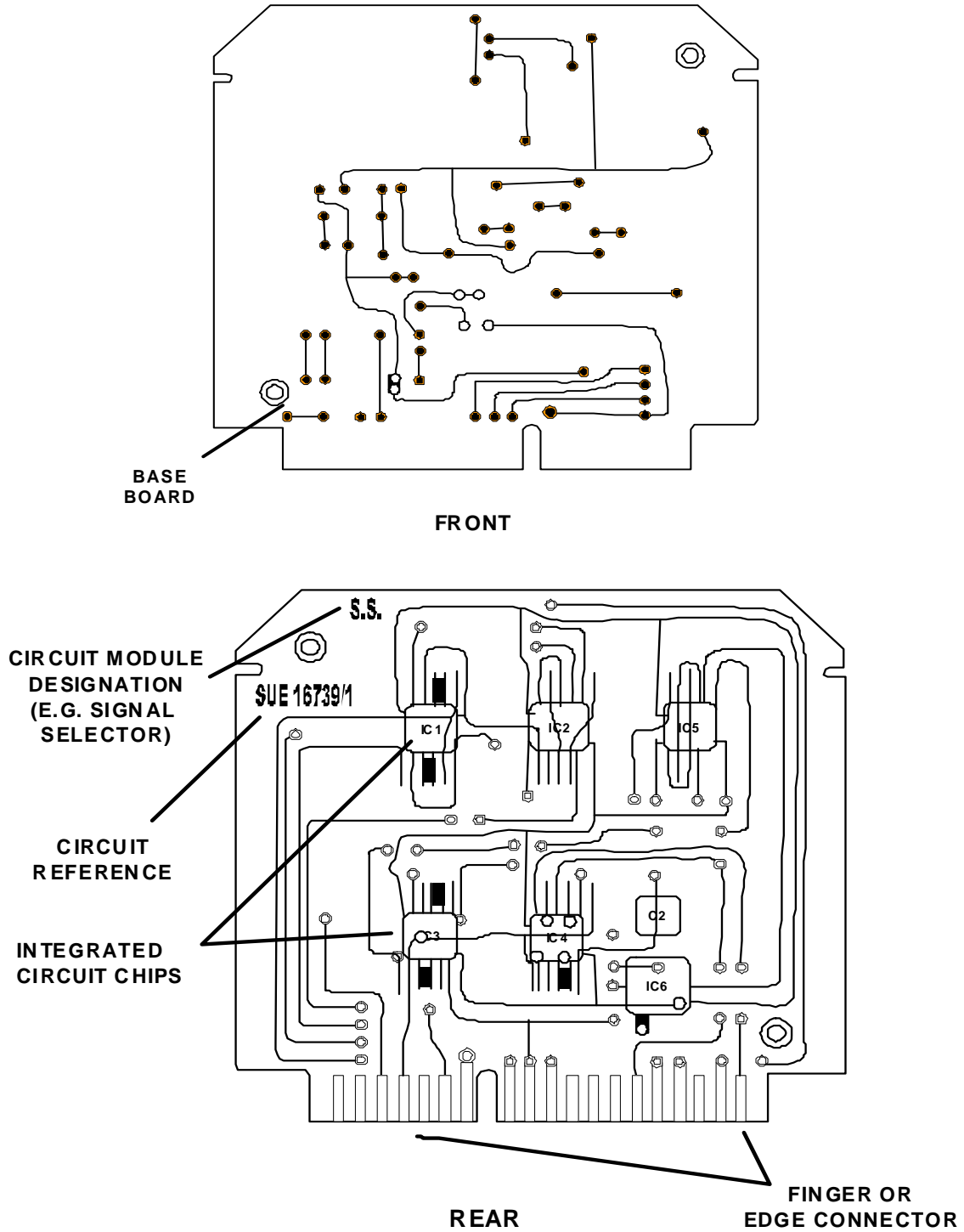
Bir neçə avionika blokunun eyni vaxtda qarşılıqlı mübadiləsinə təmin edən praktiki daha çox istifadə olunan verilənlərin ötürülməsinin təşkili şinlərinin və elektrik siqnal kabellərinin qoşulmasının struktur sxemi şəkil 13.19-da verilmişdir.



Şək. 13.19. Avionika blokları arasında verilənlərin ötürülməsinin təşkili şinlərinin və elektrik siqnal kabellərinin qoşulmasının struktur sxemi

**13.2.2. Çap lövhələrinin konstruksiyası.** Bort avadanlıqlarının çap lövhələrinin konstruktiv görünüşü və hazırlanma texnologiyası ilk növbədə onun

funksional hissələrinin sxemi ilə müəyyən olunur. Bort avadanlığında istifadə olunan çap lövhəsinə nümunə şəkil 13.20-də göstərilmişdir.

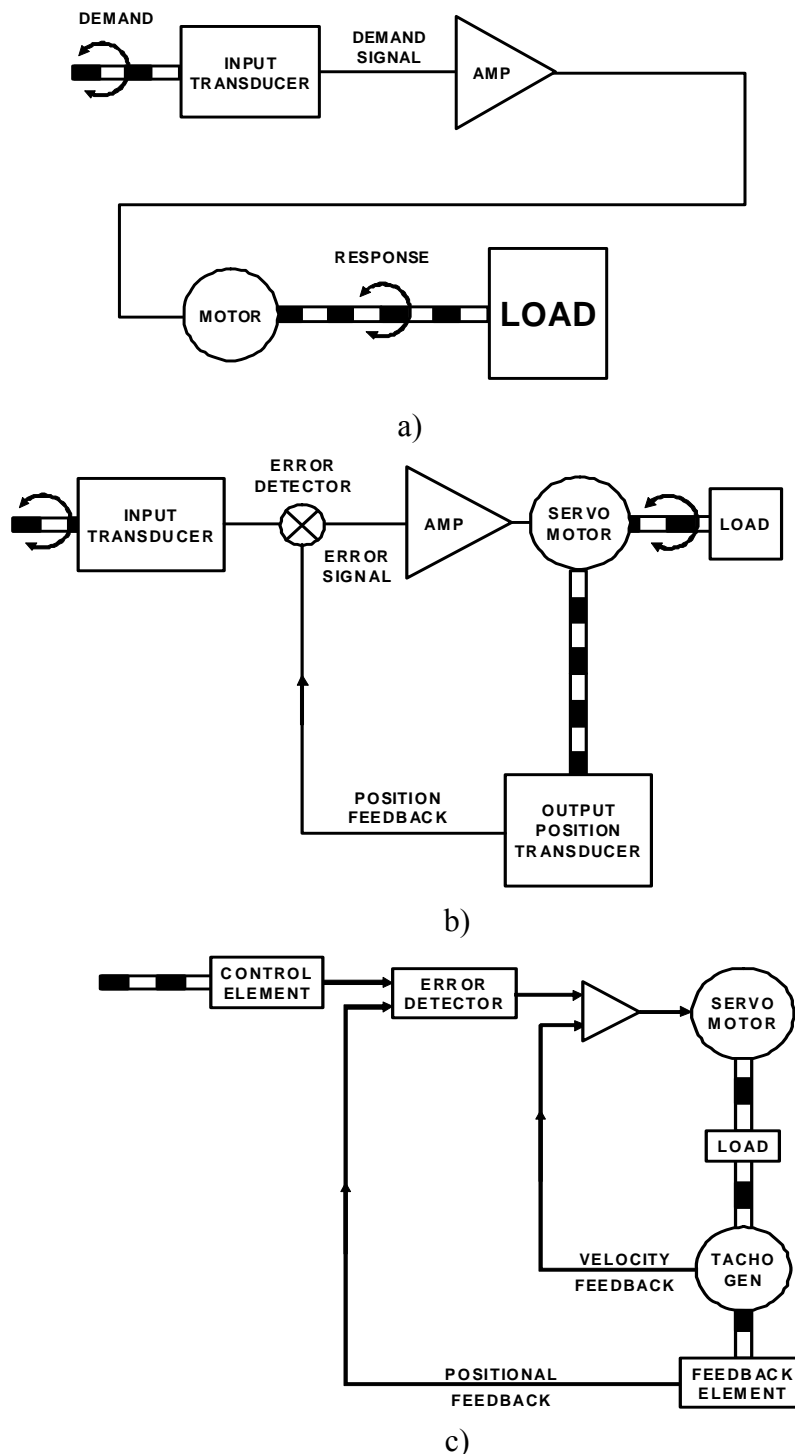


Şək.13.20. Bort avadanlıqlarının çap lövhələrinin konstruktiv görünüşü

**13.2.3. Avtomatik idarəetmə sxemləri.** Uçuşun avtomatik idarəolunması sistemlərində həm açıq bəndli, həm də bağlı bəndli avtomatik idarəetmə



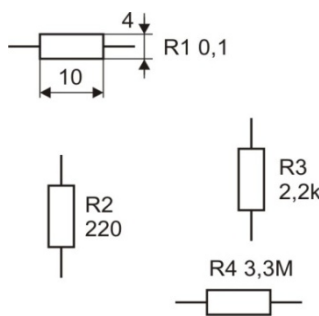
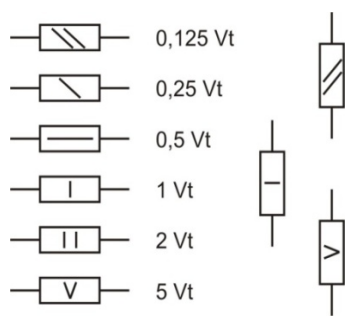
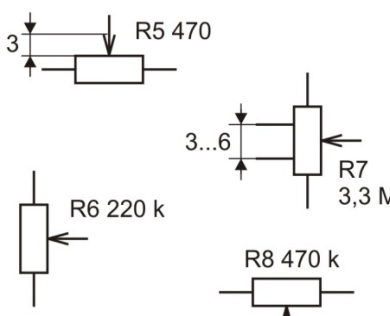
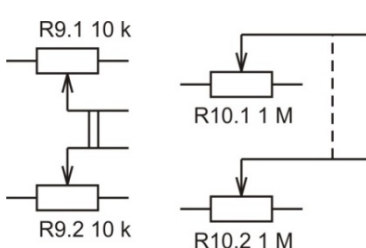
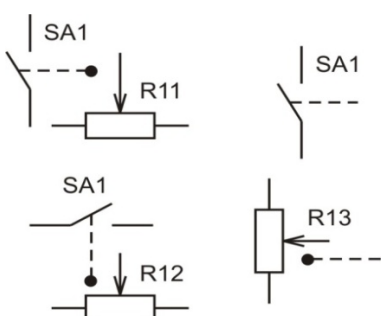
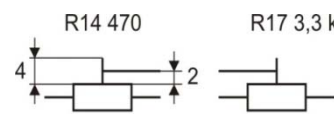
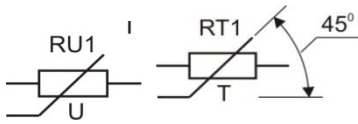
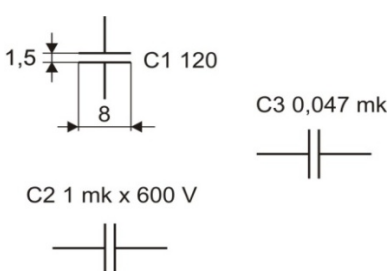
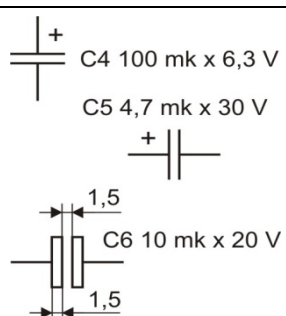
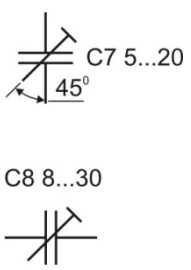
sxemləri tətbiq olunur. Belə sxemlərə nümunə şəkl.13.21-də verilmişdir. Şəkil 13.21,a-da qapalı olmayan, 13.21, b və 13.21,c –də isə qapalı avtomatik idarəetmə sxemləri verilmişdir.

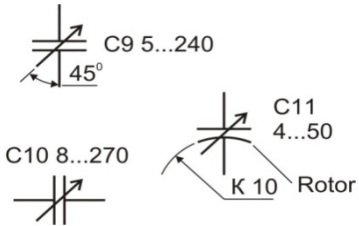
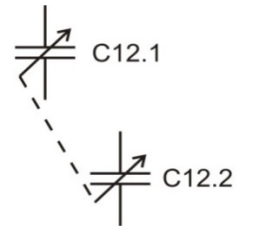
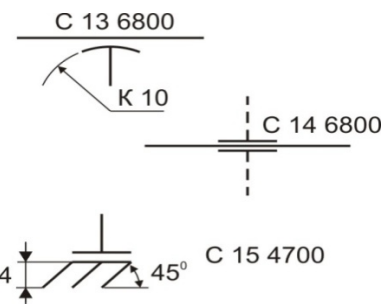


Şək. 20.37. Uçuşun avtomatik idarələnməsi sistemlərində açıq bəndli (a) və bağlı bəndli (b,c) avtomatik idarəetmə sxemləri

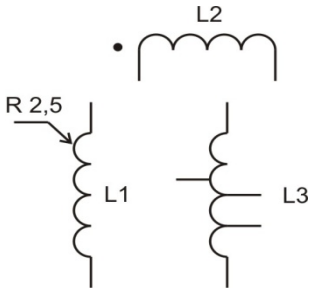
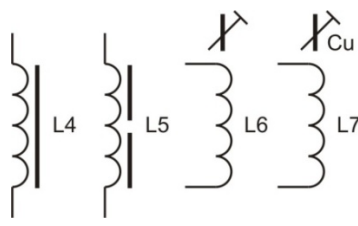
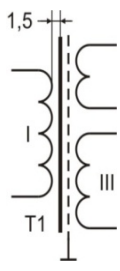
# ƏLAVƏLƏR

## Əlavə 1. Elementlərin şərti-qrafiki işarələri

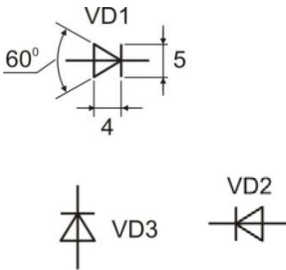
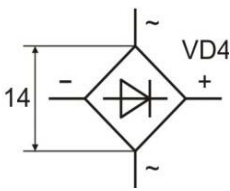
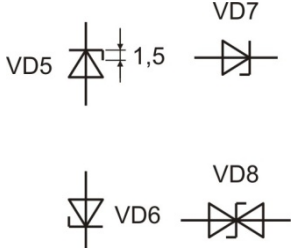
<b>Rezistorlar</b>		
 <p>Sabit müqavimətli rezistorlar</p>	 <p>Sabit müqavimətli rezistorlar</p>	 <p>Dəyişən müqavimətli rezistorlar</p>
 <p>İkili dəyişən müqavimətli rezistorlar</p>	 <p>Qapayıcı kontaktlı dəyişən müqavimətli rezistorlar</p>	 <p>Kökləyici rezistorlar</p>  <p>Qeyri-xətti rezistorlar: RU1- varistor, RT1- termorezistor</p>
<b>Kondensatorlar</b>		
 <p>Sabit tutumlu kondensatorlar</p>	 <p>Oksidli polyar və qeyri-polyar kondensatorlar</p>	 <p>Kökləyici (sazlayıcı) kondensatorlar</p>

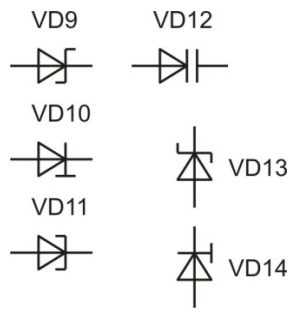
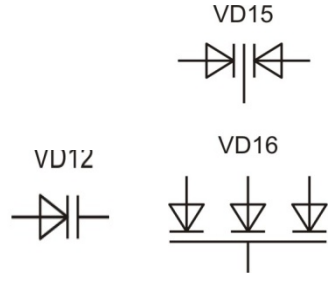
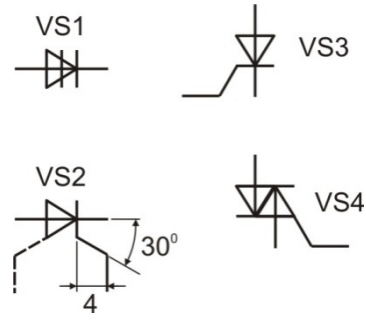
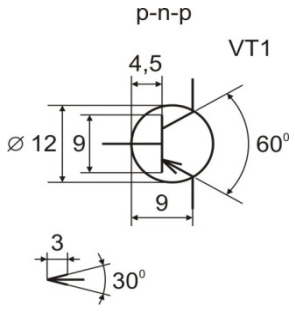
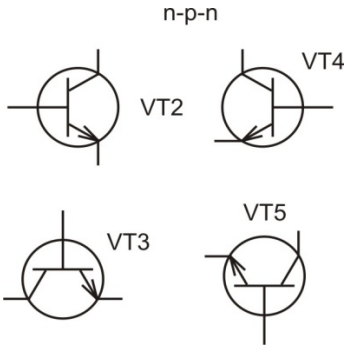
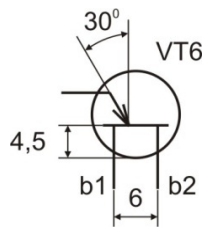
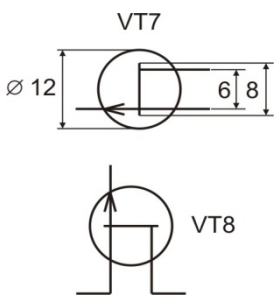
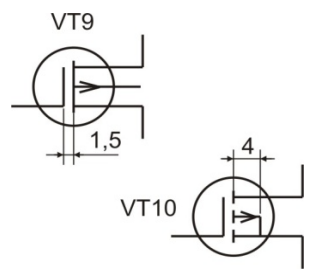
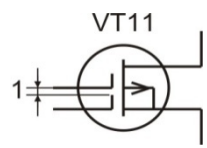
 <p>Dəyişən tutumlu kondensatorlar</p>	 <p>Dəyişən tutumlu kondensatorların ikili bloku</p>	 <p>Keçid və dayaq kondensatorları</p>
---	---	---

**İnduktivlik sarğaları, drossellər və transformatorlar**

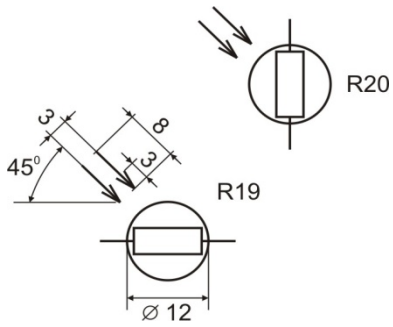
 <p>İnduktivlik sarğacı, drossel</p>	 <p>Sarğac, maqnitnaqilli drossel</p>	 <p>Elektrostatik ekranlı və üç dolaqlı transformator</p>
--	---	---

**Yarımkeçirici diodlar**

 <p>Adi (düzləndirici) diodlar</p>	 <p>Diod körpüsü (düzləndirici)</p>	 <p>Stabilitronlar (VD8-ikianodlu)</p>
---	--	---

 <p>Şottki (VD9,VD13), məhdudlaşdırıcı(VD10,VD14), tunel (VD11) diodları</p>	 <p>Varikap (VD12), Varikap matrisi (VD15, VD16)</p>	 <p>Dinistor, trinistor, simistor</p>
<p><b>Tranzistorlar</b></p>		
 <p>p-n-p tipli bipolyar tranzistor</p>	 <p>n-p-n tipli bipolyar tranzistorlar</p>	 <p>Birkeçidli tranzistor</p>
 <p>p-kanallı sahə tranzistoru</p>	 <p>p-kanallı və izolə olunmuş zatvorlu sahə tranzistoru</p>	 <p>n-kanallı və izolə olunmuş iki zatvorlu sahə tranzistoru</p>

## Optik-elektron cihazlar



Fotorezistorlar

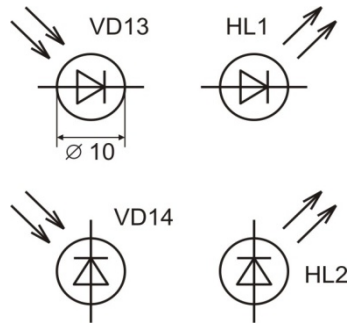
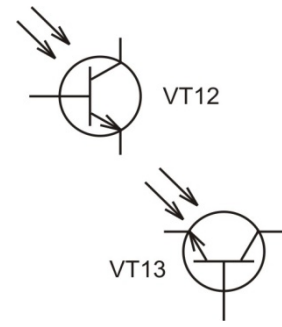
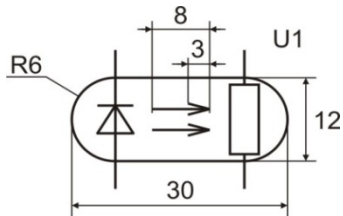


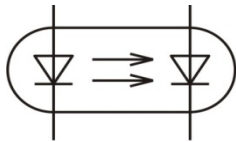
Foto və işıq diodları



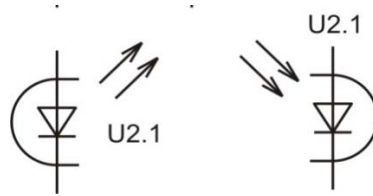
Fototranzistorlar



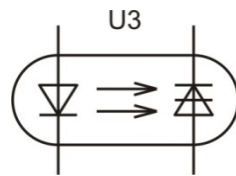
Rezistorlu optik cüt



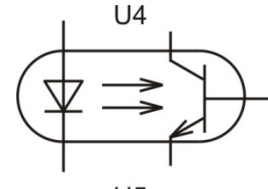
Diodlu optik cütük



Diodlu optik cütük

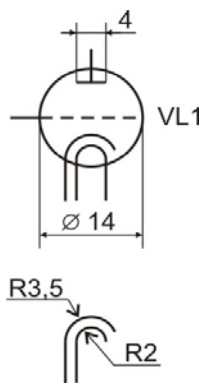


Tiristorlu optik cütük

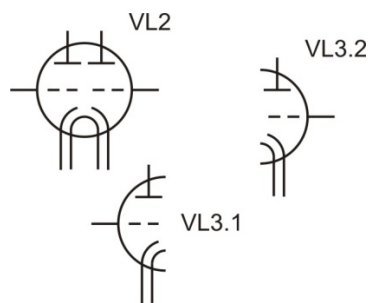


Tranzistorlu optik cütük

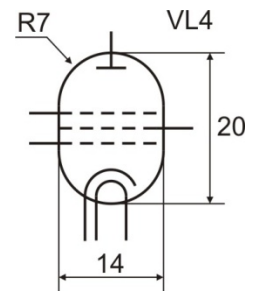
## Elektrovakuum lampaları



Triod lampası

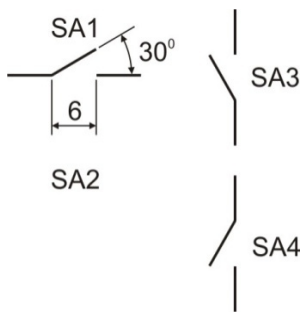
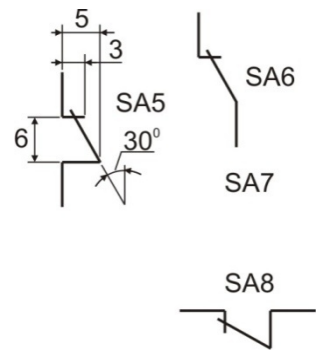
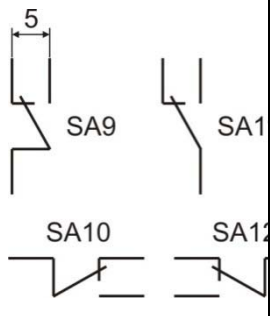
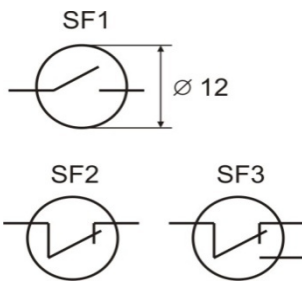
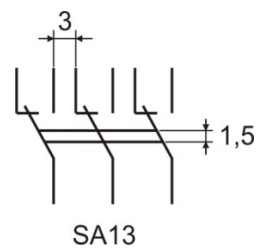
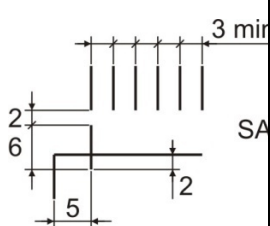
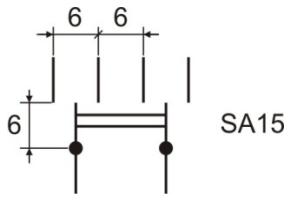
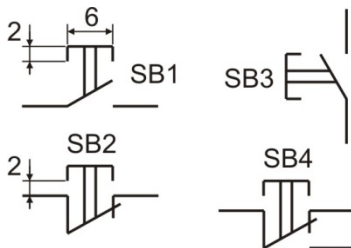
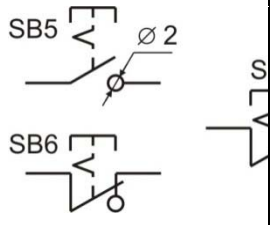
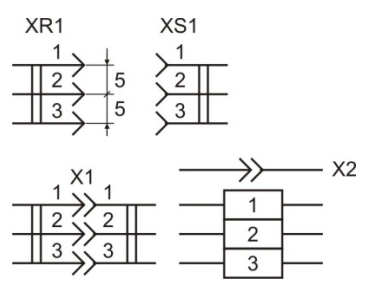
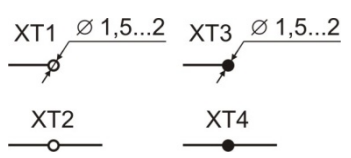
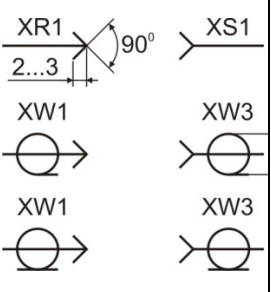


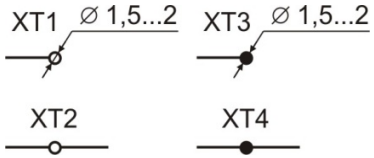
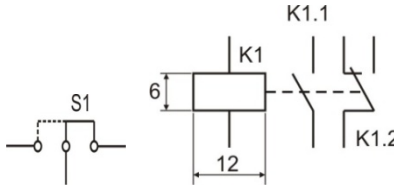
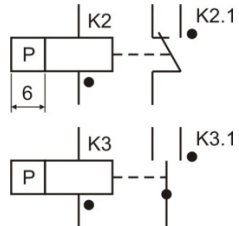
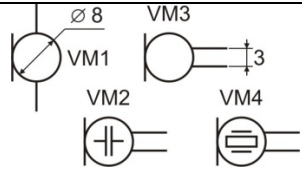
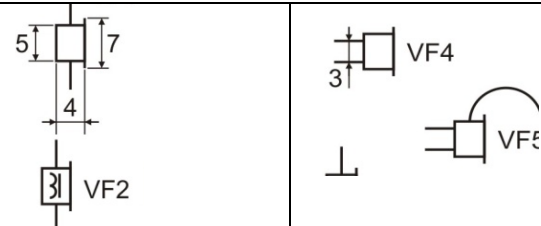
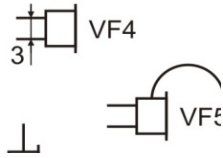
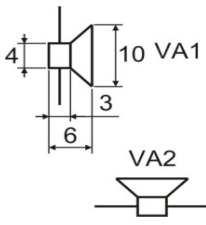
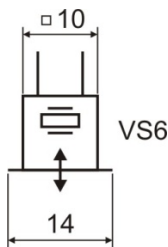
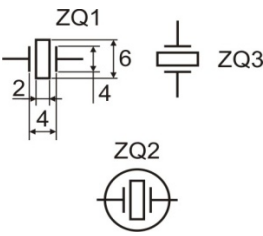
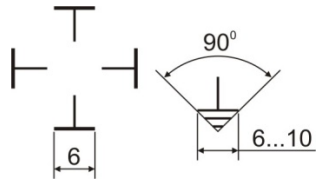
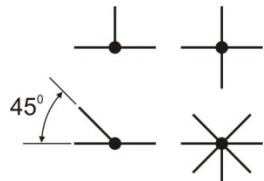
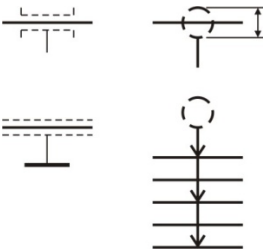

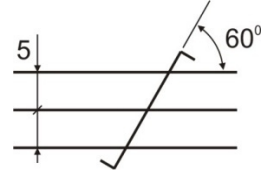
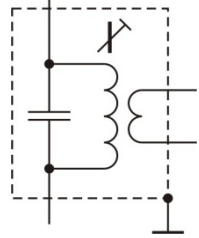
İkiqat triodlu lampa

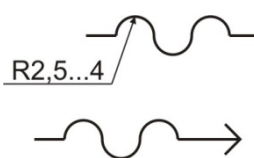
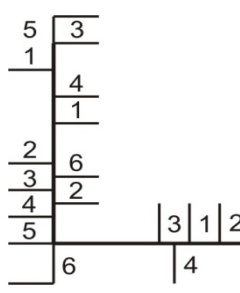
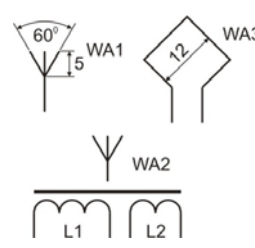


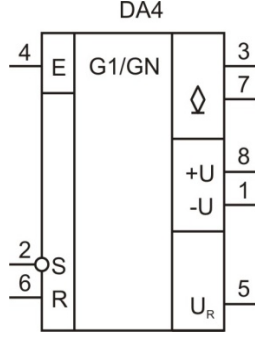
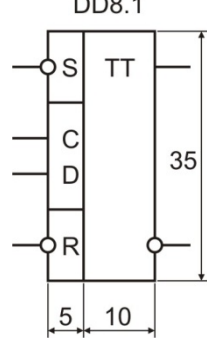
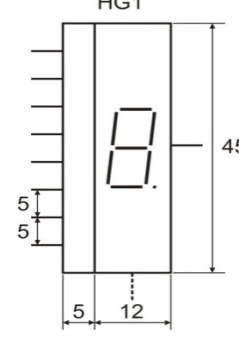
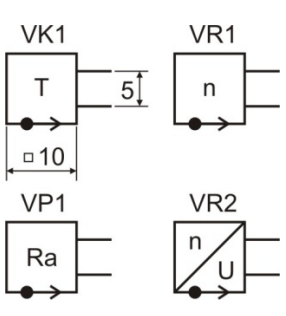
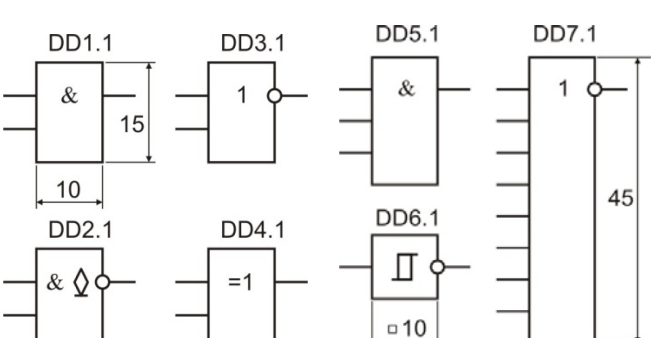
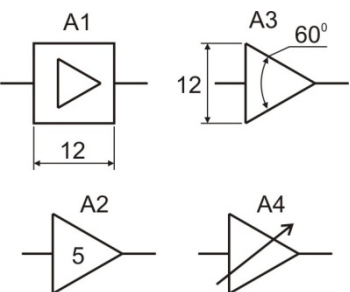
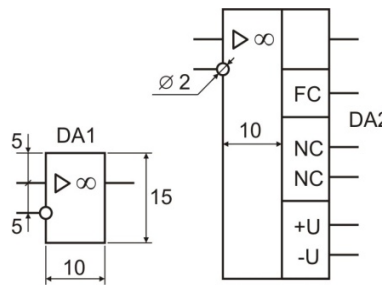
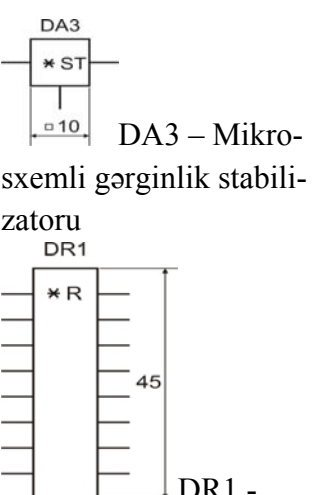
Pentod lampası

## Kommunikasiya qurğuları və kontakt birləşmələri

 <p>SA1 30° 6 SA2 SA3 SA4</p>	 <p>5 3 SA5 30° 6 SA6 SA7 SA8</p>	 <p>5 SA9 SA11 SA10 SA12</p>
Qapanan açarlar	Qapamayan açarlar	Çevirici açarlar
 <p>SF1 ∅ 12 SF2 SF3</p>	 <p>3 1,5 SA13</p>	 <p>3 mm 2 6 5 2 SA14</p>
Herkon (germetik açarlar)	2-vəziyyətli, 3-istişamətli açar	6-vəziyyətli, 1-istişamətli açar
 <p>6 6 6 SA15</p>	 <p>2 6 SB1 SB3 2 SB2 SB4</p>	 <p>SB5 ∅ 2 SB6 SB7</p>
3-vəziyyətli, 2-istişamətli açar	Düymə və çevirgəc (öz-özünə geriyyə qayıtmalı)	Düymə və çevirgəc (təkrar sıxmaqla)
 <p>XR1 1 2 3 5 5 XS1 1 2 3 X1 1 2 3 X2</p>	 <p>XT1 ∅ 1,5...2 XT2 XT3 ∅ 1,5...2 XT4</p>	 <p>XR1 2...3 90° XS1 XW1 XW3 XW1 XW3</p>
Vilka və rozетка (ayrılabilən birləşdirici)	Sokülən və soküləbilməyən birləşməli kontaktlar	Çubuq və birləşmə yuvası

 <p>Birləşmə nöqtələri</p>	 <p>Elektromağnit Qapayıcı Rele</p>	 <p>Qütbləşmiş rele</p>
<b>Akustik cihazlar</b>		
 <p>Mikrofon</p>	 <p>Telefon</p>	 <p>Telefon</p>
 <p>Ucadanışan</p>	 <p>Ultrasəs verici və qəbuledici</p>	 <p>Kvars, pyezokeramik rezonatorlar</p>
<b>Rabitə xətləri və elementləri</b>		
 <p>Ümumi naqıl ilə (korpus) birləşmə, torpaqlanma</p>	 <p>Elektriki əlaqəli xətlərin paylanması</p>	 <p>Ekranlaşdırılmış rabitə xətləri</p>
 <p>Koaksial kabel</p>	 <p>Burulmuş naqillərdən ibarət elektriki rabitə xətləri</p>	 <p>Ekranlayıcı elementlər qrupu</p>

 <p>Elastik naqillərdən ibarət elektriki rabitə xətləri</p>	 <p>Qruplaşdırılmış rabitə xətləri</p>	 <p>Elektrik və maq-nit antennaları</p>
--	--	--



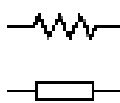


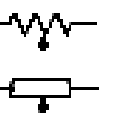





























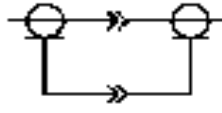




<b>İnteqral mikrosxemlər</b>		
 <p>Taymer</p>	 <p>D-trigger</p>	 <p>Rəqəmli indikator</p>
 <p>Qeyri-elektriki kəmiyyətlər vericisi</p>	 <p>Məntiq elementləri</p>	
 <p>Gücləndirici</p>	 <p>Əməliyyat gücləndiricisi</p>	 <p>DA3 – Mikro-sxemli gərginlik stabili-zatoru DR1 - Rezistorlar toplusu</p>



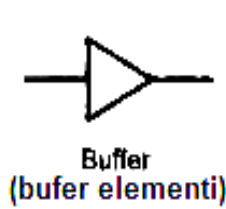
<b>Rabitə qurğuları</b>		
<p>U1      U3 U2      U4</p> <p>Çeviricilər</p>	<p>A5 dB</p> <p>A6 dB 0...40 dB</p> <p>Sabit və tənzimlənən attenyuatorlar</p>	<p>Z1      Z3 Z2      Z4</p> <p>Süzgəclər</p>
<p>DT1      DT3 DT2</p> <p>Ləngitmə xətləri: ümumi işarəsi (DT1), toplanmış parametrlili (DT2) və paylanmış parametrlili (DT3)</p>	<p>Siqnalın ötürülmə istiqaməti</p>	<p>G1      G3 G2      G4</p> <p>Generatorlar</p>
<p>Rəqəmli verilənlər axını</p>	<p>Elementlərin mexaniki əlaqə xətləri</p>	<p>V1</p> <p>Holl vericisi</p>

<b>Elektrik qida mənbələri, siqnalizasiya lampaları</b>		
<p>Qalvanik, akkumulyator, batareya elementləri</p>	<p>İşıqlandırıcı (EL1) və siqnal- edici (HL1, HL2) közərmə lampaları</p>	<p>Qazboşalma lampaları</p>
<p>Sabit gərginlik və cərəyan mənbələri</p>	<p>Dəyişən cərəyan mənbəyi</p>	<p>Dəyişən gərginlik mənbəyi</p>

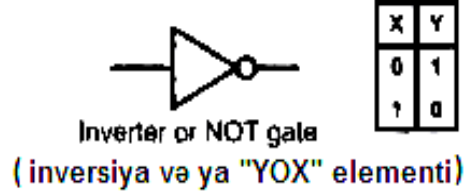
Elektron qurğularının əsas elementlərinin xarici ingilis dilli ədəbiyyatdakı verilən işarələmələri və adları aşağıdakı cədvəldə verilmişdir.

						
<b>Earth (ground)</b>	<b>Chassis (ground)</b>	<b>Fixed rezistor</b>	<b>Presed rezistor</b>	<b>Variable rezistro</b>	<b>Variable potentiometer</b>	
						
<b>Fxed Capacitor</b>	<b>Electrolytic capacitor</b>	<b>Preset capacitor</b>	<b>Variable capacitor</b>	<b>Quartz crystal</b>	<b>Fuse</b>	
						
<b>Aerial</b>	<b>Lamp</b>	<b>Motor</b>	<b>SPST switch</b>	<b>SPOT switch</b>	<b>DPST switch</b>	
<b>Microphone</b>	<b>Speaker</b>	<b>Iron cored Transformer</b>	<b>Fixed inductor</b>	<b>NPN transistor</b>	<b>PNP transistor</b>	
						
						
<b>Diode</b>	<b>Zener Diode</b>	<b>LED</b>	<b>NPN Darlington</b>	<b>PNP Darlington</b>	<b>N-channel JFET</b>	<b>P-channel JFET</b>
						
<b>Fermale Connector</b>	<b>Male connector</b>	<b>Shielded socket</b>	<b>Shielded plug</b>	<b>Coaxial plug and socket</b>		
<b>Open jack Socket</b>	<b>Closed jack socket</b>	<b>AC voltage source</b>	<b>Coaxial cable</b>			
						

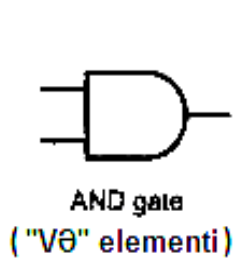
Xarici ədəbiyyatda qəbul olunmuş standartlara uyğun olaraq ən geniş yayılmış məntiq elementlərinin şərti qrafiki işarələnməsi aşağıdakı şəkildə göstərilmişdir. Şəkildə elementlərin ingiliscə adları və mötərizədə isə azərbaycanca adları verilmişdir. Bununla yanaşı hər bir elementin yanında onun iş prinsipini əksətdirən həqiqilik cədvəli verilmişdir.



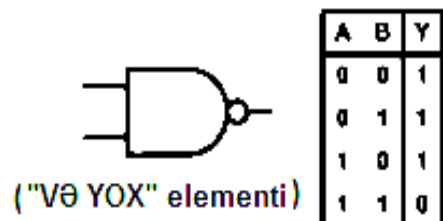
X	Y
0	0
1	1



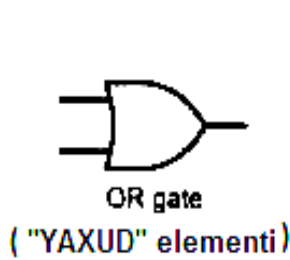
X	Y
0	1
1	0



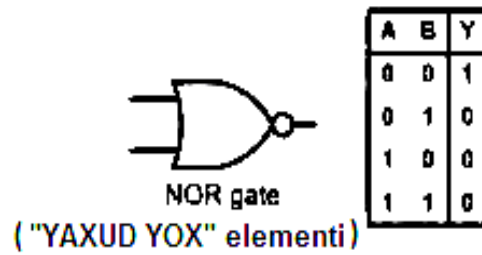
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



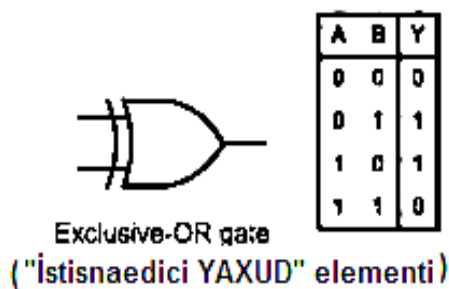
A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



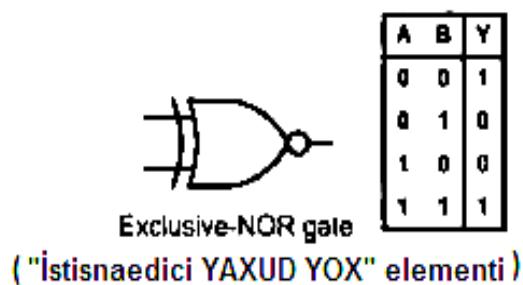
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

## Əlavə 2. Geniş yayılmış yarımkeçirici cihazların parametrləri, istismar şərtləri və tətbiq sahələri

### 2.1. Yarımkeçirici diodların parametrləri, istismar şərtləri və onlar əsasında elektron qurğulara nümunələr

**2.1.1. Diodların parametrlərinin təsnifatı.** İstər analoq, istərsə də rəqəm qurğuları üçün təsnifat parametrlərinə görə yarımkeçirici diodların qrupundan lazım olan tipi (altqrupu) seçirlər. Məsələn, 5000Hs-ə qədər tezlikli dəyişən cərəyanın düzləndirilməsi üçün nəzərdə tutulan, metal korpusda hazırlanan orta güclü ( $I_{ort.düz.}=1A$ ) KD202 markalı diodlarında A altqrupundan olan diodlar üçün əks gərginliyin yol verilə bilən amplitudu 50V nəzərdə tutulduğu halda, C altqrupu üçün 600V-a qədər ola bilər.

Düzləndirici diodlar üçün təsnifat parametri kimi adətən əks gərginlik, impuls diodları üçün əks müqavimətinin bərpa olunma müddətinə görə, stabiltronlar stabilləşdirmə gərginliyinə görə və s. təsnifat olunurlar.

Misal olaraq bir neçə geniş tətbiq olunan yarımkeçirici diodun əsas parametrləri cədvəl 1-də verilmişdir

Cədvəl 1

Diodun markası	Növü	Əsas parametrləri				
		Maksimal əks gərginlik, V	Düz gərginlik düşküsü, V	Maksimal düz cərəyan, A	Sərhəd tezliyi, kHs	İşçi temperatur intervalı
D202	Düzləndirici	100	1	0,4	20	-55 ÷ +85°C
D217	Düzlənd.	800	1	0,1	10	-40 ÷ +100°C
D242	Düzlənd.	100	1,25	10		-60 ÷ +130°C
KD102	Düzlənd.	250	1,2	0,1		-60 ÷ +120°C
D223A	R/el. Sx. üç.	100	1	0,05	20000	-55 ÷ +100°C
D223B	R/el. Sx. üç.	150	1	0,05	20000	-55 ÷ +100°C

Geniş tətbiq olunan düzləndirici diodların seçilmiş nümunələrinin əsas parametrləri cədvəl 2-də verilmişdir

Cədvəl 2

Diodun markası	T=25°C temperaturda parametrlərin son hədd qiymətləri			T=25°C-də parametrlərin qiymətləri		Maksimal işçi temperatur $T_{k.max}(T_s), °C$
	Əks gərginlik $U_{əks.max.}$ ( $U_{əks.im.m.}$ ), V	Maksimal düz cərəyan $I_{düz.max.}$ ( $I_{d.im.max.}$ ), A	Düz gərginlik düşküsü, $U_{düz.}$ , V	Əks cərəyan $I_{əks.}$ , mA	Sərhəd işçi tezliyi $f_{iş.}$ ( $f_{max.}$ ), kHs	

Böyük güclü düzləndirici diodlar						
2Д2990Б	600 (600)	20	1,4	8	200	125
2Д2990В	400 (400)	20	1,4	11	200	125
КД2994А	200 (200)	20	1,4	11	200	125
КД2995А	100 (100)	20	1,4	11	200	125
КД2995Е	50 (50)	20	1,1	0,01	200	150
2Д2997А	100 (100)	20	1,1	0,01	200	150
КД2997В	100 (200)	30 (100)	1,0	25	100	125
2Д2998А	50 (100)	30 (100)	1,0	25	100	125
2Д2999А	25 (25)	30 (100)	0,68	150	200	125
КД2999Б	200 (250)	20 (100)	1,0	25	100	125

Orta güclü düzləndirici diodlar						
Diodun markası	$U_{\text{aks.max.}}$ , ( $U_{\text{aks.im.m.}}$ ) V	$I_{\text{düz.max.}}$ , mA	$U_{\text{düz.}}$ , V	$I_{\text{aks}}$ , mA	$f_{\text{iş.}}$ ( $f_{\text{max.}}$ ), kHs	Maksimal işçi temperatur $T_{\text{к.max.}}$ , °C
1	2	3	4	5	6	7
Д214	(100)	10,0	1,2	3,0	1,1	10,0
Д214А	(100)	10,0	1,0	3,0	1,1	10,0
Д215А	(200)	10,0	1,0	3,0	1,1	10,0
Д231А	(300)	10,0	1,0	3,0	1,1	10,0
Д232Б	(400)	5,0	1,5	3,0	1,1	5,0
Д234Б	(600)	5,0	1,5	3,0	1,1	5,0
Д242Б	(100)	5,0	1,5	3,0	2 (10)	5,0
Д243	(200)	10,0	1,25	3,0	1,1	10,0
Д244	(50)	10,0	1,25	3,0	1,1	10,0
Д245	(300)	10,0	1,25	3,0	1,1	10,0
Д246	(400)	10,0	1,25	3,0	1,1	10,0
Д247	(500)	10,0	1,25	3,0	1,1	10,0
Д248Б	(600)	5,0	1,5	3,0	1,1	5,0
Д302	200	1,0	0,25	0,8	5,0	1,0
Д303	(150)	3,0	0,3	1,0	5,0	3,0
Д304	(100)	5,0	0,25	2,0	5,0	5,0
Д305	(50)	10,0	0,3	2,5	5,0	10,0
Д332А	400	10,0	1,0	3,0	-	10,0
Д333	500	10,0	1,0	3,0	-	10,0
2Д201А	(100)	5,0	1,0	3,0	1,1	5,0
2Д202Р	420 (600)	5,0	1,0	1,0	1,2 (5)	3,0
КД202А	35 (50)	5,0	0,9	0,8	1,2 (5)	5,0
КД202С	480 (600)	3,5	0,9	0,8	1,2 (5)	3,5
2Д203В	560 (800)	10,0	1,0	1,5	1 (10)	10,0
КД203А	420 (600)	10,0	1,0	1,5	1 (10)	10,0
КД203Д	700 (1000)	10,0	1,0	1,5	1 (10)	10,0

2Д204А	400	0,4	1,4	0,15	1,0	0,6
КД204В	50	1,0	1,4	0,05	5,0	0,6
2Д206А	400 (400)	5,0	1,2	0,7	1,0	1,0
2Д206Б	500 (500)	5,0	1,2	0,7	1,0	1,0
КД206А	400 (400)	10,0	1,2	0,7	1,0	1,0
КД208В	100	1,5	1,0	0,1	-	-
2Д210А	800 (800)	5,0	1,0	1,5	(5,0)	10,0
2Д210Г	1000 (1000)	10,0	1,0	1,5	(5,0)	10,0
КД210А	800 (800)	5,0	1,0	1,5	(5,0)	10,0
2Д212А	200 (200)	1,0	1,0	0,05	100	1,0
КД212А	200	1,0	1,0	0,05	100	1,0
2Д213А	200 (200)	10,0	1,0	0,2	(100)	10,0
2Д213Г	100 (100)	10,0	1,2	0,2	(100)	10,0
КД213А	200 (200)	10,0	1,0	0,2	(100)	10,0
КД213Г	100 (100)	10,0	1,2	0,2	(100)	10,0
2Д216А	100 (100)	10,0	1,4	0,05	100	10,0
2Д217А	100 (100)	3,0	1,3	0,05	50 (100)	3,0
2Д219А	15 (15)	10,0	0,55	10	200	10,0
2Д219Г	20 (20)	10,0	0,45	10	200	10,0
2Д220А	400 (400)	3,0	1,5	0,045	10 (50)	3,0
2Д220И	1000 (1000)	3,0	1,3	0,045	10 (50)	3,0
КД223А	200 (200)	2,0	1,3	10	35	6,0
КД226А	100 (100)	1,7	1,4	0,05	35	1,7
КД226Д	800 (800)	1,7	1,4	0,05	35	1,7
КД227А	100 (150)	5,0	1,6	0,8	1,2	5,0
КД227Ж	800 (1200)	5,0	1,6	0,8	1,2	5,0
2Д230А	400 (400)	3,0	1,5	0,045	10 (50)	3,0
2Д230И	1000(1000)	3,0	1,3	0,045	10 (20)	3,0
2Д231А	(150)	10,0	1,0	0,05	200	10,0
2Д232А	(15)	10,0	0,6	7,5	200(200)	10,0
2Д232В	(25)	10,0	0,7	7,5	200(200)	10,0
2Д234А	100 (100)	3,0	1,5	0,1	50 (50)	3,0
2Д234В	400 (400)	3,0	1,5	0,1	50 (50)	3,0
2Д251А	(50)	10,0	1,0	0,05	200	10,0
2Д251Г	(50)	10,0	1,0	0,05	200	10,0
2Д251Д	(70)	10,0	1,0	0,05	200	10,0
2Д251Е	(100)	10,0	1,0	0,05	200	10,0
Д214А	(100)	10,0	1,0	3,0	1,1	10,0
Д214Б	(100)	5,0	1,5	3,0	1,1	5,0
Д215	(200)	10,0	1,2	3,0	1,1	10,0
Д231	(300)	10,0	1,0	3,0	1,1	10,0
Д231Б	(300)	5,0	1,5	3,0	1,1	5,0
Д232	(400)	10,0	1,0	3,0	1,1	10,0
Д233	(500)	10,0	1,0	3,0	1,1	10,0

Д233Б	(500)	5,0	1,5	3,0	1,1	5,0
Д234Б	(600)	5,0	1,5	3,0	1,1	5,0
Д242	(100)	10,0	1,25	3,0	2 (10)	10,0

Az güclü düzləndirici diodlar						
Diodun markası	$U_{\text{aks.max.}}, V$ ( $U_{\text{aks.imp.max.}}$ )	$I_{\text{düz.max.}}, mA$	$U_{\text{düz.}}, V$	$I_{\text{aks}}, mA$	$f_{\text{iş.}} (f_{\text{max.}}), kHz$	Maksimal işçi temperatur $T_{\kappa.max.}, ^\circ C$
1	2	3	4	5	6	7
Д2Б	10 (30)	16	-	150	150	5,0
Д2И	100 (100)	16	-	150	150	2,0
МД3	15	12 (15)	-	-	-	5,0
Д7А	(50)	300	1,0	-	-	300
Д7Ж	(400)	300	1,0	2,4	2,4	300
Д9Б	(10)	40	-	40	40	90
Д9Л	(100)	15	-	40	40	30
Д10	10 (10)	16	-	150	40	-
Д11	30 (40)	20	-	150	150	100
Д12	50 (75)	20	-	150	150	50
Д12А	50 (75)	20	-	150	150	100
Д13	75 (100)	20	-	150	150	100
Д14	100 (125)	20	-	150	150	50
Д101	75 (75)	30	-	150	150	2,0
Д102	50 (50)	30	-	150	150	2,0
Д102А	50 (50)	30	-	150	150	1,0
Д103А	30 (30)	30	-	150	150	1,0
Д104	100 (100)	30	-	150	150	2,0
Д105	75 (75)	30	-	150	150	2,0
Д106	30 (30)	30	-	-	150	2,0
Д202	(100)	400	-	-	-	400
Д203	(200)	400	-	-	-	400
Д204	(300)	400	-	-	-	400
Д205	(400)	400	-	-	-	400
Д206	(100)	100	0,6	-	-	100
Д207	(200)	100	0,6	-	-	100
Д208	(300)	100	0,6	-	-	100
Д209	(400)	100	-	-	-	100
Д210	(500)	100	-	-	-	100
Д211	(600)	100	-	-	-	100
Д217	(800)	100	-	-	-	100
Д218	(1000)	100	-	-	-	100
МД217	800	100	-	-	-	100
МД218	1000	100	-	-	-	100
МД218А	1200	100	-	-	-	100

Д223	50	50	0,5	20	-	50
Д223А	100	50	0,5	20	-	50
Д223Б	150	50	0,5	20	20	50
Д226	(400)	300	-	-	20	300
Д226А	(300)	300	-	-	20	300
Д226Е	(200)	300	-	-	-	300
МД226	(400)	300	-	1,0	-	300
Д229А	200 (200)	400	10	3,0	1,0	400
Д229Л	400 (400)	700	10	3,0	3,0	700
Д237А	(200)	300	10	1,0	3,0	300
Д237Ж	(400)	400	10	1,0	1,0	400
АД110А	30 (50)	10	-	5,0	1,0	10
АД112А	50	300	-	-	1,0	300
ГД107А	15	20	-	-	5,0	10
ГД113А	(115)	15	-	-	-	30
КД102А	250	100	-	-	-	50
КД102Б	300	100	-	-	-	50
КД103А	50	100	-	(0,02)	-	50
КД103Б	50	100	-	(0,02)	-	50
КД104А	300 (300)	10	1,0	0,02	-	10
КД105А	(200)	300	15	-	(0,02)	300
КД105Г	(800)	300	15	-	-	300
КД116Б-1	50	100(170)	-	-	-	50
КД109А	(100)	300	-	-	-	300
КД109Г	(600)	300	-	-	-	300
КД204А	400 (400)	400	10	0,05	-	600
КД205А	500	500	-	0,15	0,05	-
КД205Л	200	700	-	0,15	0,15	-
КД209А	400 (400)	700	15	-	0,15	700
КД212А	200 (200)	1000	50	0,1	-	1000
КД212Г	100 (100)	1000	50	0,1	0,1	1000
КД212А-6	200 (200)	1000	50	0,1	0,1	1000

$U_{düz.maks.}$  - Diodun düz istiqamətdə maksimal-yol verilə bilən sabit gərginliyi;

$U_{əks.maks.}$  - Diodun əks istiqamətdə maksimal-yol verilə bilən sabit gərginliyi;

$I_{düz.maks.}$  - Period ərzindəki orta düz cərəyan;

$I_{düz.im.maks.}$  - Period ərzindəki impuls düz cərəyan;

$I_{h.a.yk.}$  - Düzəndirici diodun həddindən artıq yüklənmə cərəyanı;

$F_{maks.}$  - Diodun maksimal yol verilə bilən dəyişmə tezliyi;

$f_{iş.}$  - Diodun işçi dəyişmə tezliyi;

Verilmiş  $I_{düz.}$ - də  $U_{düz.}$  - Diodun verilmiş  $I_{düz.}$  cərəyanında sabit düz gərginliyi;

$I_{əks.}$  - Sabit əks cərəyan;

$T_{κ.макс}$  - Diodun korpusunun maksimal yol verilə bilən temperaturu;

$T_{n.макс}$  - Diodun keçidinin maksimal yol verilə bilən temperaturu.



Rusiyada və keçmiş SSR ittifaqında istehsal olunan ən geniş yayılmış diodların xarici analoqlarına nümunələr aşağıdakı cədvəl 3-də verilmişdir.

Cədvəl 3

0102	КД102А	1N534	КД205Е	1N1031	КД205Г
0507	КД105Г	1N538	КД205Л	1N1053	КД208А
0604	КД206В	1N539	Д229К	1N1059	Д304
10PM2	Д243	1N551	КД205Г	1N1062	Д245Б
10PM6	КД206В	1N553	КД205Б	1N1067	Д243Б
11R2S	Д243	1N560	КД105Г	1N1073	Д243Б
11R3S	Д245	1N602	КД204Б	1N1075	КД246Б
14P2	Д223Б	1N604	Д7Ж	1N1082А	КД205Л
1N219	КД104А	1N667	Д229В	1N1115	КД208А
1N220	КД104А	1N673	Д229Е	1N1169А	КД205Б
1N250	Д243	1N695	Д310	1N1251	КД204В
1N295X	Д9В	1N770	Д310	1N1253	КД205Г
1N320	КД205Е	1N777	Д312А	1N1254	КД205В
1N388	Д102	1N903M	КД509Г	1N1441	Д229К
1N441	КД204Б	1N905AM	КД521Г	1N1487	Д229Ж
1N441B	КД205Л	1N905M	КД521Г	1N1488	КД205Л
1N445	КД105В	1N907	КД521Г	1N1557	КД205Л
1N458	Д223В	1N908А	КД509А	1N1558	Д229К
1N531	КД204Б	1N916В	КД521А	1N1615А	Д246Б
1N1617	КД208А	1N1986А	КС210Б	1N2107	Д229К
1N1647	КД205Л	1N1989А	КС218Ж	1N2233А	Д245Б
1N1706	КД205У	1N2025	Д246	1N2237	Д247Б
1N1712	КД205А	1N2073	Д229Ж	1N2239А	Д248Б
1N1849	КД104А	1N2085	КД205А	1N2248	Д242
1N1927	КС139А	1N2086	КД205Ж	1N2248А	Д242
1N1984	КС168В	1N2091	Д229Ж	1N2249	Д242
1N1984А	КС168В	1N2092	КД205Л	1N2249А	Д242

Bir sıra müxtəlif təyinatlı yarımkeçirici diodların əsas parametrləri aşağıda verilmişdir. Verilən parametrlər yalnız nümunə kimi verilmişdir və elektron qurğularının işlənilib hazırlanması, sazlanması və təmiri zamanı uyğun sorğu ədəbiyyatından və cihazların texniki sənədlərindən istifadə etmək daha məqsədə uyğundur.

### 2.1.2. Universal təyinatlı diodlar. Düzəldirici diodlar.

**D232 markalı diodlar.** 1kHs-ə qədər tezlikli dəyişən cərəyanın düzləndirilməsi üçün nəzərdə tutulmuşlar.

Əsas parametrləri aşağıdakılardır:

- $I_{düz} = 300\text{mA}$  cərəyanında düz gərginlik düşküsü  $U_d, V \dots \leq 1$
- Əks gərginliyin 400V qiymətində əks cərəyanın qiyməti  $I_{əks}, \text{mA} \dots \leq 3$

- Yol verilə bilən maksimal əks gərginlik  $U_{\text{əks}}, V \dots \leq 400$
- Orta cərəyanın maksimal qiyməti,  $A \dots 10$
- Birdəfəlik yüklənmə vaxtı cərəyanın yol verilə bilən amplitudası,  $A \dots 100$
- İşçi temperaturlar diapazonu,  $^{\circ}C \dots -60 \div +100$

**KI410A-B markalı diodlu körpü yığıcı.** 1kHs-ə qədər tezlikli dəyişən cərəyanın düzləndirilməsi üçün nəzərdə tutulmuşlar.

Əsas parametrləri aşağıdakılardır:

- $I_{\text{düz}} = 1,5A$  cərəyanında düz gərginlik düşküsü  $U_d, V \dots \leq 1,2$
- Əks gərginliyin maksimal qiymətində əks cərəyanın qiyməti  $I_{\text{əks}}, \text{mkA} \dots \leq 10$
- Yol verilə bilən maksimal əks gərginlik  $U_{\text{əks}}, V$ : 1) KI410A üçün  $\leq 50$ ; 2) KI410B üçün  $\leq 100$ ; 3) KI410B üçün  $\leq 200$ ;
- Orta cərəyanın maksimal qiyməti,  $A \dots 3$
- Birdəfəlik yüklənmə vaxtı cərəyanın yol verilə bilən amplitudası,  $A \dots 45$
- İşçi temperaturlar diapazonu,  $^{\circ}C \dots -60 \div +85$

### **Universal təyinatlı azgüclü yüksək tezlikli diodlar.**

**KD512A diodları.** Epitaksial-planar silisium diodu.

Əsas parametrləri aşağıdakılardır:

- $I_{\text{düz}} = 10\text{mA}$  cərəyanında düz gərginlik düşküsü  $U_d, V \dots \leq 1$
- Əks gərginliyin maksimal qiymətində əks cərəyanın qiyməti  $I_{\text{əks}}, \text{mkA} \dots \leq 5$
- Yol verilə bilən maksimal əks gərginlik  $U_{\text{əks}}, V \dots 15$
- Orta cərəyanın maksimal qiyməti,  $A \dots 20$
- Birdəfəlik yüklənmə vaxtı cərəyanın yol verilə bilən amplitudası,  $\text{mA} \dots 200$
- Düz cərəyanın  $I_{\text{düz}} = 10\text{mA}$  qiymətində dəyişdirilmə yükü,  $nKl \dots \leq 30$
- Diodun tutumu,  $nF \dots \leq 1$
- Əks müqavimətinin bərpa olunma müddəti ( $I_{\text{düz}} = 10\text{mA}, U_{\text{əks}} = 10V$ ),  $\text{ns} \dots \leq 1$
- İşçi temperaturlar diapazonu,  $^{\circ}C \dots -50 \div +85$

**KD513A diodları.** Epitaksial-planar silisium diodu.

Əsas parametrləri aşağıdakılardır:

- $I_{\text{düz}} = 100\text{mA}$  cərəyanında düz gərginlik düşküsü  $U_d, V \dots \leq 1,1$
- Əks gərginliyin maksimal qiymətində əks cərəyanın qiyməti  $I_{\text{əks}}, \text{mkA} \dots \leq 5$
- Yol verilə bilən maksimal əks gərginlik  $U_{\text{əks}}, V \dots 50$
- Orta cərəyanın maksimal qiyməti,  $A \dots 100$
- Birdəfəlik yüklənmə vaxtı cərəyanın yol verilə bilən amplitudası,  $A \dots 1,5$
- Düz cərəyanın  $I_{\text{düz}} = 50\text{mA}$  qiymətində dəyişdirilmə yükü,  $nKl \dots \leq 40$
- Diodun tutumu,  $nF \dots \leq 4$
- Əks müqavimətinin bərpa olunma müddəti ( $I_{\text{düz}} = 10\text{mA}, U_{\text{əks}} = 10V$ ),  $\text{ns} \dots \leq 4$
- İşçi temperaturlar diapazonu,  $^{\circ}C \dots -50 \div +85$

### **2.1.3. Stabiltronlar.**

**KC133Г, KC139Г, KC147Г, KC156Г tipli stabiltronların**

Əsas parametrləri aşağıdakılardır:

- Stabilizasiya gərginliyi: nominal stabilizasiya gərginlikləri hər bir stabiltronun markasının sonuncu iki rəqəminə uyğundur və müvafiq olaraq –3,3V; 3,9V; 4,7V; 5,6V təşkil edir.
- Stabilizasiya gərginliyinin nominal qiymətdən kənara çıxma, % .....±10
- Minimal stabilizasiya cərəyanı, mA ..... 1
- 5mA stabilizasiya cərəyanında diferensial müqavimət, Om..... ≤150
- Maksimal stabilizasiya cərəyanı (dəmir korpuslu stabiltronlar üçün), mA...50
- Maksimal stabilizasiya cərəyanı (plastmas korpuslu üçün), mA..... 50
- Maksimal səpələnmə gücü, mVt.....125
- İşçi temperaturlar diapazonu, °C .....-60 ÷ +120

**KC162, KC168, KC175Ж, KC182 Ж, KC191Ж , KC210Ж, KC211ЖŞ, KC212Ж, KC213Ж, KC215Ж, KC216Ж, KC218Ж, KC220Ж, KC222Ж, KC224Ж** (bu siyahıya daxil olan stabiltronlar dəqiq stabiltronlar hesab olunurlar).

Əsas parametrləri aşağıdakılardır:

- Stabilizasiya gərginliyi: nominal stabilizasiya gərginlikləri hər bir stabiltronun markasının sonuncu iki rəqəminə uyğundur və müvafiq olaraq – 6,2V; 6,8V; 7,5V; 8,2V; 9,1V; 10V; 11V; 12V; 13V; 15V; 16V; 18V; 20V; 22V; 24V təşkil edir.
- Stabilizasiya gərginliyinin nominal qiymətdən kənara çıxma, % .....±5
- Minimal stabilizasiya cərəyanı, mA .....0,5
- 4mA stabilizasiya cərəyanında diferensial müqavimət, Om..... ≤70
- Maksimal stabilizasiya cərəyanı, mA .....30
- Maksimal səpələnmə gücü, mVt.....125
- İşçi temperaturlar diapazonu, °C .....-60 ÷ +120

**2.1.4.Varikaplar.** Bu diodların p-n – keçidinin tutumu ona tətbiq olunan əks gərginlikdən asılı olaraq geniş diapazonda demək olar ki, xətti olaraq dəyişdiyindən və varikap özünü dəyişən kondensatora ekvivalent olaraq apardığından, varikaplar parametrik gücləndiricilərdə, tezliyin elektron köklənməsi, tezlik modulyasiyası və faza modulyasiyası sxemlərində geniş tətbiq edirlər. Geniş yayılmış varikapların parametrləri aşağıdakı cədvəl 4-də verilmişdir.

Cədvəl 4

Varikapın tipi	C <sub>nom</sub> , pF	U <sub>əks.maks</sub> , V	Q <sub>v</sub> , az deyil	I <sub>əks</sub> (U <sub>əks.max</sub> , t <sub>ətr.</sub> = 25 °C), mKA, çox deyil
Д901А	22 ... 32	80	25	1,0
Д901Е	34 ... 44	45	30	1,0
Д902	6 ... 12	25	30	–
KB101А	160 ... 240	4	12	1,0
KB102А	14 ... 23	45	40	1,0
KB102Д	19 ... 30	80	40	1,0

KB103A	18 ... 32	80	50	10
KB103B	28 ... 38	80	40	10
KB104A	90 ... 120	45	100	5,0
KB105A	400 ... 600	90	500	50
KB106A	20 ... 50	120	40	20
KB107A	10 ... 40	5,5 ... 16	20	100
KB109A	2,3 ... 2,8	25	300	0,5
KB110A	12 ... 18	45	300	1,0
KB110E	17 ... 26	45	150	1,0
KBC111A	≤ 33	30	200	1,0
KBC111B	≤ 33	30	150	1,0

$C_{nom}$  – verilmiş əks sürüşmə gərginliyində nominal tutumu.

$Q_v$  – varikapın keyfiyyətliliyi.  $Q_v$  tutum müqavimətinin ekvivalent ardıcıl müqavimətə olan nisbətə bərabərdir.

### 2.1.5. İşıq diodları və yarımkeçirici rəqəm indikatorları.

**İşıq şüalandırıcı diodlar.** Bir sıra geniş yayılmış işıq diodlarının markaları və elektrik parametrləri aşağıdakı cədvəl 5-də verilmişdir.

Cədvəl 5. Görünən diapazon dalğa uzunluqlu işıqdiodlarının parametrləri

Cihazın tipi	İşıqlanmanın rəngi	T=25°C, $I_{d,nom}$ (mA)-da parametrlərin qiymətləri				T=25°C-də param-n hüdud qiymətləri		$T_{k,max},$ °C
		$I_v, mkkd$ (L),kd/m <sup>2</sup>	$U_{düz},$ V	$I_{d,nom},$ mA	$\lambda_{max},$ mkm	$I_{d,max},$ mA	$U_{aksmax},$ V	
KJI101A	Sarı	(10)	5,5	6	0,64	10	20	70
KJI101B	Sarı	(15)	5,5	10	0,64	20	20	70
KJI101A	Sarı	(20)	5,5	20	0,64	40	20	70
AJI102A	Qırmızı	40	2,8	5	0,69	10	20	70
AJI102B	Qırmızı	100	2,8	10	0,69	10	20	70
AJI102B	Yaşıl	100	2,8	10	0,69	10	20	70
AJI307A	Qırmızı	150	2,0	10	0,666	20	20	70
AJI307B	Yaşıl	400	2,8	20	0,566	22	20	70
AJI307E	Sarı	100	2,8	10	0,62	22	20	70

İnfraqırmızı (İQ) diapazon dalğa uzunluqlu işıqdiodlarının parametrləri

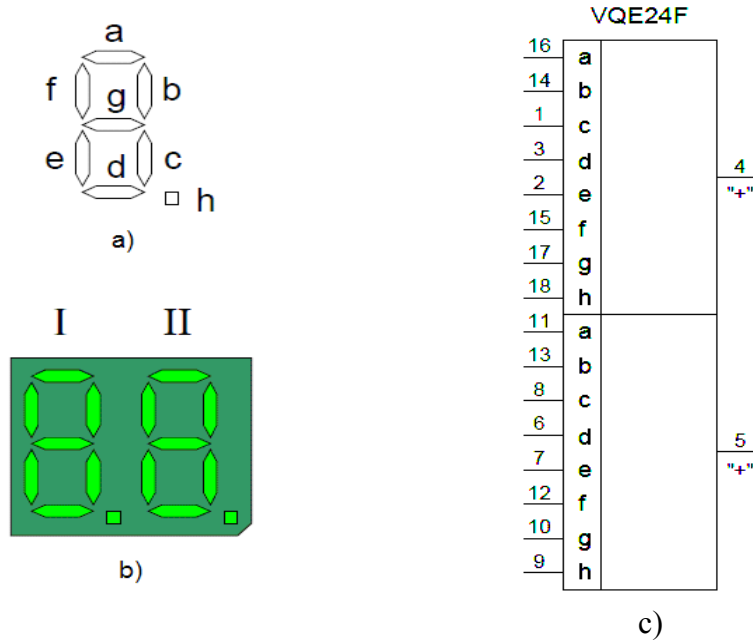
Cihazın tipi	İşıqlanmanın rəngi	T=25°C, $I_{d,nom}$ (mA)-da parametrlərin qiymətləri				T=25°C-də param-n hüdud qiymətləri		$T_{k,max},$ °C
		$\lambda, mkm$	$U_{düz},$ V	$I_{d,nom},$ mA	$\lambda_{0,5}, mkm$	$I_{d,max},$ mA	$U_{aksmax},$ V	
AJI103A	İQ	0,95	1,6	15	0,05	50	20	70
AJI103B	İQ	0,95	1,6	40	0,05	50	20	70
AJI106A	İQ	0,92	1,7	40	-	100	20	70
AJI106B	İQ	0,92	1,7	50	-	100	20	70
AJI106B	İQ	0,92	1,7	50	-	100	20	70

АЛ106Г	İQ	0,92	1,7	60	-	100	20	70
АЛ107А	İQ	0,95	2,0	20	0,03	80	20	70
АЛ107Б	İQ	0,95	2,0	30	0,03	80	20	70
АЛ118А	İQ	1,00	1,7	100	0,04	500	20	70

İşıq diodlarının əsas parametrlərindən biri işıq gücüdür. Məsələn, АЛ1307А-Г tipli işıq diodlarında işıq gücünün bu diodların işçi elektrik parametrlərindən asılılığı aşağıda verildiyi kimidir. Cədvəldən görüldüyü kimi АЛ1307А,Б tipli işıq diodları qırmızı rəngli işıqlanma, АЛ1307В,Г işıq diodları isə yaşıl rəngli işıqlanma diodlarıdır.

Düz gərginlik: АЛ1307А, Б diodları üçün 2,0V; АЛ1307В,Г diodları üçün 2,8V, maksimal düz cərəyanlar: 20mA olduqda işığın gücü АЛ1307А üçün -0,15 mkd, АЛ1307Б üçün - 0,9 mkd; АЛ1307Г üçün -1,5 mkd təşkil edir. Bu diodlarda işçi temperaturlar diapazonu, -60 ÷ +120°C-dir.

**Yeddi seqmentli işıq diodlu indikatorlar.** Şəkil 1,a-da yaşıl rəngli işıqlanmaya malik olan VQE24F tipli indikatorun seqmentləri və hərfə işarələnməsi arasında uyğunluğu, şəkil 1,b-də xarici görünüşü, şəkil 1,c-də isə çıxışlarının nömrələri göstərilmişdir.



Şək. 1. VQE24F tipli indikatorun seqmentləri (a), xarici görünüşü (b) və çıxışlarının nömrələri (c).

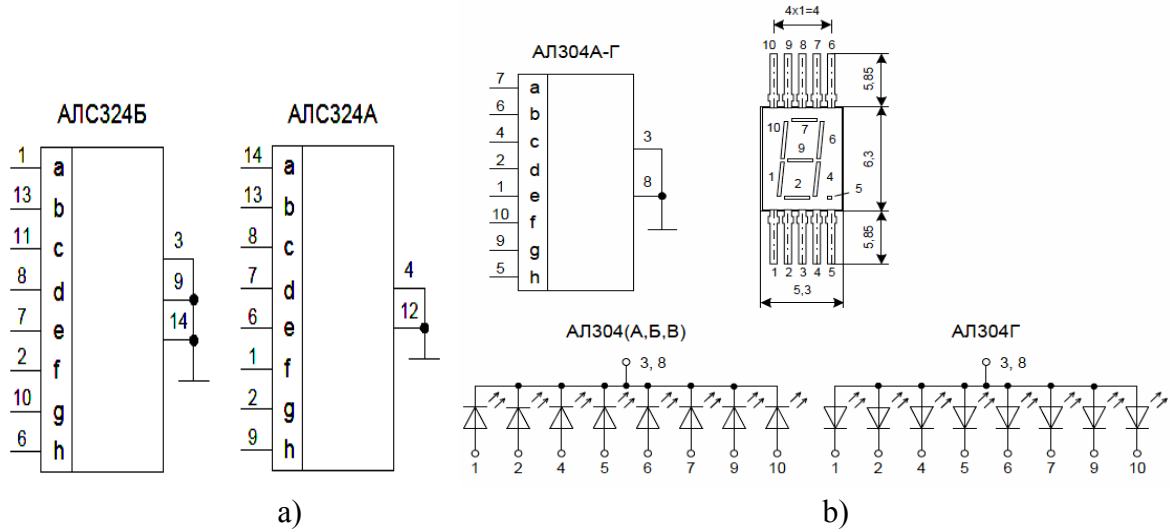
Şəkil 2,a-da Rusiya istehsalı olan АЛС 324Б və АЛС324А yeddi seqmentli indikatorlarının çıxışlarının nömrələri, şəkil 2,b-də azgüclü və kiçikölçülü yeddiseqmentli АЛС04 markalı indikatorun xarici görünüşü,

çıxışlarının nömrələri, bu seriyadan olan müxtəlif tipli indikatorların sxematik quruluşu və qoşulma sxemi verilmişdir.

АЛ304А, АЛ304Б, АЛ304В, АЛ304Г markalı indikatorlar epitaksial texnologiya üzrə hazırlanmış, arsenid-fosfid-qallium əsaslı işıq diodlarından (seqmentlərdən) təşkil olunmuşdur. Bu indikatorlar plastmas korpusda buraxılır, rəqəmin hündürlüyü 3mm, kütləsi 0,25 təşkil edir.

АЛС 324Б indikatoru ümumi katodlu və АЛС324А indikatoru isə ümumi anodlu işıq diodlarından təşkil olunmuşdur. Hər iki indikator qırmızı işıqlanmaya malikdirlər.

АЛС321Б, АЛС333Б, АЛС333Г, АЛС334Б, АЛС335Б, АЛС335Г, 3ЛС338Б, 3ЛС338Г yeddiseqmentli indikatorları АЛС324Б indikatorunun, АЛС321А, АЛС333А, АЛС333В, АЛС334А, АЛС334В, АЛС335А, АЛС335В, 3ЛС338А indikatorları isə АЛС324А indikatorunun analoqu olub, işçi parametrləri ilə fərqlənirlər.



Şək.2. АЛС 324Б və АЛС324А indikatorlarının çıxışlarının nömrələri (a), azgüclü və kiçikölçülü АЛ304 markalı indikatorun xarici görünüşü və çıxışlarının nömrələri (b).

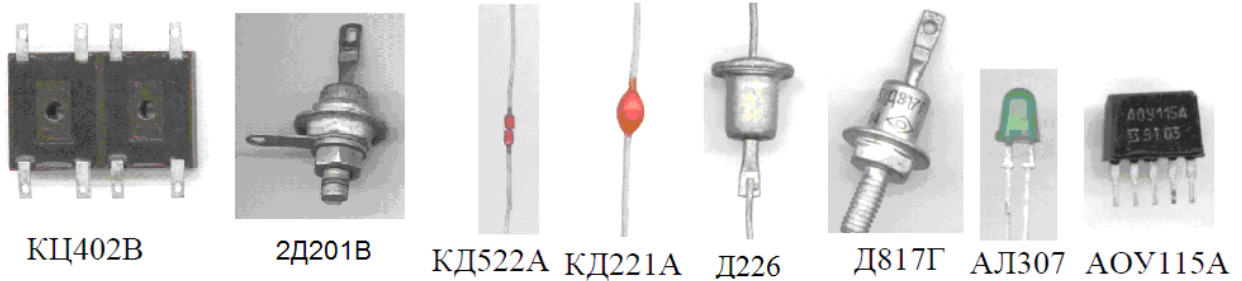
АЛС324Б və АЛС324А indikatorlarının əsas işçi parametrləri: nominal düz cərəyan - 20mA; maksimal sabit cərəyan – 25mA, maksimal impuls cərəyanı – 300mA; düz gərginlik düşgüsü – 2.5V; səpilmə gücü – 500mVt-dır.

Bu indikatorların misalında yarımkeçirici yeddiseqmentli indikatorların məxsus olduğu elektrik, işıq və istismar parametrlərini nəzərdən keçirək:

- 1) İndikatorların işıqlanma rəngi:
  - АЛ304А, АЛ304Б, АЛ304Г - qırmız;
  - АЛ304В - yaşıl.
- 2)  $I_{düz} = 5mA$  olduqda parlaqlıq :
  - АЛ304А üçün -  $\geq 140 kd/m^2$ ;

- АЛ304Б üçün -  $80...320 \text{ kd/m}^2$ ;
  - АЛ304В üçün 10mA cərəyanda-  $\geq 60 \text{ kd/m}^2$ ;
  - АЛ304Г üçün -  $\geq 350 \text{ kd/m}^2$
- 3) Elementlər arasında parlaqlığın qeyri-bərabərliyi – 60%
- 4)  $I_{\text{düz}} = 5 \text{ mA}$  olduqda sabit düz gərginlik:
- $T = +25...+70$  olduqda АЛ304А, АЛ304Б üçün  $\leq 2,0 \text{ V}$  ;
  - $T = -60$  olduqda АЛ304А, АЛ304Б üçün  $\leq 2,4 \text{ V}$ ;
  - $T = +25...+70$  olduqda АЛ304В, АЛ304Г üçün  $\leq 3,0 \text{ V}$ ;
  - $T = -60$  olduqda АЛ304В, АЛ304Г üçün  $\leq 3,6 \text{ V}$ ;

Müxtəlif elektrik parametrlərə malik olan yarımkeçirici diodların xarici görünüşü şəkil 3-də verilmişdir.



Şək.3. Yarımkeçirici diodların xarici görünüşü

## 2.2. Tranzistorların parametrləri, istismar şərtləri və tətbiq sahələri

Müasir standartlara görə diodun markasında birinci hərf, yaxud rəqəm yarımkeçirici materialın tipini göstərir: K, yaxud 1 – silisium; Г, yaxud 2 – germanium tranzistor olduğunu bildirir. İkinci hərf cihazın tipini bildirir, məsələn, Д – diod, Т – tranzistor və s.

Hərflərdən sonra üç, yaxud dörd rəqəmdən ibarət olan kombinasiya olur. Birinci rəqəm cədvəl 6-da verilmiş qiymətlərə uyğun olaraq tranzistorun yol verilə bilən səpələnmə gücünü və sərhəd tezliyini təyin edir.

Cədvəl 6. Tranzistorun yol verilə bilən səpilmə gücünün və sərhəd tezliyinin təyin olunması

$P, V_t \setminus f, \text{MHs}$	$< 3, \text{ Aş. Tez.}$	$3...30, \text{ Ort. Tez.}$	$> 30, \text{ Yük. Tez. və İYT}$
Az güclü, $< 0,3$	1	2	3
Orta güclü, $0,3...3,0$	4	5	6
Güclü, $> 3$	7	8	9

Əgər cihazların kiçik ölçüləri hərf, yaxud rəqəm işarələrini istifadə etməyə imkan vermirsə onda onun korpusuna rəngli markalanma çəkilir (nöqtə, yaxud rəngli zolaqlar). Rəngli kod uyğun cihazın texniki şərtlərində göstərilir.

**Tranzistorların JEDEC sisteminə əsasən işarələnmə sistemi.** ABŞ-ın elektron cihazlar üzrə birləşmiş texniki şurası tərəfindən qəbul edilmiş JEDEC işarələmə sistemi üzrə cihazların markalanması aşağıdakı kimidir:

- bu markalama sistemində birinci rəqəm p-n –keçidlərin sayını göstərir: 1 – diod; 2 – tranzistor; 3 – tetrod (tiristor);
- rəqəmdən sonra N hərfi və elektron sənayesi müəssisələri assosiasiyası (EIA) tərəfindən qeydə alınan seriya nömrəsi gəlir;
- seriya nömrəsindən sonra eyni tiptən və seriyadan olan cihazların fərqli parametrlərə, yaxud xarakteristikalara görə ayrılmasını göstərən bir və ya bir neçə hərf olur.

Lakin qeyd etmək lazımdır ki, bu sistemdə seriya nömrəsinin rəqəmləri ilkin materiallı, tezlik diapazonunu və ya tətbiq sahəsini təyin etmirlər.

**Pro Elektron sistemində tranzistorların işarələnmə xüsusiyyətləri.** Avropada JEDEC sistemi ilə yanaşı Pro Elektron Beynəlxalq Assosiasiya Təşkilatı tərəfindən yaradılmış işarələmə sistemi də geniş istifadə olunur. Bu sistemə görə məişət aparaturası üçün nəzərdə tutulan geniş təyinatlı cihazlar iki hərfə, sənaye və xüsusi aparatura üçün nəzərdə tutulmuş cihazlar isə üç hərf və iki rəqəmlə işarələnilər. Geniş təyinatlı cihazlarda iki hərfdən sonra cihazın 100-dən 999-a qədər üçrəqəmli sıra nömrəsi göstərilir. Sənaye və xüsusi təyinatlı aparaturada tətbiq olunan cihazlar-da üçüncü işarə hərf olub, əks əlifba sırası ilə verilir: Z,Y,X və s., bu hərfdən sonra isə 10-dan 99-a qədər olan sıra nömrəsi gəlir.

Əgər bir korpusda bir neçə eyni tipli cihaz varsa, onda işarələmə tək diskret cihazların kodlarına (markalarına) uyğun olaraq yerinə yetirilir, bir neçə müxtəlif cihaz olduqda isə ikinci hərf kimi G hərfi istifadə olunur.

Aşağıda verilmiş cədvəl 7-də bipolyar tranzistorların müxtəlif qoşulma sxemləri üçün əsas parametrləri verilmişdir.

Cədvəl 7

Paraemtrin adı	Ümumi emitterli sxem	Ümumi bazalı sxem	Ümumi kollektorlu sxem
Cərəyana görə güclənmə	20 -200	(0.95 – 0.995)	20 - 200
Gərginliyə görə güclənmə	100 – 600	500 – 800	<1
Gücə görə güclənmə	Ən yüksək	Orta	Aşağı



Giriş müqaviməti	500 - 2000Ω	50 - 200Ω	20kΩ - 100kΩ
Çıxış müqaviməti	10 – 50 KΩ	100 kΩ - 1MΩ	20 – 500Ω
Giriş və çıxış siqnalları arasındakı faza fərqi	180°	Eyni fazada	Eyni fazada
Tipik istifadə olunması	Normal gücləndirici (Zəif güclü siqnalların gücləndirilməsi üçün)	Müqavimət razılaşdırıcısı (aşağı giriş müqaviməti ilə yüksək çıxış müqavimətini)	Müqavimət razılaşdırıcısı (yüksək giriş müqaviməti ilə aşağı çıxış müqavimətini)

Rəqəm qurğularında geniş tətbiq olunan bipolyar tranzistorların markaları və onların tətbiq sahələrinə nümunələr cədvəl 8-də göstərilmişdir.

Cədvəl 8. Azgüclü tranzistorların markaları və tətbiq sahələri

Tranzistorun markası	Təyinatı və tətbiq sahəsi
ΓT109	Aşağı tezlikli gücləndiricilərin giriş kaskadları
KT117	Azgüclü generatorlarda tətbiq üçün nəzərdə tutulmuş birkeçidli tranzistorlar
KT119	Generatorlarda və dəyişdirici qurğularda işləmə üçün birkeçidli tranzistorlar
KT120	Gücləndirici və impuls sxemlərində işləmə üçün
2T126	Gücləndiricilərdə və sabit cərəyan stabilizatorlarda
KT201	Aşağı tezlikli gücləndiricilərin işi üçün
KT205	Gücləndiricilərdə və impuls qurğularında
KT209	Gücləndiricilərdə və impuls qurğularında
KT214-9	Açar və xətti gücləndirmə qurğularında
KT301	Gücləndiricilərdə və generator qurğularında
ΓT305	Yüksək tezlikli güclənmə sxemlərində tətbiq üçün
ΓT308	Avtogeneratorlarda, güc gücləndiricilərində, impuls sxemlərində
ΓT309	Yüksək tezlikli güclənmə sxemlərində tətbiq üçün
ΓT311	Yüksək və İYT siqnalların gücləndirilməsi və dəyişdirici qurğular üçün
KT312	Gücləndirici, dəyişdirici və generator qurğularının işi üçün
ΓT313	Yüksək və ifrat yüksək tezlikli siqnalların gücləndirilməsi
KT313	Yüksək tezlikli gücləndiricilərdə və dəyişdirici sxemlərdə tətbiq üçün
KT315	Yüksək, aralıq və aşağı tezlikli gücləndirici sxemlərinin işi üçün
KT326	Yüksək tezlikli və ifratyüksək tezlikli gücləndirmə sxemlərində tətbiq üçün
KT331	Siqnalların gücləndirilməsi və generasiyası üçün
ΓT335	Dəyişdirici sxemlərdə istifadə üçün
KT336	Dəyişdirici və impuls sxemlərində işləmə üçün
KT340	Yüksək tezlikli dəyişdirici, impuls və gücləndirici sxemlər üçün
KT342	Geniş tezlik diapazonunda siqnalların gücləndirilməsi və generasiyası
KT343	Aşağı və yüksək tezlikli dəyişdirici, impuls və gücləndirici sxemlərində
KT347	Yüksək tezlikli dəyişdirici, impuls və gücləndirici sxemlərində

KT348	Aşağı və yüksək tezlikli dəyişdirici, impuls və gücləndirici sxemlərində
KT349	Yüksək tezlikli dəyişdirici, impuls və gücləndirici sxemlərində
KT357	Yüksək tezlikli siqnal dəyişdirici və gücləndirici sxemlərində
KT358	Gücləndirici və generator sxemlərində
KT360	Dəyişdirici və gücləndirici qurğularda tətbiq üçün dəyişdirici tranzistorlar
KT361	Yüksək tezlikli gücləndiricilərdə işləmə üçün
KT363	İYT siqnal dəyişdiricilərində və gücləndiricilərində
KT364	Dəyişdirici sxemlərində tətbiq üçün
KT366	İYT impuls, dəyişdirici və gücləndirici sxemlərində
KT379	Yüksək tezlikli dəyişdirmə və gücləndirmə sxemləri üçün
KT380	Yüksək tezlikli dəyişdirmə və gücləndirmə sxemləri üçün
KT381	Seçilmiş tranzistorlar cütü
KT384	Nanosaniyə diapazonlu impuls və dəyişdirici kaskadlar üçün
KT392	Yüksək tezlikli siqnalların gücləndirilməsi
KT396-9	İYT siqnalların gücləndirilməsi üçün
KT397	Yüksək tezlikli siqnalların gücləndirilməsi üçün
KT3102	YTG və generator sxemlərində tətbiq üçün 1kHs tezliyində normalaşdırılmış (10dB) küy səviyyəsinə malik olan tranzistorlar. İnvers rejimdə işləyə bilər
KT3107	Aşağı və yüksək tezlikli siqnalların gücləndirilməsi, generasiyası və dəyişdirilməsi üçün nəzərdə tutulan 1kHs tezliyində normalaşdırılmış küy səviyyəsinə (10dB) malik olan tranzistorlar
1T3110	İYT siqnalların gücləndirilməsi və generasiyası üçün tranzistor
KT3117	Yüksək tezlikli dəyişdirici (çevirici) tranzistorlar
2T3141-2	Az küy səviyyəli İYT qurğuları üçün
KT3142	Gücləndirici, çevirici və generator qurğuları üçün
2T3150-2	Yüksək tezlikli gücləndiricilərdə tətbiq üçün
2T3154-1	Gücləndirici və dəyişdirici (çevirici) qurğular üçün
2T3156-2	Gücləndirici qurğular üçün
KT3157	İmpuls sxemlərin üçün dəyişdirici açar tranzistorlar.
2T3158-2	İmpuls sxemləri üçün
2T3160-2	İmpuls sxemləri üçün
KT3168-9	Azküylü tranzistor ( 1QHs-də 3dB)
Orta güclü tranzistorların markaları və tətbiq sahələri	
ГТ402	ATG-lərin çıxış kaskadları üçün
ГТ405	ATG-lərin çıxış kaskadları üçün
KT501	Normalaşdırılmış gücləndirmə əmsalına malik olan ATG üçün, əməliyyat və diferensial gücləndiricilərdə, çeviricilərdə, impuls sxemlərində
KT502	Normalaşdırılmış gücləndirmə əmsalına malik olan ATG üçün, əməliyyat və diferensial gücləndiricilərdə, çeviricilərdə, impuls sxemlərində
KT503	Normalaşdırılmış gücləndirmə əmsalına malik olan ATG üçün, əməliyyat və diferensial gücləndiricilərdə, çeviricilərdə, impuls sxemlərində
KT603	İmpuls, dəyişdirici və yüksək tezlikli gücləndirici sxemlər üçün
ГТ612	İYT siqnallarının gücləndirilməsi və generasiyası üçün
KTC613	Yüksək sürətli impuls sxemləri üçün

ГТ614	Ümumi bazalı sxem üzrə qurulmuş generator sxeminin işi üçün
KT616	Dəyişdirici (çevirici) sxemlərdə istifadə üçün
KT624	İmpuls sxemləri üçün
KT625	Dəyişdirici (çevirici) tranzistorlar
KT630	Gücləndirici və impuls sxemləri üçün
KTC631	Dəyişdirici (çevirici) sxemlərdə istifadə üçün
2T632	Xətti geniş zolaqlı gücləndiricilərdə tətbiq üçün
2T637-2	Ümumi bazalı sxem üzrə qurulmuş generator və güc gücləndiriciləri üçün
2TC641	Qoşalaşmış p-n-p və n-p-n tranzistorları
2TC641	Qoşalaşmış p-n-p və n-p-n tranzistorları
2T652	Dəyişdirici və gücləndirici sxemlər üçün
2T665-91	Gücləndiricilərdə və dəyişdirici qurğularda tətbiq üçün
2T672-2	İmpuls sxemləri üçün
2T679-2	Gücləndiricilərdə və dəyişdirici qurğularda tətbiq üçün
KT680	Aşağı tezlik gücləndiriciləri üçün
KT681	Aşağı tezlik gücləndiriciləri üçün
2T693-C	İkinci elektrik qida mənbələrində tətbiq üçün 4 n-p-n tranzistorları
KT6115	Açar xətti sxemləri üçün tranzistor
KT6116	Böyük gərginlikli qida mənbələri sxemləri üçün
Böyük güclü tranzistorların markaları və tətbiq sahələri	
ГТ701	Aşağı tezlikli güc gücləndiricilərində, impuls və açar sxemlərində
ГТ705	Aşağı tezlikli güc gücləndiricilərində
KT801	Kadr və sətir açılışı sxemlərində, qida mənbələrində
KT812	Televizorların sətir açılışının çıxış kaskadları, yüksəkvoltlu çeviricilər üçün
KT814	ATG, əməliyyat və diferensial gücləndirici, çevirici və impuls sxemləri üçün
KT815	ATG, əməliyyat və diferensial gücləndirici, çevirici və impuls sxemləri üçün
KT816	ATG, əməliyyat və diferensial gücləndirici, çevirici və impuls sxemləri üçün
KT817	ATG, əməliyyat və diferensial gücləndirici, çevirici və impuls sxemləri üçün
KT818	ATG, əməliyyat və diferensial gücləndirici, çevirici və impuls sxemləri üçün
KT819	ATG, əməliyyat və diferensial gücləndirici, çevirici və impuls sxemləri üçün
KT825 KT825-2 KT827	ATG, impuls güc gücləndiriciləri, cərəyan və güv gücləndiriciləri, təkrarlayıcılar, dəyişdiricilər, elektron idarəetmə sxemləri, avtomatika və qoruyucu sxemlər üçün mürəkkəb tranzistorlar
KT829	ATG güc gücləndiriciləri, açar sxemləri üçün
KT837	ATG güc gücləndiriciləri, açar sxemləri üçün
KT840	ATG güc gücləndiriciləri, açar sxemləri üçün
KT8101	Yüksəkvoltlu tranzistor
KT8102	Yüksəkvoltlu tranzistor
KT8108	İkinci elektrik qida mənbələrində istifadə üçün
ГТ901	İmpuls və gücləndirici qurğuları üçün
KT902	Yüksək tezlikli güc gücləndiricilərində tətbiq üçün
KT903	Yüksək tezlikli generator və güc gücləndiricilərində tətbiq üçün
KT919	Güc gücləndiriciləri, 700-2400MHs diapazonun generator və tezlik vurucuları üçün

2T933	Genişzolaqlı güc gücləndiricilərində və avtogeneratorlarda tətbiq üçün
KT935	Açar və impuls sxemləri üçün
KT936	Genişzolaqlı güc gücləndiricilərində tətbiq üçün
KT948	0,7-2,3QHs tezliklərində ümumi bazalı güc gücləndiricilərinin, tezlik vurucularının və avtogeneratorların işi üçün
2T949	Xüsusi təyinatlı aparaturada açar və xətti sxemlərdə
2T9108-2	0,6-1,6QHs tezlik diapazonunda iş üçün
KT9143	Güc gücləndiricilərinin çıxış kaskadlarında tətbiq üçün
2T9158	REA-nın İYT gücləndirici kaskadlarında tətbiq üçün
KT9180	Xətti və açar sxemlərində tətbiq üçün
KT9181	Xətti və açar sxemlərinin işi üçün

Müxtəlif növ tranzistorların fotogörünüşü şəkil 4-də verilmişdir:



Şək. 4.

### 2.3. Tiristor və simistorlar

Tiristor yarımkeçirici açar elementi olub, üç əsas işçi vəziyyətlə: tətbiq olunan düz gərginliyi blokladığı bağlı, əks gərginliyi blokladığı cərəyan keçirmədiyi, əsas cərəyanı keçirdiyi açıq vəziyyəti ilə xarakterizə edilən cihazdır. Tiristorların bağlı vəziyyətdən açıq vəziyyətə keçməsi zamanı qoşma və ayırma keçid prosesləri baş verir. Üç elektrodlu olan tiristor, həm də simistor, idarə elektroduna verilən idarəetmə impulsu köməyi ilə qoşulur (işə salınır), iki elektrodlu olan dinistorlarda isə qoşulma tətbiq olunan düz gərginliyin uyğun qiymətində baş verir.

**Д235А, Д235Б, Д235В, Д235Г tipli tiristorlar.**

Bağlanmayan tiristorlar qrupuna aid olub, silisumlu diffuziya-ərintili p-n-p-n struktura malikdirlər. Bu tip tiristorların açılması idarəetmə impulsu ilə bağlanması isə ya anod cərəyanının qısa müddətli kəsilməsi, ya da anoda əks

gərginliyin tətbiq olunması ilə təmin edilir. Orta güclü dəyişdirici element qismində tətbiq üçün nəzərdə tutulublar. Sərt çıxışlara malik olan dəmir korpusda buraxılırlar. Kütləsi 6,5q.

#### **Əsas elektrik parametrləri:**

- 1) Açıq vəziyyətdə  $I_{a\check{c}} = 2 \text{ A}$ ,  $I_{idar\check{e}} = 50 \text{ mA}$  və  $T_{\check{a}tr.} = +25^{\circ}\text{C}$  olduqda - 2V;
- 2) Açıq impuls idarəetmə gərginliyi - 5V;
- 3) Bağlı vəziyyətdə düz sabit cərəyan - 2mA;
- 4) Sabit əks cərəyan  $U_{\check{a}ks} = U_{\check{a}ks.max}$  olduqda - 2mA;

#### **İstismar parametrlərinin hüdud qiymətləri**

- İdarəetmə impulsunun maksimal əks gərginliyi - 1V;  
Bağlı vəziyyətdə maksimal sabit gərginlik - 100V;  
Açıq vəziyyətdə maksimal sabit cərəyan - 2A;  
Açıq vəziyyətdə maksimal impuls cərəyanı - 10A;  
Orta səpələnmə gücü - 4Vt;  
Ətraf mühitin temperaturu -  $-60....+70^{\circ}\text{C}$

#### **KY101A, KY101B, KY101Г, KY101E tipli tiristorlar.**

Az güclü dəyişdirici (çevirici açar) element qismində tətbiq üçün nəzərdə tutulublar. Elastik çıxışlara malik olan metallikşüşə hermetik korpusda buraxılırlar. Kütləsi 2,5q.

#### **İstismar parametrlərinin hüdud qiymətləri**

- İdarəetmə impulsunun maksimal əks gərginliyi - 1V;  
Bağlı vəziyyətdə maksimal sabit gərginlik - 100V;  
Açıq vəziyyətdə maksimal sabit cərəyan - 75mA;  
İdarəetmə elektrodunda sabit cərəyan - 15ma  
Açıq vəziyyətdə maksimal impuls cərəyanı - 0,5A;  
Orta səpələnmə gücü - 200mVt;  
Ətraf mühitin temperaturu -  $-60....+70^{\circ}\text{C}$

#### **KY202A, KY202B, KY202B, KY202Г, KY202Д, KY202E, KY202Ж, KY202И, KY202K, KY202Л, KY202M, KY202H**

Böyük güclü dəyişdirici element qismində tətbiq üçün nəzərdə tutulublar. Sərt çıxışlara malik olan dəmir korpusda buraxılırlar. Kütləsi 25q.

#### **İstismar parametrlərinin hüdud qiymətləri**

- Sabit və ya orta cərəyan - 10A;  
İdarəedici elektrodun düz cərəyanı – 300mA  
Trinistorun düz (bağlı vəziyyətdə) və əks gərginliyi, V:  
KY202A, KY202B üçün - 25  
KY202B, KY202Г üçün - 50  
KY202Д, KY202E üçün - 100  
KY202Ж, KY202И üçün - 200  
KY202K, KY202Л üçün - 300  
KY202M, KY202H üçün - 400

Müxtəlif markalı və müxtəlif parametrlərə hesablanmış tiristorların nümunələrinin fotogörünüşü şəkil 5-də verilmişdir.



Şək. 5. Müxtəlif markalı tiristorların fotogörünüşü

## 2.4. Analox mikrosxemləri

Mikrosxemlər iki qrupa bölünür: analox və rəqəm mikrosxemləri. Analox mikrosxemləri analox siqnallarla, rəqəm mikrosxemləri isə uyğun olaraq, rəqəm siqnalları ilə işləyirlər.

Analox mikrosxemləri elektron qurğularında ilkin vericilərdən götürülən siqnalların tələb olunan səviyyəyə qədər gücləndirilməsi, məntiq səviyyələrinə çevrilməsi və s. üçün istifadə olunur.

**2.4.1. Siqnal gücləndiriciləri.** Analox mikrosxemlər içərisində siqnal gücləndiriciləri əsas yerlərdən birini tuturlar. Siqnal gücləndiriciləri, onların təyinatı və tətbiq sahələri ilə əlaqəli olan parametrləri, funksional sxemləri, gücləndirilən siqnalların xarakteri və bir çox digər xassələri ilə fərqləndirilir. Gücləndirici tiplərinin çox müxtəlifliyinə baxmayaraq, siqnal gücləndiricilərinin təsnifat olunduğu bir neçə ümumi əlamətləri var. Hal-hazırda siqnal gücləndiricilərinin əsasən, təsnifat əlamətləri aşağıdakılardır: gücləndirilən siqnalların xarakteri; işçi tezlik diapazonu; gücləndiricinin sxeminin strukturu; təyinatı və tətbiq sahəsi.

Gücləndirilən siqnalların xarakterinə görə gücləndiriciləri iki böyük qrupa bölürlər:

1. Kəsilməz siqnalların telefon və radioyayım, kəsilməz proseslərin telemetriyası, səs yazılması və səsləndirilməsi və s. siqnallarının gücləndiriciləri;
2. Amplitudası diskret qiymətlər alan, yaxud, amplitudu siqnalın uzunluğuna nəzərən sürətlə dəyişən diskret (impuls) siqnallar gücləndiriciləri. Belə siqnallara İQ- və radioidarətmə siqnalları, teleqraf, radiolokasiya və radionaviqasiya siqnalları, həmçinin, rəqəm kodları aiddirlər.

Tezlik diapazonuna görə aşağıdakı qruplara bölünürlər:

- sabit cərəyan gücləndiriciləri;
- səs (ton) tezlikli siqnallarının gücləndiriciləri;
- yüksək tezlikli gücləndiricilər;
- genişzolaqlı gücləndiricilər.

Ən geniş tətbiq olunan siqnal gücləndiricilərinin nümunələri cədvəl 9 – da verilmişdir.

Cədvəl 9

İMS-in tipi	İMS-in təyinatı	Əsas parametrləri								Yuxarı tezliyi, MHs	Qida mənbə-n gərginliyi, V
		Tələb etdiyi cərəyan, mA	Gücləndirmə əmsalı	Giriş cərə-yanı, mA	Sinfaz mane. zəifl. əmsalı	Giriş müqə- viməti, kOm	Çıxış gərginliyi, V	Qeyri xətti təhrif əmsalı, %			
K118YD1	Diferensial gücləndirici	1,8	15	10	60	6	4	5	1	6,3	
K118YH1	Sabit cərə- yan güclən.	5,5	250	-	-	2	3,8	5	5	12	
K118YH2	Kaskod gücləndirici	2	25	-	-	1	3,8	5	5	6,3	
K148YH1	Güc güclən- diricisi (GG)	25	200	-	-	-	-	2,5	0,02	12	
K148YH2	GG	10	30	-	-	-	-	10	0,02	9	
K171YB1	Genişzolaqlı gücləndirici	20	7	-	3	-	-	-	-	6	
K171YB2	Video- gücləndirici	25	40	-	3	-	0,03	-	-	±6	
K171YP1	Aral. Tezl. Gü- c-lən- dir. (Ar. TG)	7	16	-	3	-	1,2	-	-	±6	
K174YH3	Aşağı Tezl. Güc. (Aş. TG)	6	1,4· 10 <sup>3</sup>	-	-	10	-	1,2	-	6	
K174YH4	GG	10	40	-	-	10	-	2	10 <sup>-3</sup>	9	
K174YH5	GG	30	120	-	-	10	-	1	0,02	12	
K174YH7	GG	15	-	-	-	50	-	-	0,02	12	
K174YH8	GG	15	40	-	-	10	5,5	10	0,02	12	
K174YH9	Aş. TG	30	-	-	-	-	-	2	-	18	
K174YH10	İkikaskadlı Güclən-si	40	15	-	-	-	3,9	0,5	-	15	
K174YH11	GG	100	-	-	-	-	0,6	1	-	15	
K174YP1	Gücl. məhd.	20	-	-	-	-	5	2	6,5	12	
K174YP2	Ar. TG	50	-	-	-	-	-	-	35	12	
K174YP3	Ar. TG	12	-	-	-	3,9	4,2	2	15	6	
K175YB1	Genişzolaqlı gücləndirici	4	10	-	-	1	-	10	-	6,3	
K175YB2	Difer. Geniş- zolaqlı gücl.	3,5	12	-	60	1	3,5	-	5,5	6,3	
K175YB3	Difer. Geniş- zolaqlı gücl.	2	-	-	-	0,75	-	-	3	6	
K175YB4	Difer. Gücl.	3	-	-	60	-	2	-	150	6	
K224YH2	Aş. TG	20	5	-	-	-	2	3	-	9	
K224YH3	Aş. TG	5	-	-	-	-	-	3	-	9	
K224YH4	Aş. TG	5,5	140	-	-	-	-	-	-	9	
K224YP1	Kaskod gücl.	8	-	-	-	-	6	-	-	12	

K224YP2	Səs Ar.TG	15	-	-	-	-	13	-	-	12
K224YP3	Təsv. Ar.TG	25	-	-	-	-	7	-	-	12
K224YP4	Səs Ar.TG	15	-	-	-	-	13	-	-	12
K265YB1	Univ. Güc.	4	-	-	-	400	1,6	-	-	6,3
K265YB2	Tənziml. Gücl.	3,6	-	-	-	-	1,7	-	-	6,3
K265YB3	Kaskod Güc.	4,6	-	-	-	400	1,4	-	-	6,3
K265YB4	Balans Gücl.	3	-	-	-	400	4	-	-	6,3
K265YB5	Univer. Güc.	4	-	-	-	400	-	-	-	6,3
K265YB6	Kaskod Güc.	3,9	-	-	-	400	-	-	-	6,3
K265YB7	Genişzol.Güc.	13	11	-	-	-	-	-	-	12,6
K538 YH1	Univer. Gücl.	8	100	-	62	50	3	0,05	10	15; 6
K538 YH5	Univer. Gücl.	5	300	-	-	-	-	-	-	15;6
K538 YH1	2-kanal. Güc.	15	2·10 <sup>5</sup>	-	-	-	3	0,05	20	18

Diferensial gücləndiricilər məsələn, K118YД1, K175 YB3, K175 YB3 qəbuledici aparaturada, o cümlədən avasiya bort və yerüstü avadanlıqlarda tezlik diapazonlarından asılı olaraq, yüksək tezlik gücləndiricilərində, qarışdırıcılarda, heterodinlərdə, məhdudlayıcılarda, aralıq gücləndiricilərdə, amplitud modulyasiyalı və tezlik modulyasiyalı siqnalların detektorlarında zəif siqnalları mövcud olan güclü maneə siqnallarının fonunda gücləndirmək üçün istifadə olunur.

Güclü inteqral aşağı tezlik gücləndiriciləri (ATG) qoşulma variantından asılı olaraq, aralıq, sonuncudan qabaq və çıxış kasakdları, yaxud, güc gücləndiriciləri kimi tətbiq oluna bilər. K174 seriyalı İMS-lər və onların analoqları ATG gücləndiriciləri və bəzi markaları güc gücləndiricisi kimi nəşərdə tutulmuşdur. Məsələn, K174 YH7 markalı mikrosxem çıxış gücü 4,5Vt-a qədər olan güc gücləndiricisidir.

K538 və K548 markalı mikrosxemlər və onların analoqları azküylü gücləndiricilər olub, qəbuledicigücləndirici qurğularda ilkin gücləndiricilər kimi tətbiq olunurlar, çünki güc gücləndirici İMS-lərin gücləndirmə əmsalı kifayət qədər deyil, həm də məxsusi küyləri nisbətən çoxdur.

#### **2.4.2. Əməliyyat gücləndiriciləri, növləri və tətbiq sahələri.**

Hal-hazırda dünyada yüzdən çox adda inteqral əməliyyat gücləndiriciləri buraxılır. Bütün bu müxtəlif növ mikrosxemləri ümumi texnologiyasına və



sxemotexnikasına, dəqiqlik, dinamik, yaxud istismar xarakteristikalarına görə qruplara bölürlər.

Daxili sxemotexnikasına görə əməliyyat gücləndiricilərini *bipolyar*, *bipolyar-sahə* və *KMOY tranzistorlulara* bölmək olar. Bipolyar-sahə ƏG-lərdə p-n-keçidli sahə tranzistorları, yaxud MOY-tranzistorları ƏG-nin girişində diferensial kaskadda istifadə olunurlar və bu hesaba yüksək giriş müqaviməti və az giriş cərəyanları təmin olunur. Məsələn, K140YD8, K544YD2 və s. tipli ƏG-lərdə.

ƏG-lərin böyük hissəsini *ümumi təyinatlı gücləndiricilər təşkil edir*. Bu gücləndiricilər orta sürət və dəqiqliyə, az çıxış gücünə malik olub nisbətən ucuzdurlar. Əsas parametrləri:  $K_U = 20\ 000 - 200\ 000$ ;  $U_{cm} = 0,1 - 20\ mV$ ;  $f_T = 0,1 - 10\ MHz$  təşkil edir. Bu mikrosxemlərə K140 YD1, K140 YD2, K140 YD5, K140 YD6, K140 YD8, K153 YD5, K153 YD6 kimi əməliyyat gücləndiriciləri və onların xarici analoqu olan LF411 seriyalı mikrosxemlər aiddirlər.

*Yüksəksürətli əməliyyat gücləndiriciləri* orta dəqiqlik parametrlərində yüksək dinamik xarakteristikalara malikdirlər: sərhəd tezliyi –  $f_s = 20-1000MHz$ , çıxış gərginliyinin artma sürəti  $-10-1000V/mks$  təşkil edir. ƏG-lərin sürətini iki səbəb məhdudlaşdırır. 1-ci, diferensial kaskada nisbətən aşağı tezlikli olan bipolyar tranzistorlar daxil olur. 2-ci, artma sürəti korreksiyaedici kondensatorun yüklənmə sürəti ilə məhdudlanmaya görə baş verir. Birinci faktor aradan qaldırmaq üçün giriş kaskadında yüksəksürətli p-kanallı sahə tranzistorları istifadə edilir. İkinci faktor aradan qaldırmaq üçün isə kondensatorun yüklənməsini sürətləndirmək üçün ya diferensial kaskadın cərəyanını artırmaq, ya da kondensatorun tutumunu azaltmaq lazım gəlir. Birinci halda ƏG-nin tələb etdiyi cərəyan artır, ikinci halda onun dayanıqlığı pisləşir. Ona görə də bu halda əlavə tədbirlər görmək lazım gəlir. Bu qrup ƏG-lərə K140YD10, K574YD1, K574YD2, K574YD3, K154YD2 mikrosxemləri və onların OPA634 tipli xarici analoqları aiddirlər.

*Presizion (çox dəqiq) gücləndiricilər* qrupuna daxil olan ƏG-lər yüksək diferensial gərginliyə görə gücləndirmə əmsalına, az sıfır sürüşməsinə və az giriş cərəyanlarına malik olurlar.

Gücləndirmə əmsalının artırılması gərginliyə görə gücləndirmə kaskadlarının təkmilləşdirilməsi, yaxud üçkaskadlı sxemin tətbiq olunması hesabına mümkün olur (məsələn, K551YD1), bu isə tezlik korreksiyasını çətinləşdirir. Sıfır sürüşməsinə radikal olaraq azaltmaq üçün modulyasiya-demodulyasiya (məsələn, K140YD13), yaxud periodik olaraq dreyfin kompensasiya edilməsi (kəsmə yolu ilə) tətbiq olunur. Bu tip ƏG-lərə K140 YD14, K140 YD17, K140 YD20, , MAX400M, OPA227 (kəsmə olmadan) və

ICL7652, 140YD24, MAX430 (kəsmə yolu ilə) tipli mikrosxemləri aid etmək olar.

*Mikrogüclü gücləndiricilər* az enerji tələb edən mikrosxemlər kimi öz qidalanmasını qalvanik, yaxud akkumulyator batareyalarından alan cihazlarda istifadə olunurlar. Belə mikrosxemlər çox az cərəyan tələb edirlər. Məsələn, K140YD12 və onun xarici analoqu olan MAX406 tipli mikrosxemlər 1-2mA cərəyan tələb edirlər. Belə mikrosxemlər, digərlərindən fərqli olaraq minimal  $\pm 1,5V$  gərginliklə qidalanmaqla işləyə bilirlər. Qeyd etmək lazımdır ki, prezision K140 YD14 və buna oxşar ƏG-lər də bir sıra parametrlərinə görə həm də mikrogüclü ƏG-lərə aid edilə bilirlər. Belə ki, bu mikrosxemlər minimal  $\pm 2,5V$  gərginlikdən işləyə bilər və bu zaman tələb etdiyi cərəyan onlarla mA təşkil edir.

Az enerji tələbatı və sürət göstəriciləri arasında bir kompromis əldə etmək üçün çox vaxt bu mikrosxemləri proqramlanan şəkildə hazırlayırlar. Proqramlanan ƏG-lər, əlavə olaraq kənar rezistor vasitəsilə qida mənbəyinin qütblərilə birləşmək üçün nəzərdə tutulan xüsusi çıxışa malik olurlar. Bu rezistorun müqaviməti artırıldıqda cərəyan tələbatı azalır, sürət isə pisləşir, azaldıldıqda isə əksinə.

Az güclü mikrosxemlərin bəziləri hətta daha aşağı gərginliklərdən işləyə bilirlər. Məsələn, MAX480 tipli ƏG  $\pm 0,8V$ -dan  $\pm 18V$ -a qədər gərginliklərdə işləyə bilər və bu zaman tələb etdiyi cərəyan 15mA-dan çox olmur.

Bəzi hallarda birqütblü mənbələrdən daxil olan siqnalları gücləndirmək üçün ya bir qütblü qida mənbəyindən ƏG üçün süni iki qütblü gərginlik almaq tələb olunur, ya da xüsusi növ ƏG-lərin istifadə olunmasına ehtiyac olur. Süni ikiqütblü gərginlik sxemlərində böyük dəqiqliklər təmin etmək olmur. Ona görə də birqütblü qida gərginliyindən işləyən ƏG-lərin tətbiq olunması xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Məsələn, MAX495 tipli ƏG 1,8V qida mənbəyindən işləyərək 150 mA, LMV321 tipli ƏG isə 145 mA cərəyan tələb edirlər.

Bir çox firmalar çoxkanallı gücləndiricilərin – ƏG-lərin buraxılmasına da xüsusi yer verir. Çoxkanallı gücləndiricilərdə bir kristalda iki, üç, yaxud dörd eynitipli ƏG olur. Məsələn, K140YD20 tipli mikrosxemdə iki eynitipli ƏG var. MAX406/407/409 və OPA227/2227/4227 mikrosxemlərində uyğun olaraq bir, iki və dörd eynitipli gücləndirici var.

Güclü və yüksək voltlu əməliyyat gücləndiriciləri. ƏG-lərin əksəriyyəti  $\pm 15V$ -a qədər hesablanmışdır. Bəzilərinə qida gərginliyi  $\pm 22V$ -a qədər yol verilə bilər. Bu isə bəzi fiziki və bioloji tədqiqatlarda idarəetmə üçün, məsələn, piezoelektrik çeviricilər üçün kifayət etmir. Ona görə də sənayedə 100V-a qədər gərginliklərə tab gətirən ƏG-lər buraxılır. Hətta 170 – 200V gərginliklərə tab gətirən və çıxışında 15A cərəyan təmin edə bilən ƏG-lər mövcuddur.

Ümumi təyinatlı ƏG-lər çıxışında 5mA-rə qədər cərəyanlar yol verə bilər. Güclü yükləri idarə etmək üçün güclü ƏG-lər tətbiq olunur. Güclü ƏG-lərə çıxışında 500mA-dan çox cərəyana yol verə bilən ƏG-ləri aid edirlər. Güclü inteqral ƏG-lərə misal çıxış cərəyanı 10A olub 90Vt-a qədər güc səpələyə bilən LM12 markalı ƏG-ni göstərmək olar. Apex Mikrotechnology firması 100A cərəyanda yükə 2000Vt güc verə bilən ifratgüclü hibrid PA30 markalı ƏG-lərini buraxır. Hal-hazırda Apex SA08 şirkətinin buraxdığı mikrosxemlər 98% f.i.ə. ilə 22kHs eninə impuls modulyasiyasında 500V işçi gərginlikdə, 20A çıxış cərəyanında yükə 10kVt güc təmin edə bilər.

Ən geniş tətbiq olunan əməliyyat gücləndiricilərin markaları və parametrləri cədvəl 10-da verilmişdir.

Cədvəl 10

Əməliyyat Gücləndiricisinin tipi	Əsas parametrləri										
	Qida mənbəyinin vəziyyəti	Tələb etdiyi cərəyan, mA	Gücləndirmə əmsalı	Sinfaz mane- ələrin zəiflə- dirməsi	Sıfır sürüş- məsi gərgin- liyi	Giriş müqə- vimi, kOm	Giriş cərəyanı, mA	Çıxış gərginliyi, V	Vahid güc-li tezliyi, MHz	Çıxış gərgin- liyinin artma sürəti V/ms	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
K140УД1	A	±6,3	4,2	(9..40) ×10 <sup>2</sup>	60	7	4	10 <sup>3</sup>	±3	5	0,2
	B	±12,6	8	(2...10) ×10 <sup>3</sup>				8· 10 <sup>3</sup>	±6		0,5
K140УД7		±15	2,8	5·10 <sup>4</sup>	70	4	400	200	±11, 5	0,5	10
K140УД8		±15	3	5·10 <sup>4</sup>	70	50	10 <sup>5</sup>	0,1	±10	1	2
K140УД11		±15	8	25·10 <sup>3</sup>	70	10	5·10 <sup>4</sup>	250	±12	15	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
K140УД12	±1,8/ 18	0,02	5·10 <sup>4</sup> / 10 <sup>3</sup>	70	5	5·10 <sup>3</sup> / 5·10 <sup>4</sup>	7,5/ 50	±2/ ±10	1	0,03/ 0,8	
K140УД13	±15	2	0,01	90	50	5·10 <sup>4</sup>	0,5	±1	10 <sup>-2</sup>	-	
K140УД14	±15	0,6	25·10 <sup>3</sup>	70	2	3·10 <sup>4</sup>	2	±13	0,5	0,2	
K140УД17	±15	3,5	5·10 <sup>8</sup>	160	20	10 <sup>3</sup>	0,15	±13	3	2,5	
K153УД1	±15	6	2·10 <sup>4</sup>	65	5	100	600	±10	1	0,06	
K153УД2	±15	3	2·10 <sup>4</sup>	70	0,5	300	500	±11	1	0,5	
K153УД3	±15	3,6	3·10 <sup>4</sup>	80	2	300	200	±10	1	0,2	
K153УД4	±6	0,8	2·10 <sup>4</sup>	70	5	200	400	±4	1	0,1	
K153УД5	±15	2		94	2,5	10 <sup>3</sup>	125	±10	0,1	5·10 <sup>-3</sup>	

				12·10 <sup>4</sup>							
K153YД6	±15	3	5·10 <sup>4</sup>	80	2	≥10 <sup>4</sup>	75	±10	0,7	0,5	
K154YД1	±15	0,12	2·10 <sup>6</sup>	80	3	≥10 <sup>4</sup>	20	±12	-	10	
K154YД2	±15	6	10 <sup>6</sup>	80	2	≥10 <sup>4</sup>	100	±10	25	150	
K157YД1	±15	9	5·10 <sup>4</sup>	70	5	≥10 <sup>4</sup>	500	±12	0,5	0,5	
K157YД2	±15	7	5·10 <sup>4</sup>	70	10	≥10 <sup>4</sup>	500	±13	1	0,5	
K284YД2	±6	13	5·10 <sup>3</sup>	40	20	2·10 <sup>3</sup>	100	±2	0,04	-	
K544YД1	A	±15	3,5	5·10 <sup>4</sup>	64	305	10 <sup>4</sup>	0,5/1	±10	1	2
	B			2·10 <sup>4</sup>		0					
K544YД2	A	±15	7	2·10 <sup>4</sup>	70	30/	≥10 <sup>4</sup>	0,1/	±10	15	20
	B			10 <sup>4</sup>		50		0,5			
K551YД1	A	±15	5	5·10 <sup>5</sup>	100/	1,5/	≥10 <sup>4</sup>	100/	±10	-	-
	B				94	2,5		125			
K551YД2	A	±15	10	2,5·10 <sup>5</sup>	70	5	≥10 <sup>4</sup>	2·10 <sup>3</sup>	±10	-	-
	B			5·10 <sup>3</sup>							
K553YД1	A	±15	6		65/	7,5/	100	1,5·	±10	1	0,2
	B			15·10 <sup>3</sup>	80	2		10 <sup>3</sup>			
K553YД2	A							/200			
	B		3,6								
K553YД3	±15	6	2·10 <sup>4</sup>	70	7.5	300	2·10 <sup>3</sup>	±10	1	0,5	
K553YД3	±15	3	3·10 <sup>4</sup>	80	2	600	200	±10	1	0,2	
K574YД1	±15	5,5	150	80	20	10 <sup>9</sup>	0,5	±10	13	90	
K816YД1	A	±15	5	10 <sup>3</sup>	80	0,5	0,9	300	±10	3	2
	B										
МП816YД5	A	±15	10	5·10 <sup>5</sup>	70	2	≥10 <sup>4</sup>	≤0,1	±13	20	20
	B			5·10 <sup>4</sup>							
KP1408YД2	±15	2,6	5·10 <sup>4</sup>	70	5	400	200	±11,	0,8	0,3	

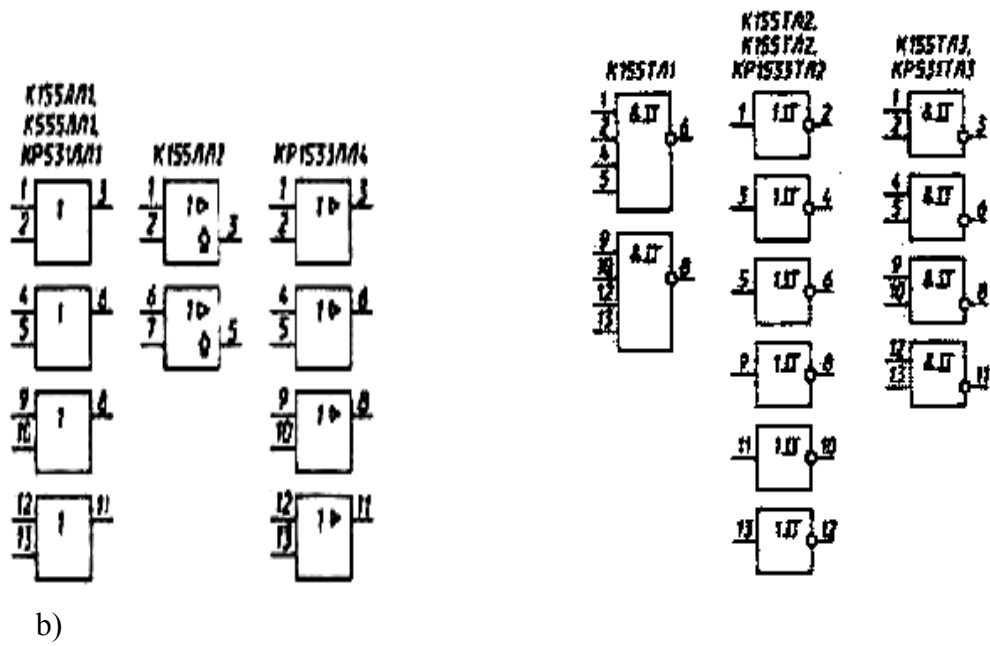
5

## 2.5. Rəqəm mikrosxəmləri

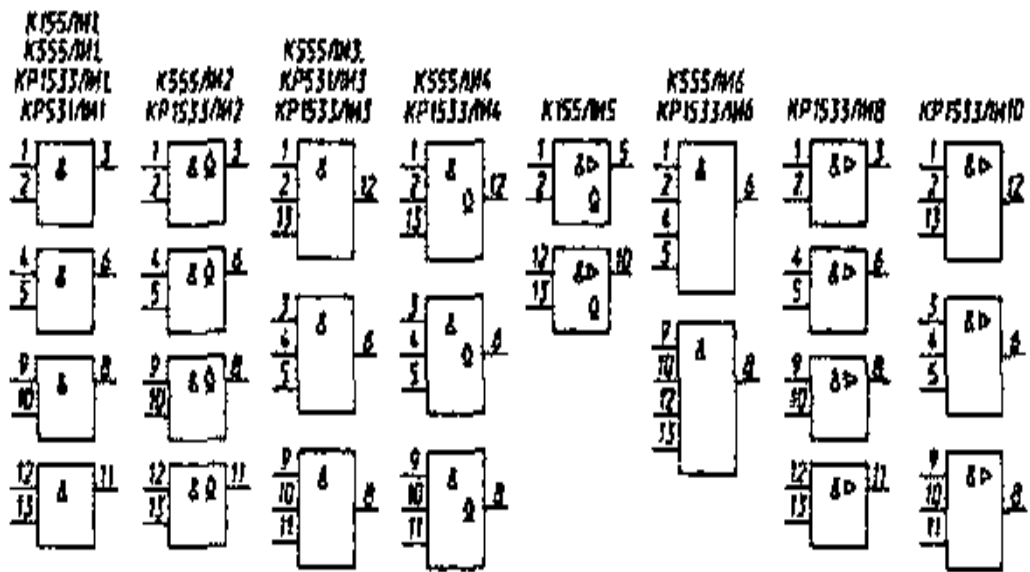
Ən geniş tətbiq olunan rəqəm qurğuları: məntiq elementləri, triggerlər, sayğaclar, registrlər, şifratorlar, deşifratorlar, multipleksorlar, komparatorlar, DYQ və SYQ-lərdir. Ona görə də əlavələrdə bu qurğuların seriyalarına və qoşulma sxemlərinə nümunələr verilmişdir.

### 2.5.1. Geniş tətbiq olunan TTM, TTMS və KMOY strukturlu integral sxemlər

Əsas məntiq elementlərinə misal olaraq TTM və TTMS strukturlu, K155 və K555 seriyalı mikrosxəmlər və onların analoqları şəkil 12-15-də göstərilmişdir. Şəkil 12-də “YAXUD” və Şmidt triggeri, 13-də “VƏ”, 14-də “YOX”, 15-də isə “VƏ-YOX” elementləri verilmişdir

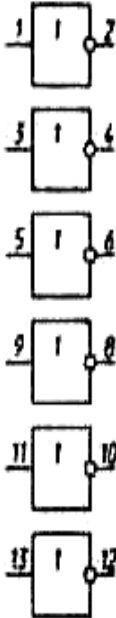


Şək.12. TTM və TTMS strukturlu: a) “YAXUD” elementləri; b)Şmidt triggerləri

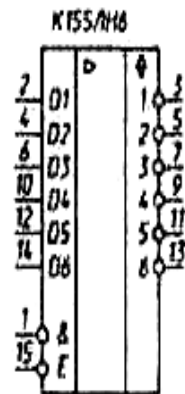
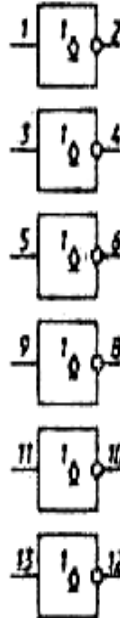


Şək.13. TTM və TTMS strukturlu “VƏ” məntiq elementləri

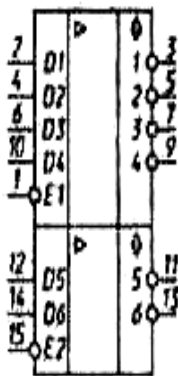
K155/AM1,  
K555/AM1,  
KP1533/AM1,  
KP531/AM1



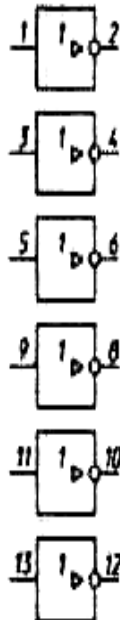
K155/AM2,  
K555/AM2,  
KP1533/AM2,  
KP531/AM2,  
K155/AM3,  
K555/AM5



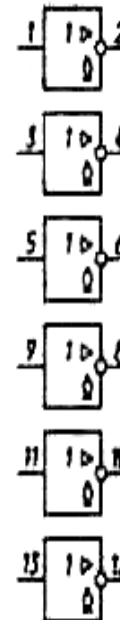
KP1533/AM7



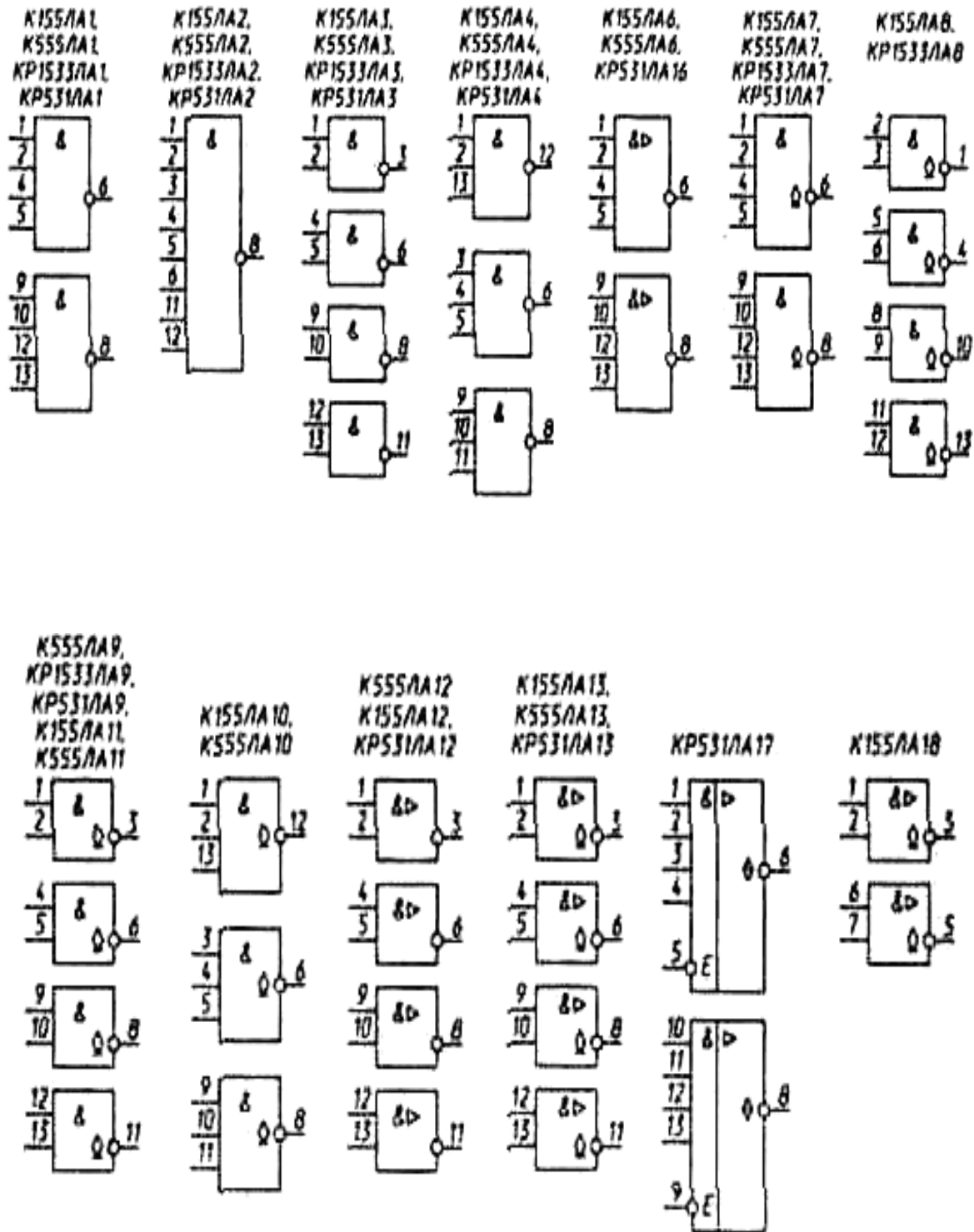
KP1533/AM8



KP1533/AM10

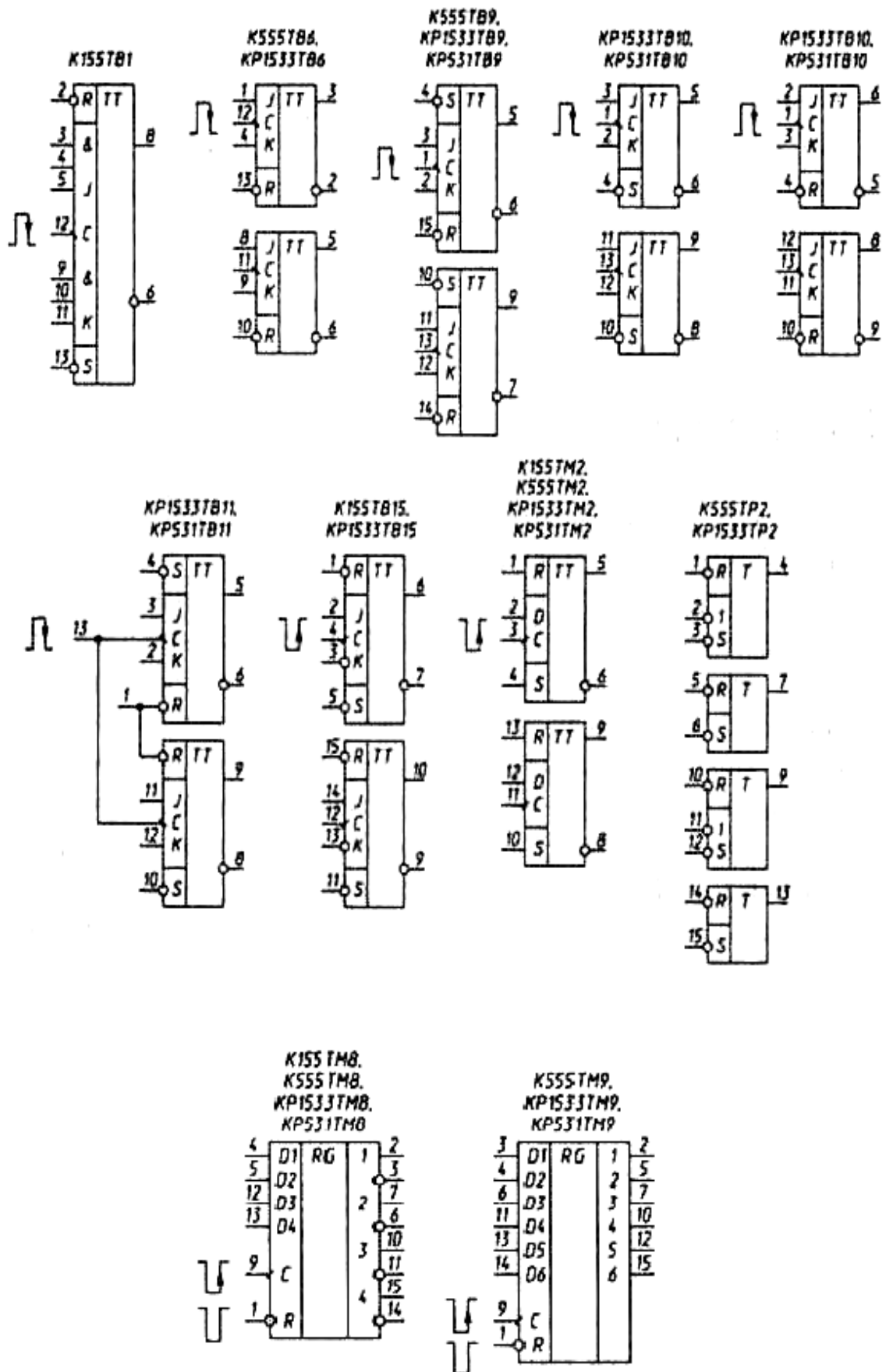


Şək.14. TTM və TTMS strukturlu “YOX” məntiq elementləri



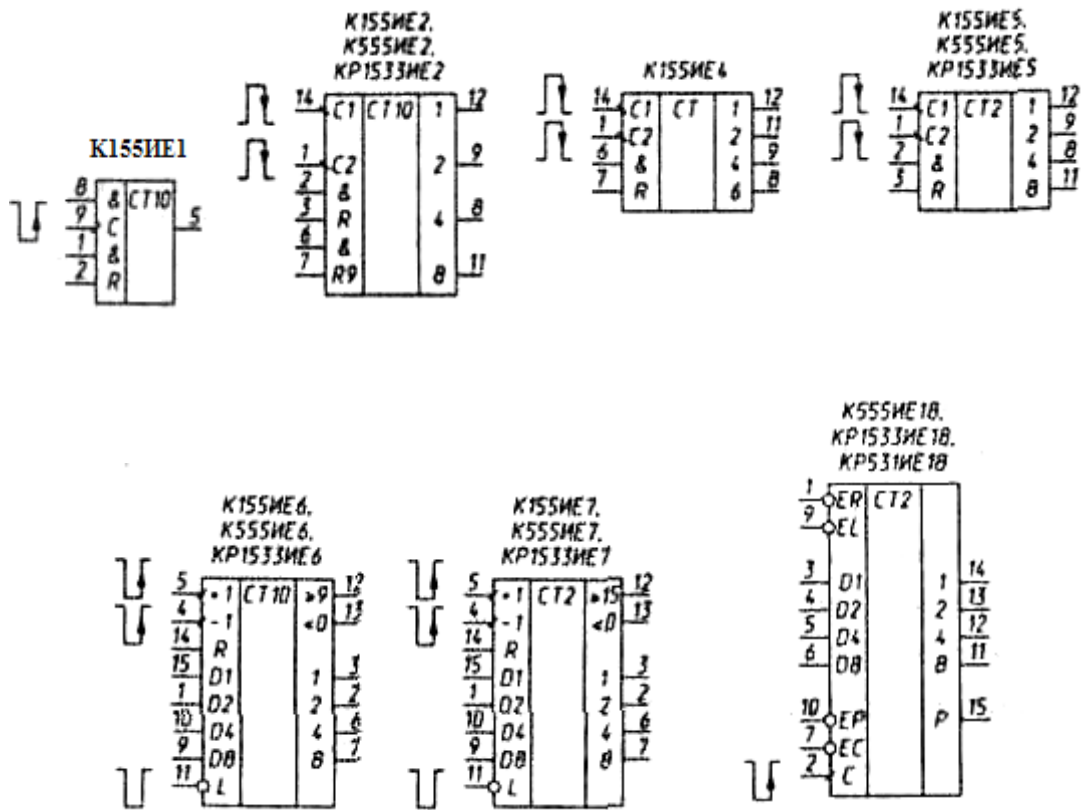
Şək.15. TTM və TTMS strukturlu 2-,3- və daha çox girişli “VƏ-YOX” elementləri

Şəkil 16-da TTM və TTMS strukturlu geniş tətbiq olunan triggerlər, şəkil 17-də sayğaclar, şəkil 18-də registrlər, şəkil 19-da deşifratörler verilmişdir.

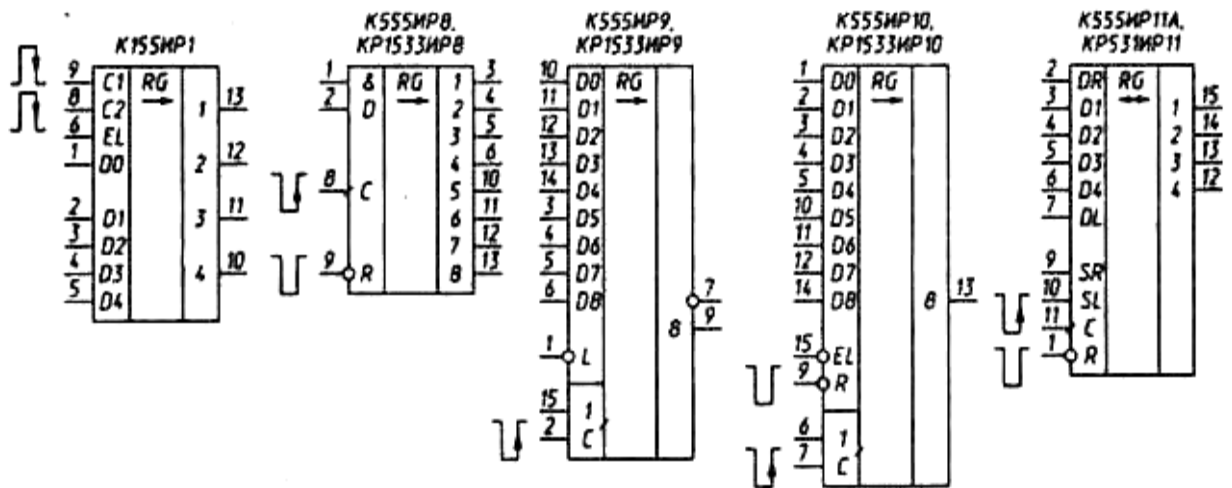


Şək. 16. TTM və TTMŞ strukturlu triggerlər: RS-, universal D- və JK-triggerlər

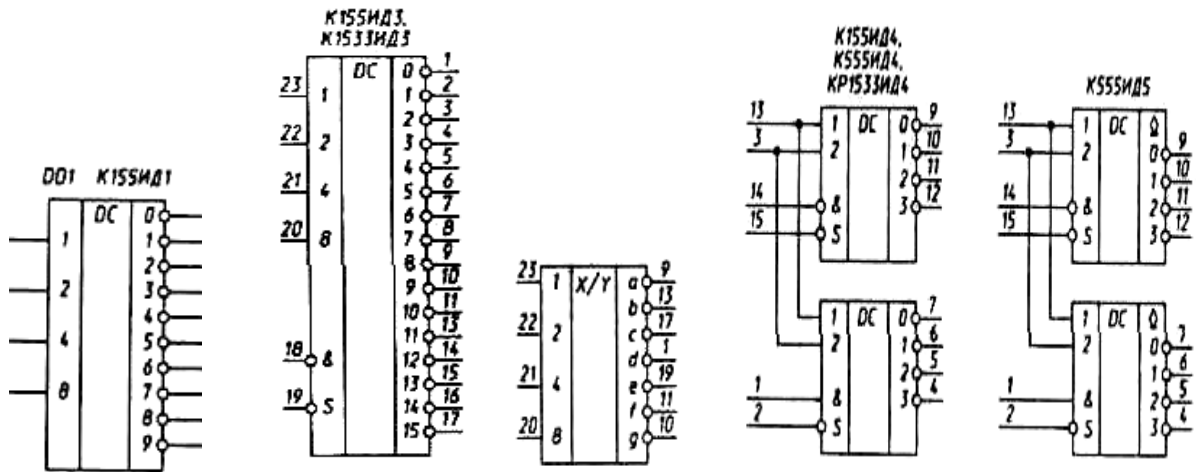




Şək. 17. TTM və TTMŞ strukturlu sayğaclar: ikilik-onluq, ikilik və reversiv sayğaclar.

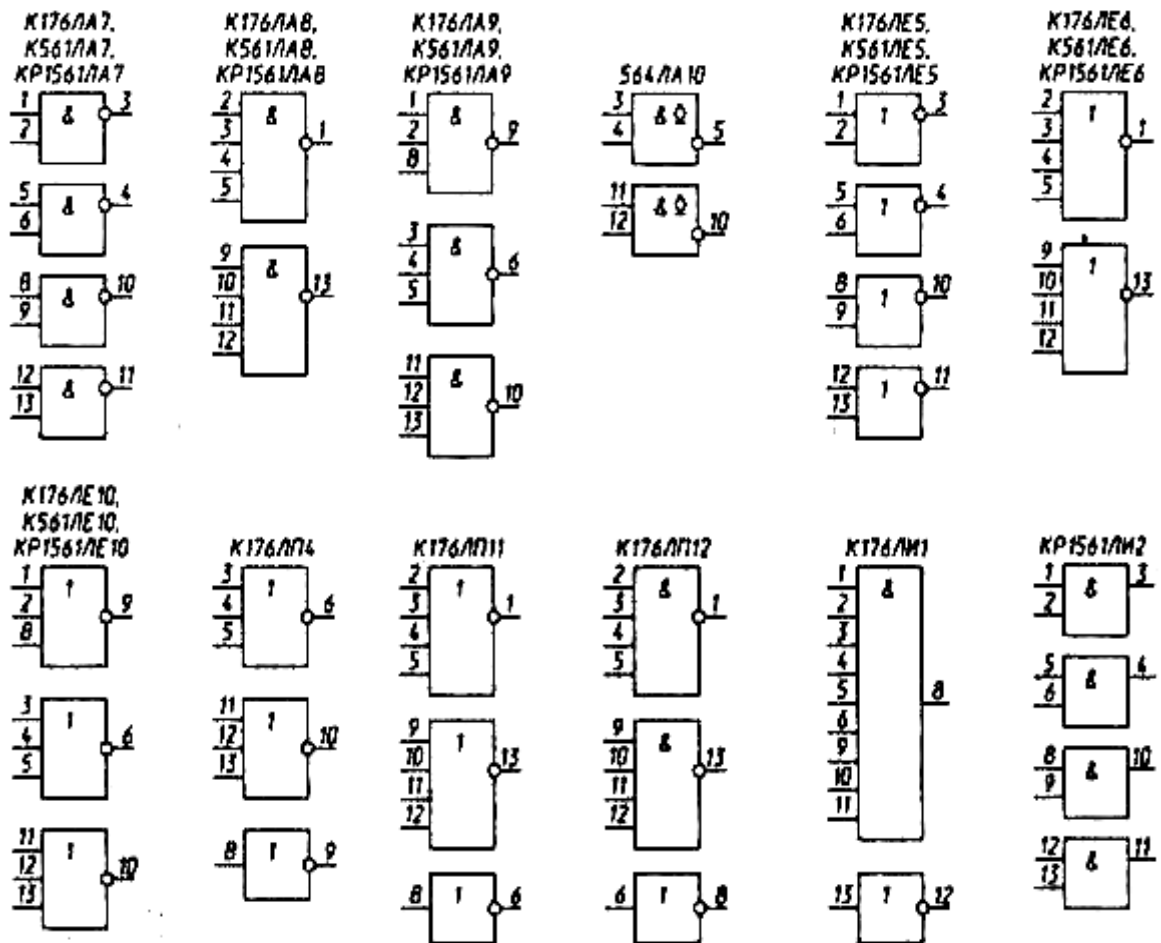


Şək. 18. TTM və TTMŞ strukturlu şüruşdüruu registr mikroşxemlru



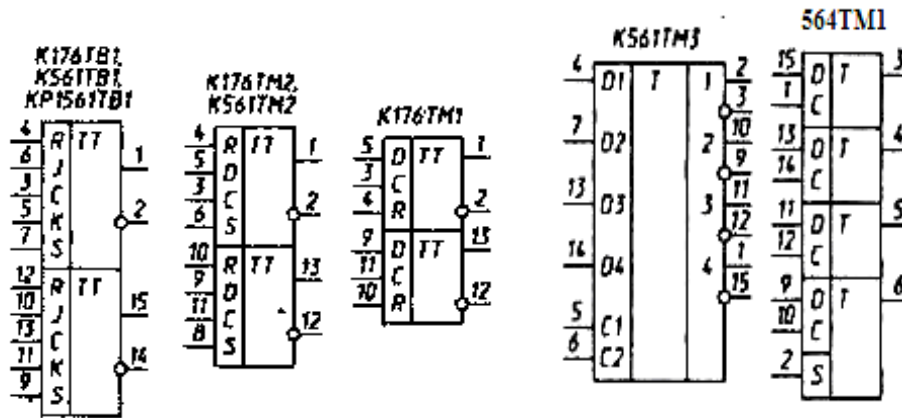
Şək. 19. TTM və TTMS strukturlu deşifratörlər

KMOY strukturlu sadə məntiq mikrosxemlərinin ən geniş tətbiq olunan növlərinə nümunələr şəkil 20-də verilmişdir.

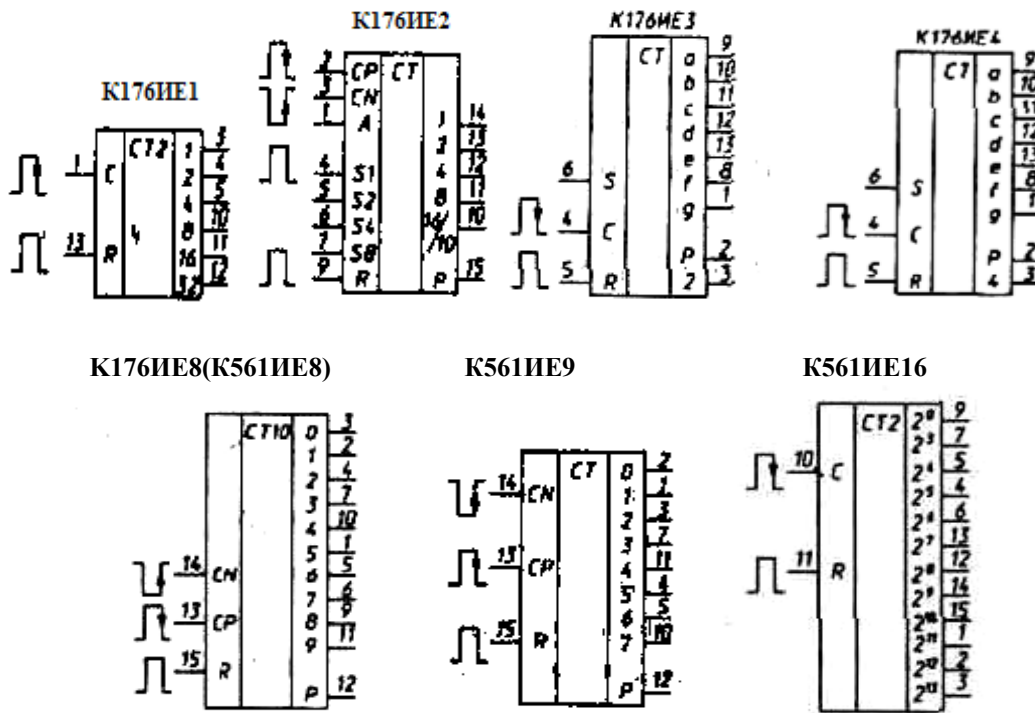


Şək.20. KMOY strukturlu, K176, K561, KP1561 və 564 seriyalı sadə məntiq mikrosxemləri

KMOY strukturlu triggerlərin və sayğacların ən geniş tətbiq olunan növlərinə nümunələr şəkil 21-də və 22-də verilmişdir.



Şək.21. KMOY strukturlu triggerlər



Şək. 22. KMOY strukturlu sayğaclar

Geniş yayılmış mikrosxemlərin nümunələrinin fotogörünüşü şəkil 23-də verilmişdir.



Şək.23.

## 2.6. Sxemlərin hesabatına nümunələr

**Misal 1.**  $E_q=9V$ ,  $R_k=100\Omega$ ,  $h_{21e}=50$  olduğunu nəzərə alaraq, bipolyar tranzistorlu elektron açarın parametrlərini hesablamalı.

**Həlli:** Maksimal kollektor cərəyanını təyin edək:

$$I_{k.doy.} = E_q / R_k = 9/100 = 0,09A = 90mA.$$

Baza doyma cərəyanını aşağıdakı şərtdən təyin edirik:

$$I_{b.doy.} \geq I_k / h_{21e} = 90/50 = 1,8mA$$

$$I_{b.doy.} = 2mA \text{ qəbul edirik.}$$

Əgər qida gərginliyi “+” qütblüdirsə elektron açar üçün n-p-n-tranzistor, “-” qütblüdirsə p-n-p-tipli tranzistor seçilir, məsələn KT315, yaxud, KT361 tipli.

**Misal 2.** Verilmiş gücləndirici kaskadın giriş müqaviməti  $R_{gir} = 5k\Omega$ , çıxış müqaviməti  $R_{çix} = 0,2k\Omega$  və gücləndirmə əmsalı  $K = 50$ -dir. Əgər bu kaskada əks əlaqə dövrəsinin ötürmə əmsalı 0,02 olan gərginliyə görə ardıcıl mənfə əks əlaqə daxil etsək, onun parametrləri necə dəyişər.

**Həlli.** Aşağıdakı qaydada əks əlaqəli kaskadın gücləndirmə əmsalını təyin edirik :

$$K_{\theta\theta} = \frac{K}{1 + K\beta} = \frac{50}{1 + 0,02 \cdot 50} = 25$$

Əks əlaqəni nəzərə almaqla giriş və çıxış müqavimətlərini aşağıdakı kimi təyin edirik:

$$R_{gir.\theta\theta} = R_{bx}(1 + K\beta) = 5 \cdot 2 = 10k\Omega ,$$

$$R_{çix.\theta\theta} = R_{bçix} / (1 + K\beta) = 0,2/2 = 0,1k\Omega$$

Nəticədə:  $K_{\theta\theta} = 25$ ,  $R_{gir.\theta\theta} = 10k\Omega$ ,  $R_{çix.\theta\theta} = 0,1k\Omega$  alırıq.

**Misal 3.** Əməliyyat gücləndiricisi əsasında güclənmə əmsalı  $K_{\theta\theta}=20$  olub  $R_y=5k\Omega$  müqavimətli yükə qoşulmaq üçün nəzərdə tutulan gücləndiricini hesablamalı. Giriş siqnalının 0,1V amplitud qiymətində gücləndirici 20kΩ-dan az olmayan giriş müqavimətinə malik olmalıdır.

**Həlli.** Sorğu cədvəlindən qida gərginliyinin qiyməti  $U_q = \pm 15$ , gücləndirmə əmsalı  $K > 5 \cdot 10^4$ , giriş müqaviməti  $R_{gir} > 50M\Omega$ , çıxış müqaviməti  $R_{çix.} < 2k\Omega$  olan K140YД14 mikrosxemini seçirik. Tələb olunan giriş

müqaviməti nisbətən çox olduğundan invertləyici gücləndirici sxemini istifadə edirik və  $R_{gir} = 30k\Omega$  seçirik. Bu sxemdə güclənmə əmsalı

$$K_{\Theta\Theta} = R_{\Theta\Theta}/R_{gir} \text{ olduğunu nəzərə alaraq,}$$

$$R_{\Theta\Theta} = K_{\Theta\Theta} \cdot R_{gir} \text{ alırıq. Onda}$$

$$R_{\Theta\Theta} = K_{\Theta\Theta} \cdot R_{gir} = 10 \cdot 30k\Omega = 300k\Omega$$

ƏG-nin çıxışındakı cərəyanı  $R_{\Theta\Theta}$  və  $R_y$  müqavimətlərindən axan cərəyanların cəmi kimi təyin etmək olar:

$$I_{\text{çix}} = I_{\Theta\Theta} + I_y = (U_{\text{çix}} - U_0)/R_{\Theta\Theta} + U_{\text{çix}}/R_y = (K_{\Theta\Theta}U_{gir})/R_{\Theta\Theta} + (K_{\Theta\Theta}U_{gir})/R_y \approx 0,2mA.$$

Belə çıxış cərəyanı seçilmiş ƏG üçün tam yol verilə bilən cərəyandır.

Gücləndiricinin çıxış müqaviməti aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$R_{\text{çix.}\Theta\Theta} = R_{\text{çix.}} \cdot K_{\Theta\Theta}/K = 0,06\Omega$$

olur.

**Misal 5.** Multivibratorun hasil etdiyi çıxış düzbucaqlı impulsların davam etmə müddətinin  $\tau_i = 35mks$  olması üçün tələb olunan zamanverici dövrənin parametrlərini təyin etməli.

**Həlli.** İmpulsun davam etmə müddəti aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$\tau_i \approx 0,7RC$$

burada  $R$  və  $C$  zaman verici dövrənin elementlərinin parametrləridir. Hesablama üçün elementlərdən birinin parametrini, adətən rezistorun müqavimətini, seçərək digərinin parametrini hesablayırlar.  $R = 2k\Omega$  qəbul edərək, kondensatorun  $C$  tutumunu hesablayaq:

$$C = \tau_i / 0,7R$$

$$C = 35 \cdot 10^{-6} / 0,7 \cdot 2 \cdot 10^3 = 2,5 \cdot 10^{-8} = 25pF$$

Standart qiymət olaraq  $C=27pF$  qəbul edirik.

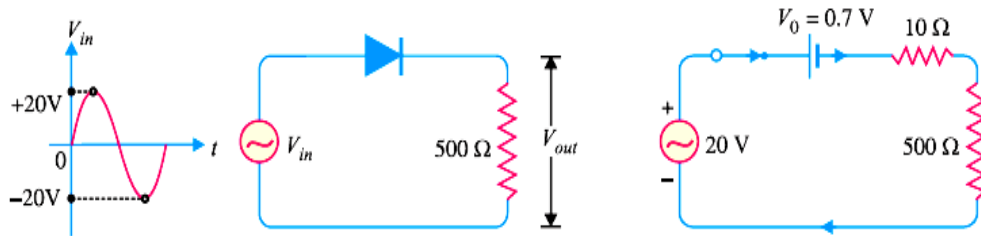
Beləliklə, müqaviməti  $R=2k\Omega$  olan MLT markalı rezistor, tutumu  $C=25pF$  olan KM5 tipli kondensator istifadə etməklə, davam etmə müddəti  $\tau_i = 35mks$  olan impulsu təmin edən zaman verici dövrə qurmaq olar.

### Əlavə 3. Yarımkeçirici cihazlar əsasında qurulan elektron qurğularının sxemlərinə misallar

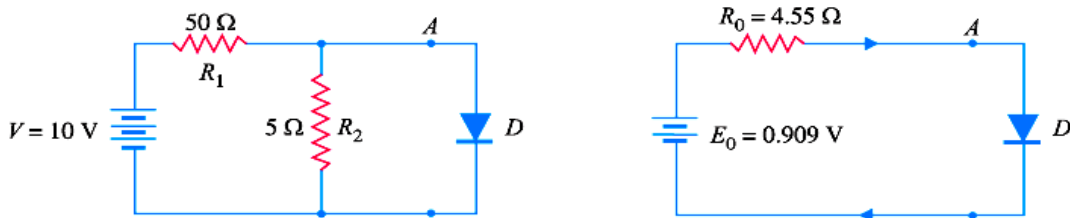
#### 3.1. Yarımkeçirici diodlar əsasında elektron qurğularının sxemləri və onların işçi parametrləri

Verilmiş sxemlərdə diodların qoşulma və iş rejimlərini nəzərə alaraq, sxemlərdə əsas işçi elektrik parametrlərini hesablayaraq, həm aşağı, həm də yüksək tezlik diapazonları üçün sxemlərin iş rejimlərini təmin edən diodları seçin.

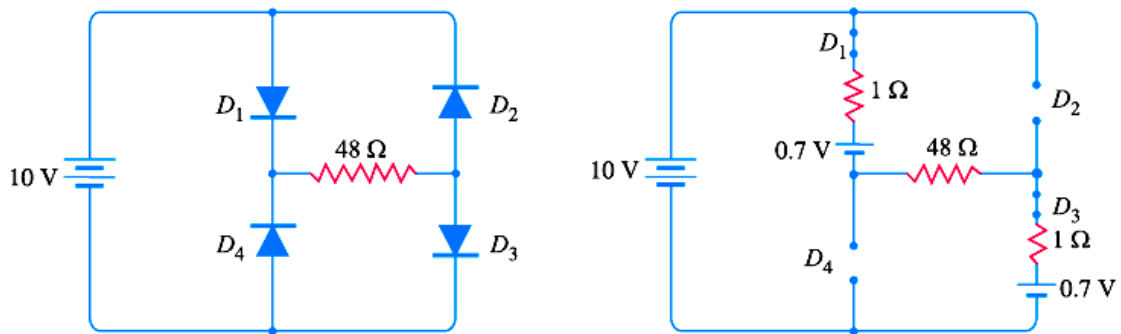
3.1 – 3.8 şəkillərində düzləndirici, impuls və universal diodların müxtəlif qurğularda qoşulma sxemləri və işçi rejimləri göstərilmişdir.



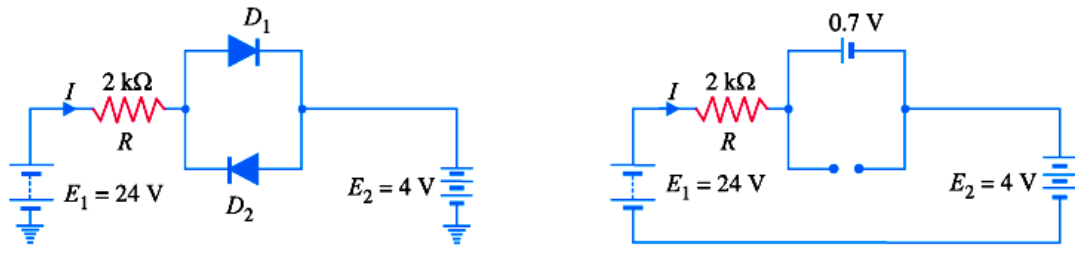
Şək. 3.1. Düzləndirici diodun yarımperiodlu düzləndirici qurğusunda qoşulması sxemi.



Şək. 3.2. Sabit cərəyan dövrlərində diodun qoşulması və qütblərin səhv qoşulmasının qarşısını almaq sxemi



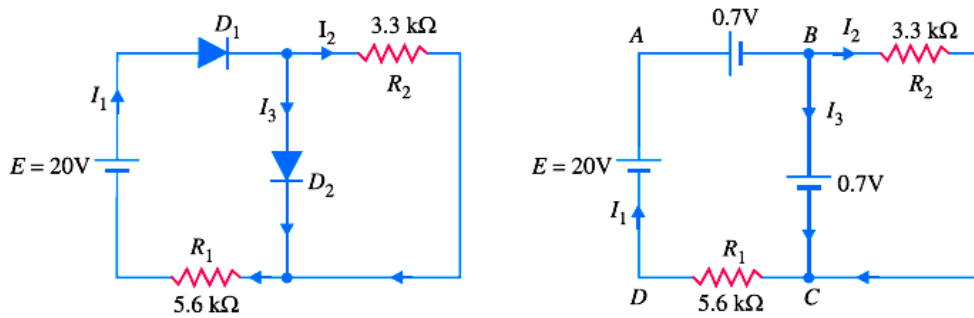
Şək. 3.3. Körpü sxemində diodların qoşulma sxemi və verilmiş parametrlə elementlər üçün sxemi



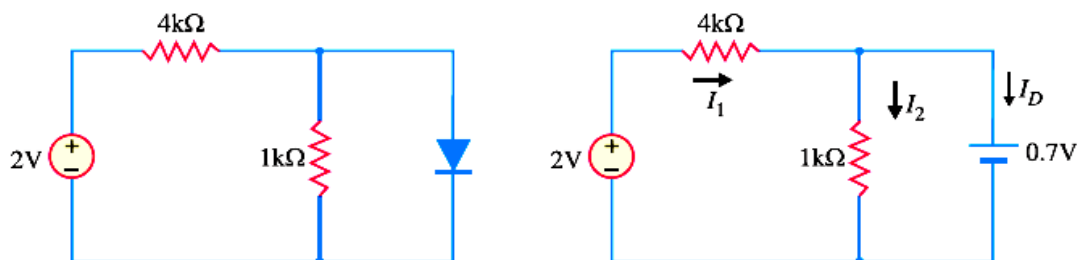
Şək. 3.4. Diodların biri-birinə əks paralel qoşulma sxemi və bir qütblü gərginlik dövrəsi üçün iş rejimləri və parametrləri.



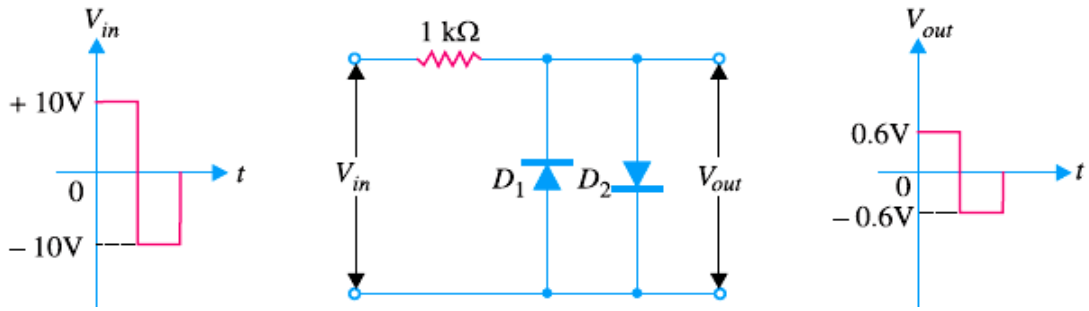
Şək. 3.5. Müxtəlif materialdan hazırlanmış diodların eyni istiqamətdə paralel qoşulma sxemi və bir qütblü gərginlik dövrəsi üçün iş rejimləri və parametrləri



Şək. 3.6. Diodlu sxemlərdə cərəyanların və gərginliklərin paylanması

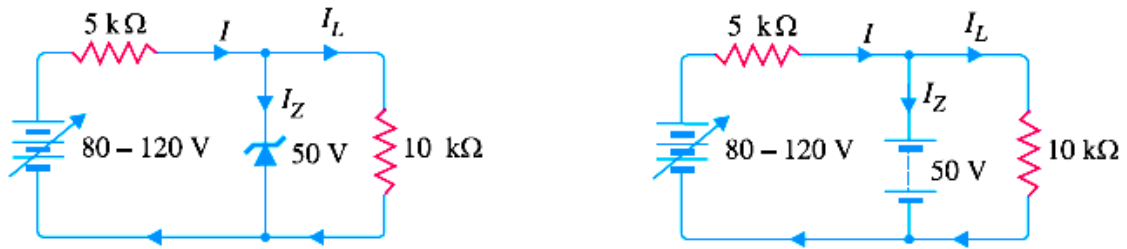


Şək. 3.7. Dioda paralel qoşulan aktiv yükün elektrik parametrlərinin təyini sxemi

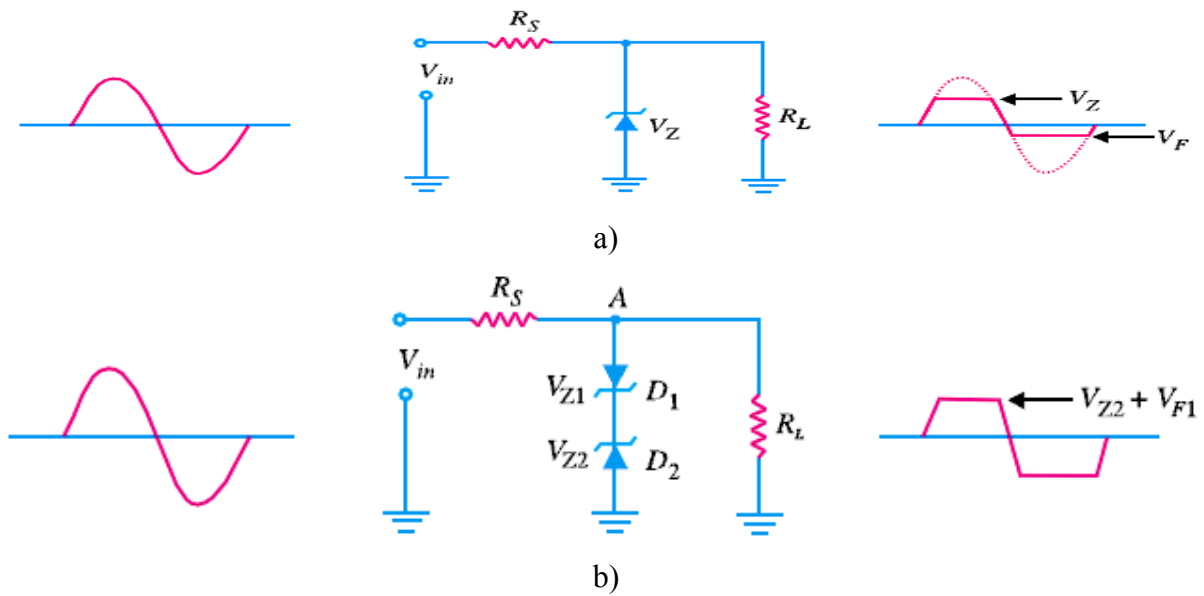


Şək. 3.8. Diodların impulsu amplituduna görə məhdudlayıcı qurğuda qoşulması

3.9 – 3.12 şəkillərində stabiltron əsaslı stabilləşdirmə qurğuları, bu qurğularda stabiltronların iş rejimləri verilmişdir. Verilmiş sxemlərdə elektrik hesabı apararaq, tələbləri ödəyən elementləri seçin.

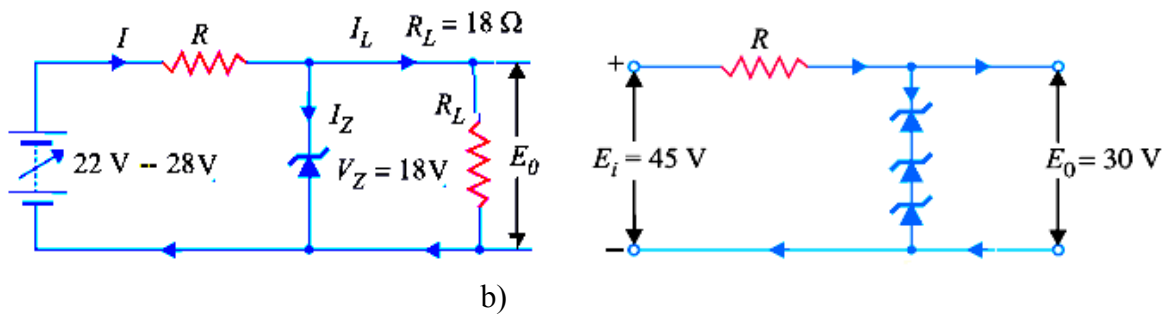


Şək. 3.9. Stabiltron əsasında parametrik stabilizator sxemi və onun işçi parametrlərinin seçilməsi

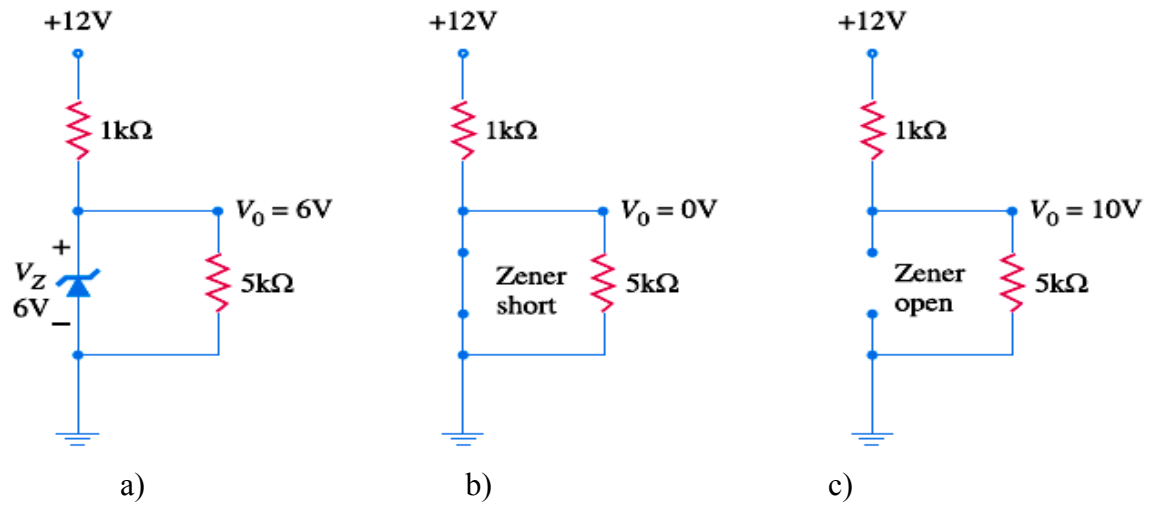


Şək. 3.10. Stabiltronların sinusoidal gərginlikdən sabit gərginlik (a) və impuls gərginliyi formalaşdırın qurğularda qoşulma sxemi və onların işçi parametrlərinin seçilməsi



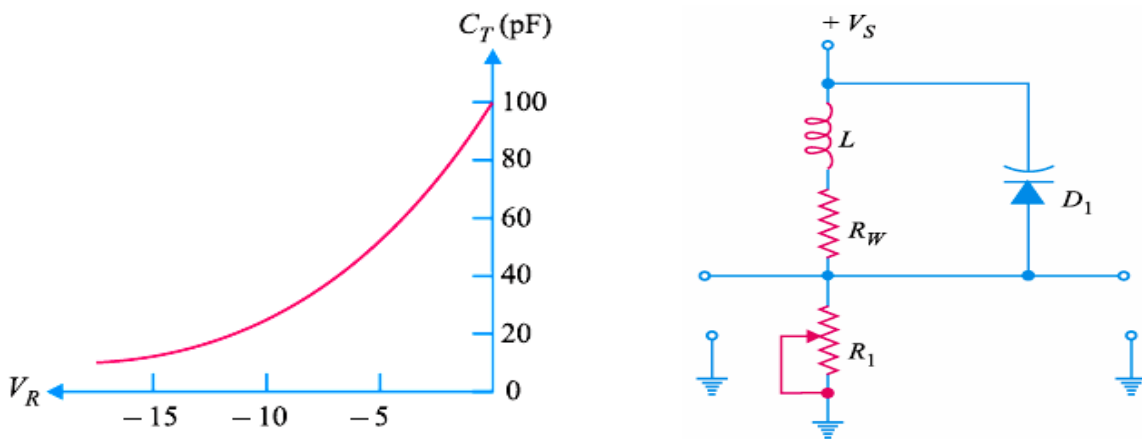


Şək. 3.11. Stabilizasiya dövrələrinin qoşulma sxemləri və verilmiş parametrlərlə stabilizasiya dövrələri



Şək. 3.12. Stabilizasiya dövrələrinin stabilizasiya sxemlərində mümkün olan rejimləri

Şəkil 3.13-də varikap əsasında qurulmuş rəqs dövrəsinin və onun köklənmə sxemi verilmişdir. Volt-farad xarakteristikası verilmiş (a) varikapı seçərək, müxtəlif tezliklər üçün rəqs dövrəsinə hesablayın.

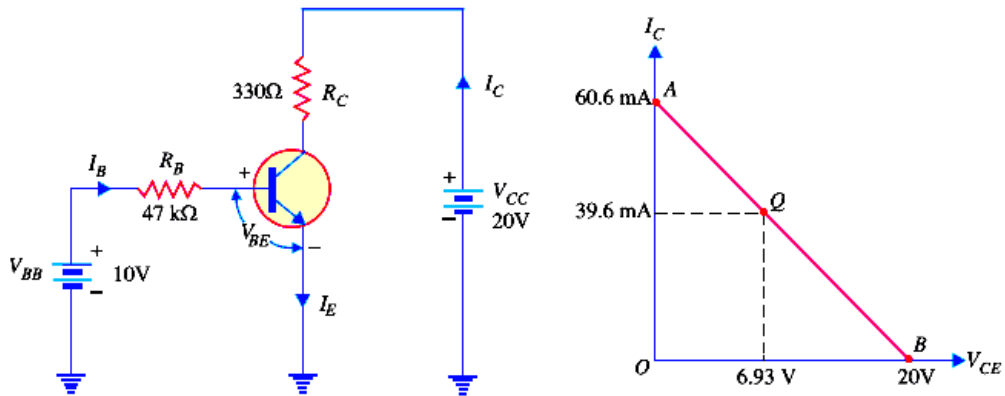


Şək. 3.13

### 3.2. Tranzistor əsaslı elektron qurğularının praktiki sxemləri və onların işçi rejimləri

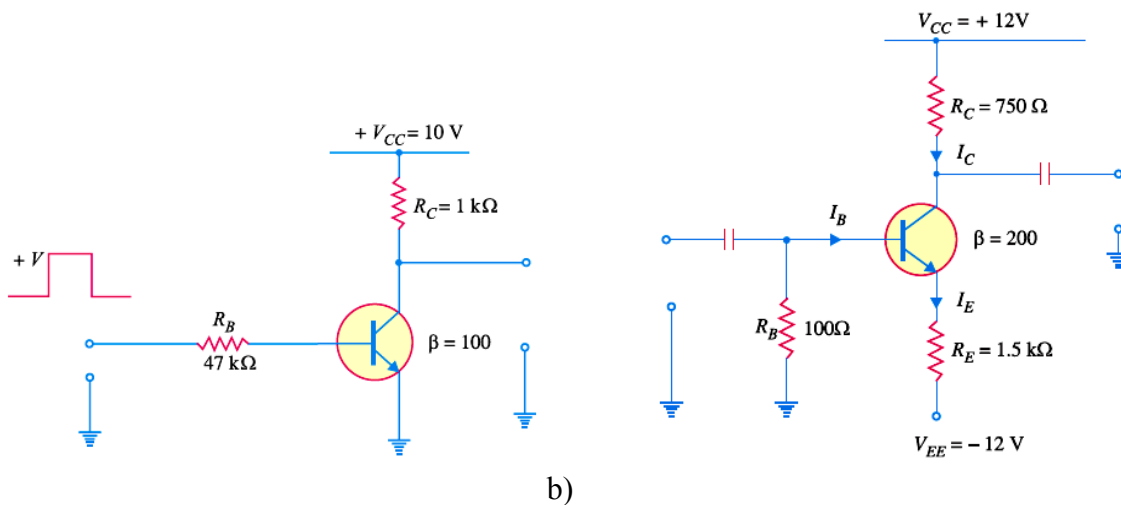
Verilmiş sxemlərdə tranzistorların qoşulma sxemlərini və iş rejimlərini nəzərə alaraq, sxemlərdə əsas işçi elektrik parametrlərini hesablayaraq, həm aşağı, həm də yüksək tezlik diapazonları üçün sxemlərin iş rejimlərini təmin edən tranzistorları seçin.

$\beta=100$  və tranzistorun Si əsaslı olduğunu nəzərə alaraq, şəkil 3.14-də verilmiş xətti gücləndirici kaskadının sxemində və qrafikdə döstərilmiş parametrlərə uyğun olan elektrik parametrləri təyin edin və müxtəlif tezlik diapasonlarında sxemdə istifadə oluna bilən transistorları seçin.



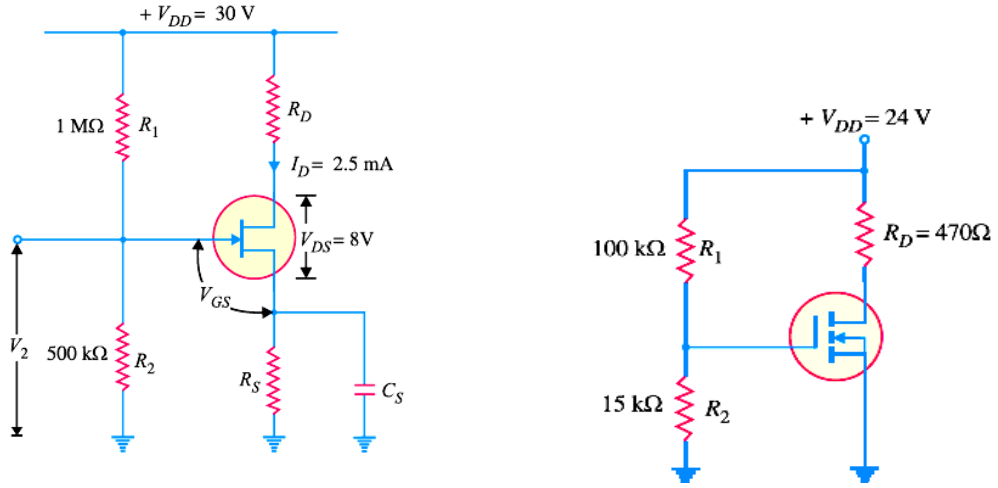
Şək. 3.14. Ümumi emitterli transistor gücləndiricisi və onun yük xəttinin qrafiki

Tranzistorun elektron açarında (a) və impuls gücləndiricisində (b) tətbiqinə nümunə şəkil 3.15-də verilmişdir. Bu sxemlərdə tranzistor dövrələrində elektrik parametrlərini təyin edin və elementləri seçin.



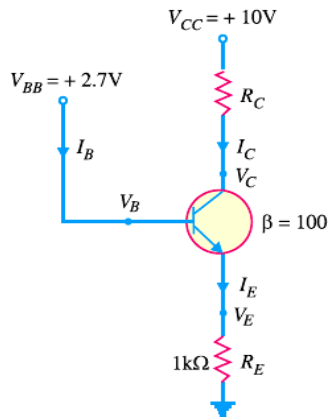
Şək. 3.15. Tranzistorlu elektron açar sxemləri

Şəkil 3.16-da müxtəlif tip sahə tranzistorunun gücləndirici sxemlərində praktiki tətbiq sxemləri verilmişdir. Verilmiş sxemlərdə göstərilən parametrləri nəzərə almaqla birkeçidli transistor əsasında generator və sahə tranzistoru əsasında gücləndiricinin elementlərini seçməklə onların praktiki sxemlərini qurun.

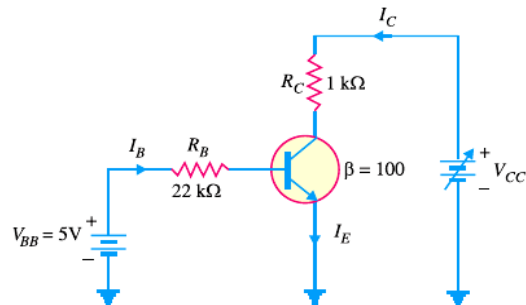


Şək.3.16. Birkeçidli tranzistorun qoşulma və onun əvəzləmə sxemi (a), sahə tranzistorları və onlar əsasında gücləndirici sxemləri (b)

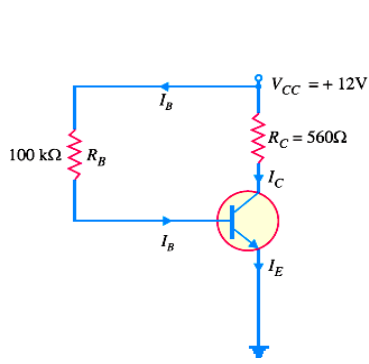
Bipolyar transistor əsasında qurulan gücləndiricilərdə sabit cərəyana görə iş rejimini təmin etmək üçün tranzistorun başlanğıc iş rejimini seçmək üçün uyğun sxemlərin: fiksə olunmuş baza cərəyanlı, fiksə olunmuş baza gərginlikli, kollektor stabilizasiyalı və emitter stabilizasiyalı, həmçinin, RC-termostabilizasiyalı dövrələrə malik olan praktiki sxemlər 3.17 - 3.30 şəkillərində verilmişdir. Bu sxemlərdə verilmiş parametrləri nəzərə almaqla güclən-dirici kaskadlarının əsas parametrlərini hesablayaraq, qurğunun elementlərini seçin. Təhlil və hesablamaları müxtəlif  $\beta$  əmsalları, qida gərginliyi və tezlik diapazonları üçün apararaq, uyğun markalı tranzistorları seçin.



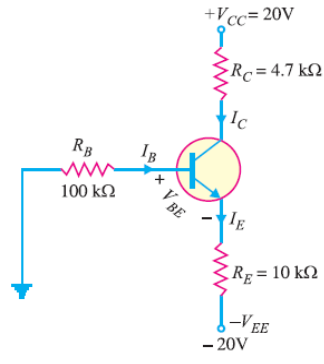
Şək. 3.17



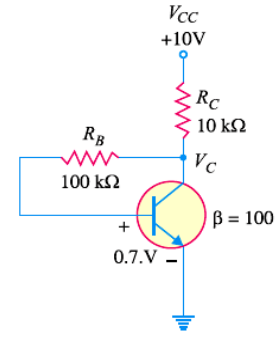
Şək.3.18



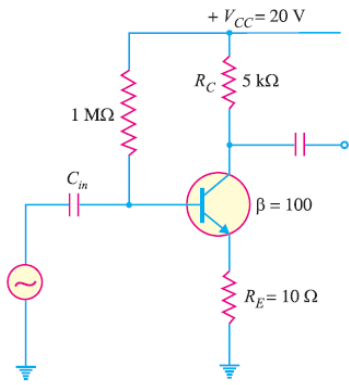
Şək.3.19



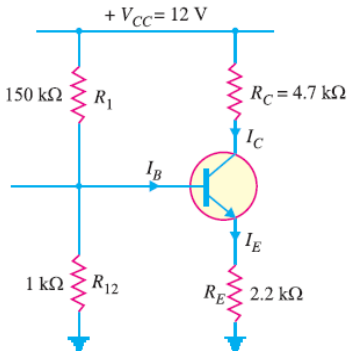
Şək. 3.20



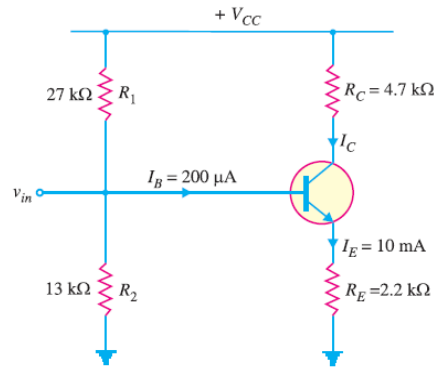
Şək.3.21



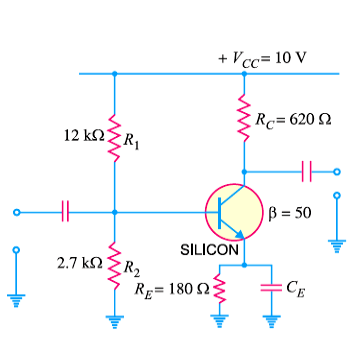
Şək.3.22



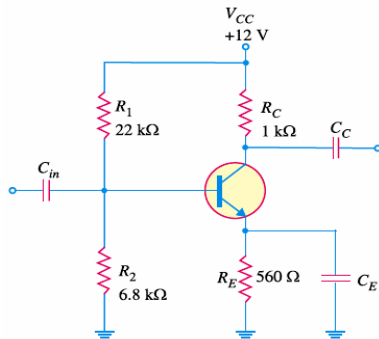
Şək.3.23



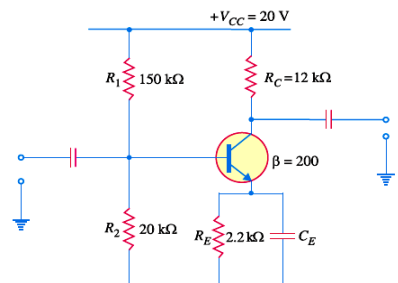
Şək.3.24



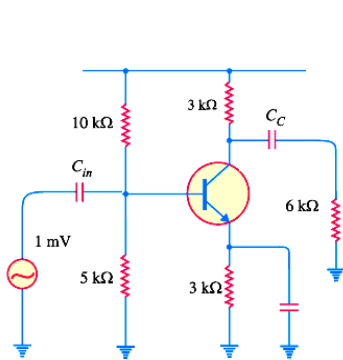
Şək.3.25



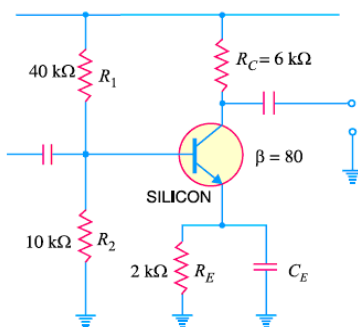
Şək.3.26



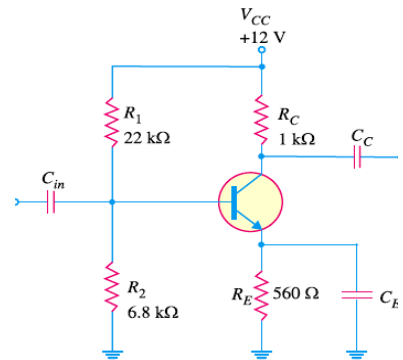
Şək.3.27



Şək. 3.28

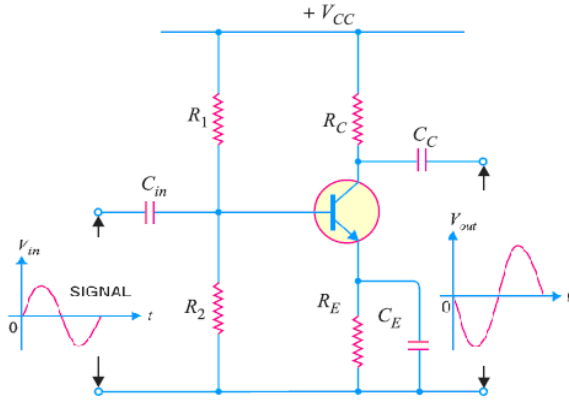


Şəkil 3.29

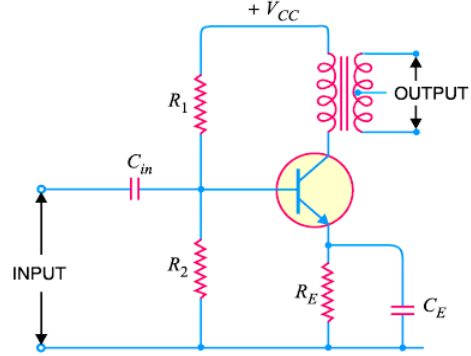


Şək.3.30

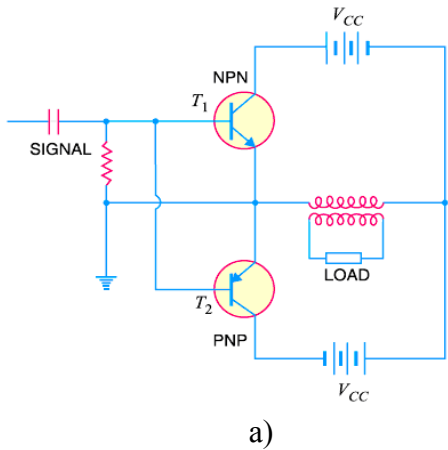
Səs diapazonlu ümumi emitterli ilkin gücləndirici (giriş) kaskadının sxemi şəkil 3.31-də, birtəktli çıxış kaskadının sxemi şəkil 3.32-də, şəkil 3.33,a və 3.33,b-də isə ikitəktli çıxış gücləndirici kaskadlarının sxemi verilmişdir. Verilmiş sxemlərin təhlilini və hesabətini aparın.



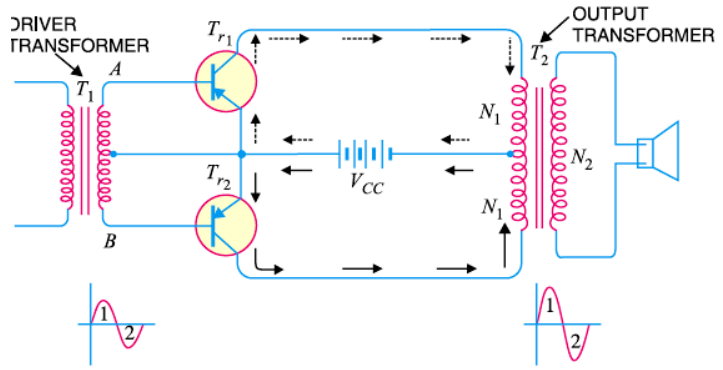
Şək. 3.31



Şək. 3.32



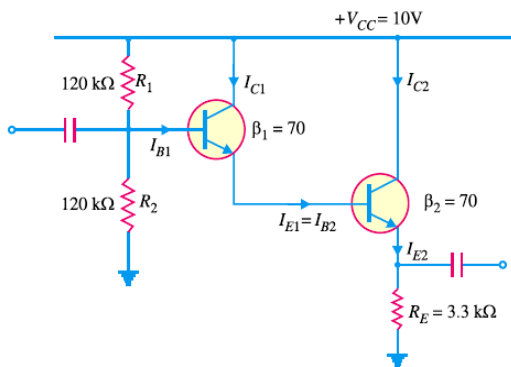
a)



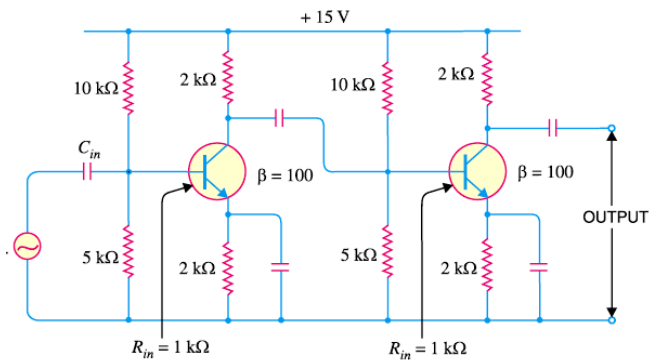
b)

Şək. 3.33. İkitəktli tranzistorlu çıxış güc gücləndirici kaskadları

İkikaskadlı elektron qurğularının sxemləri 3.34 -3.35 şəkillərində verilmişdir. Verilmiş parametrləri nəzərə almaqla sxemlərin təhlilini və hesabətini aparın.

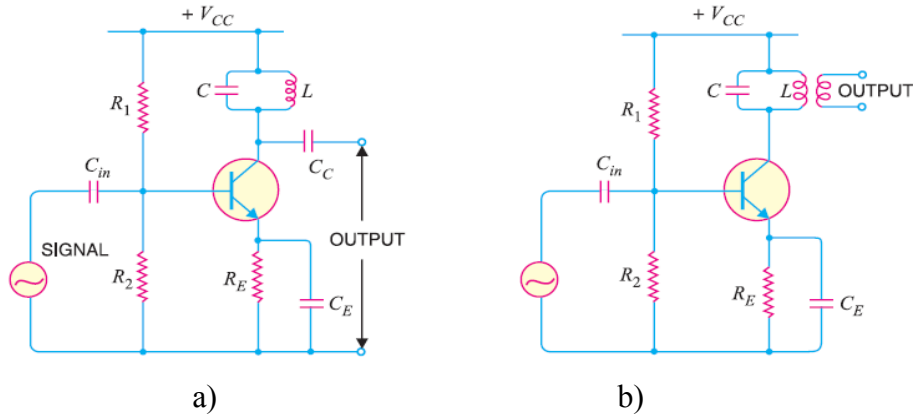


Şək. 3.34

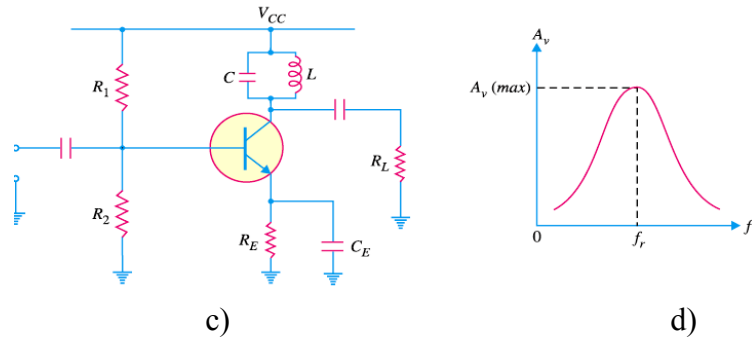


Şək. 3.35

Rezonans gücləndiricilərinin müxtəlif çıxışlı sxemləri şəkil 3.36-da, şəkil 3.37-də isə çıxışı kollektordan götürülən rezonans gücləndiricisinin praktiki sxemi (a) və rezonans xarakteristikası (b) verilmişdir. Verilmiş parametrləri sxemlərin təhlilini və hesabatını aparın.

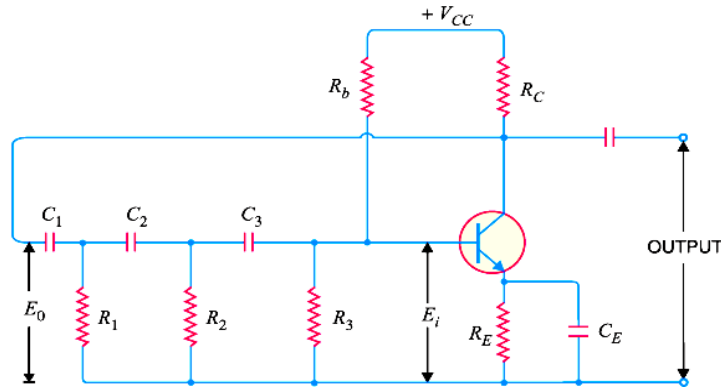


Şək. 3.36. Rezonans gücləndiricilərinin qoşulma sxemləri

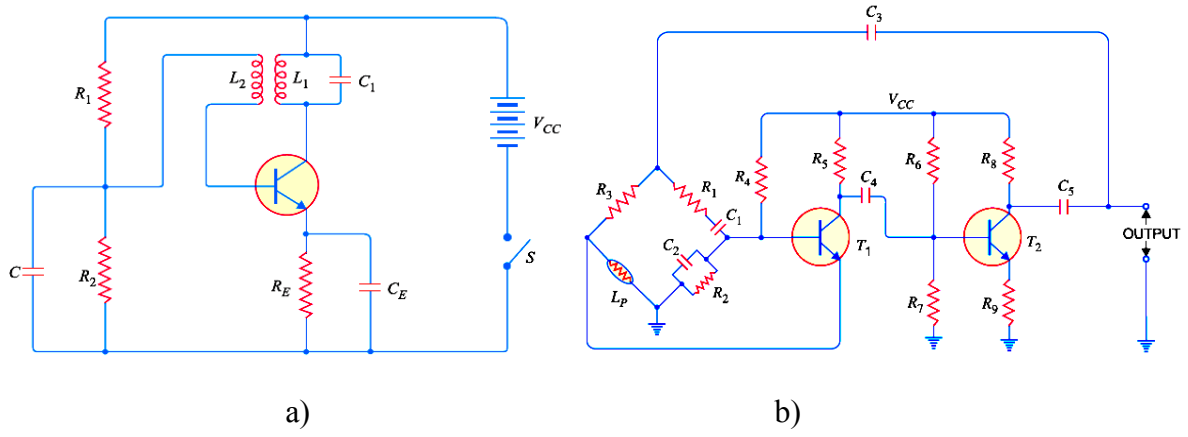


Şək.3.37. Rezonans gücləndiricisinin praktiki sxemi (a) və rezonans xarakteristikası (b)

Tranzistor əsaslı harmonik signal generatorlarının praktiki sxemləri şəkil 3.38 və şəkil 3.39-da verilmişdir. Şəkil 3.38-də əsasən aşağı tezliklərdə istifadə olunan RC-generatorunun sxemi verilmişdir. Şəkil 3.39,a-da tranzistorlu LC-generatorun, 3.39,b-də isə Vin körpülü kvars generatorunun sxemi göstərilmişdir. Şəkillərdə verilmiş generatorların sxemlərini təhlil edərək, iş rejimlərinin və elementlərinin hesabatını aparın.



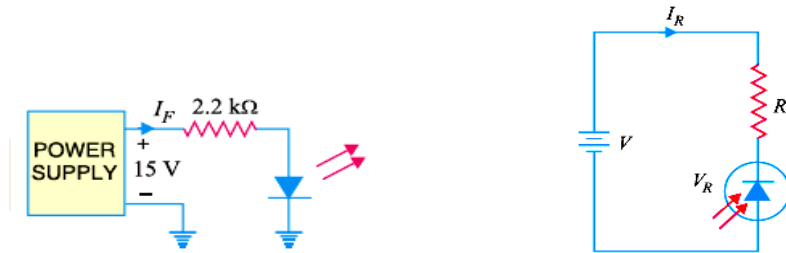
Şək.3.38. Tranzistorlu RC-generatorun sxemi



Şək. 3.39. Tranzistorlu LC-generatoru (a) və Vin körpülü kvars generatoru

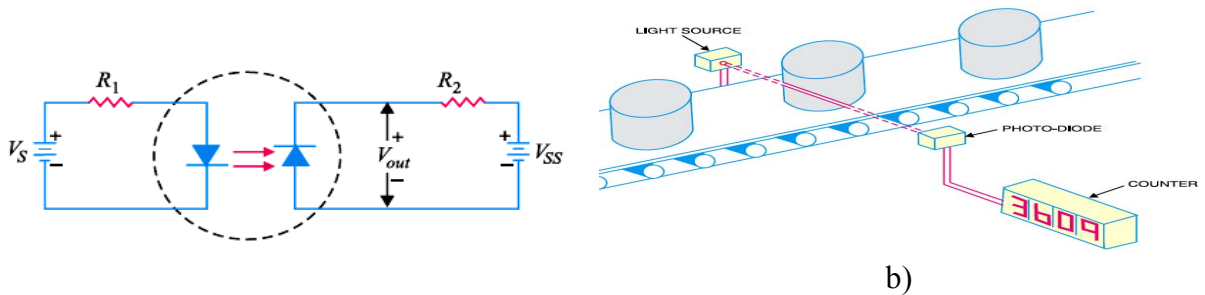
### 3.3. Optoelektron cihazları və optocütlər əsasında qurğuların qoşulma sxemlərini təhlili və parametrlərinin hesablanması

Şəkil 3.40-da şüalandırıcı diodların və fotodiodların praktiki qoşulma sxemləri göstərilmişdir. Verilmiş sxemlərə uyğun olaraq optoelektron cihazların iş rejimlərini təhlil edərək, elektrik parametrlərini təyin edin və elementləri seçin.



Şək. 3.40. Şüalandırıcı diodun (a) və fotodiodun praktiki qoşulma (b) sxemi

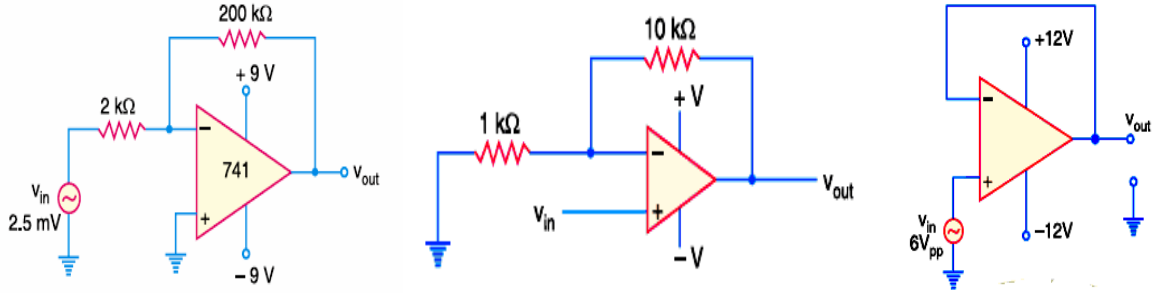
Diodlu optoelektron cütünün misalında optronların qoşulma sxemi (a) və açıq kanallı optocütlərin tətbiqinə (b) misal şəkil 3.41-də verilmişdir. Real istismar şəraitlərinə və tələblərinə uyğun olan optoelektron cihazların işçi rejimlərini hesablamaqla sxem qurun.



Şək. 3.41. Optoelektron cütünün qoşulma sxemi

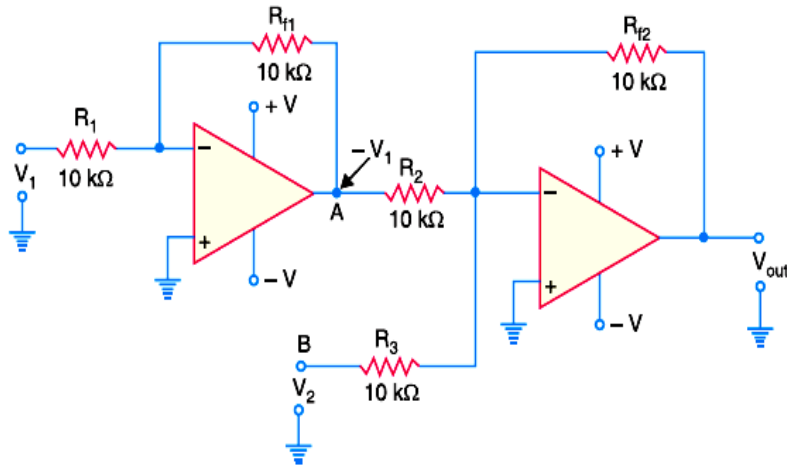
### 3.4. İntegral sxemlər əsasında elektron qurğuları, onların praktiki sxemləri və işçi parametrləri

Şəkil 3.42-də əməliyyat gücləndiricilərinin qoşulma sxemi və onun müxtəlif tipik qurğularda tətbiqinə nümunələr verilmişdir. Verilən sxemlər üçün əsas parametrlərin hesabətını aparın və elementlərini seçin.



Şək.3.42. Əməliyyat gücləndiricisi və onun əsasında tipik sxemlər

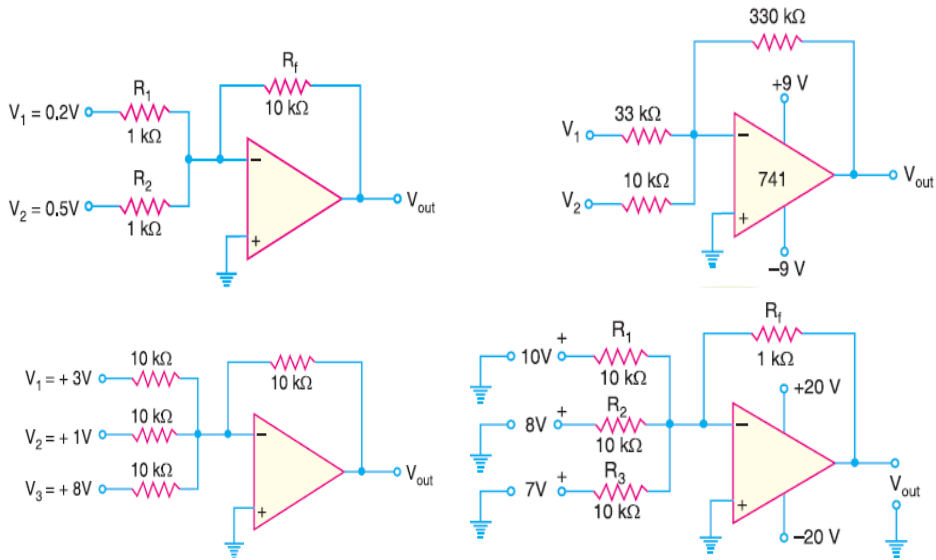
Şəkil 3.43-də əməliyyat gücləndiricisi əsaslı ikikaskadlı gücləndirici blokunun sxemi verilmişdir. Bu sxem üçün əsas parametrlərin hesabətını aparın və elementlərini seçin.



Şək. 3.43. Əməliyyat gücləndiricisi əsaslı İkikaskada invertləyici gücləndirici

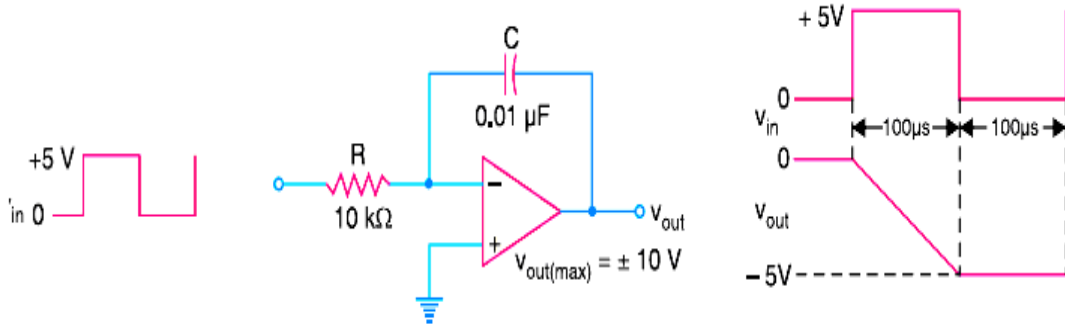
Şəkil 3.44-də əməliyyat gücləndiricisi iki və üç girişli cəmləyicilərin sxemləri verilmişdir. Cəmləyicilərin əsas parametrlərin hesabətını aparın və elementlərini seçin.



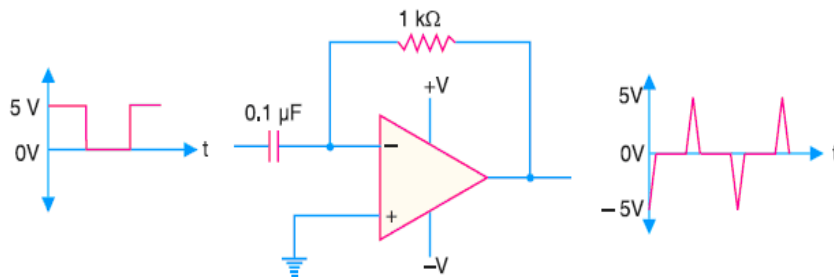


Şək. 3.44. Əməliyyat gücləndirici əsaslı İkikaskadlı invertləyici gücləndirici.

Praktiki sxemləri 3.45-də və 3.46-da verilmiş inteqrallayıcı və diferensiallayıcı gücləndiricilərin sxemlərini və zaman diaqramlarını təhlil edərək, hesabətını aparın və elementlərini seçin



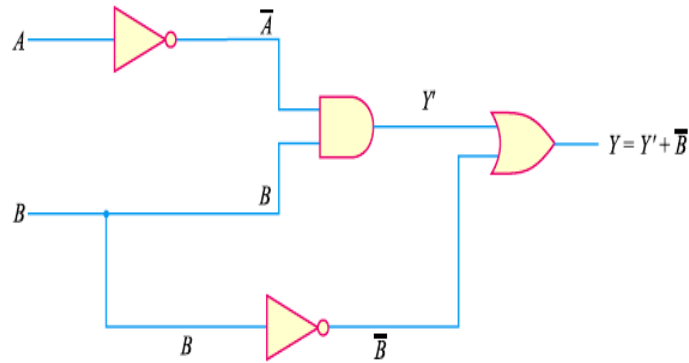
Şək.3.45. İnteqrallayıcı gücləndirici



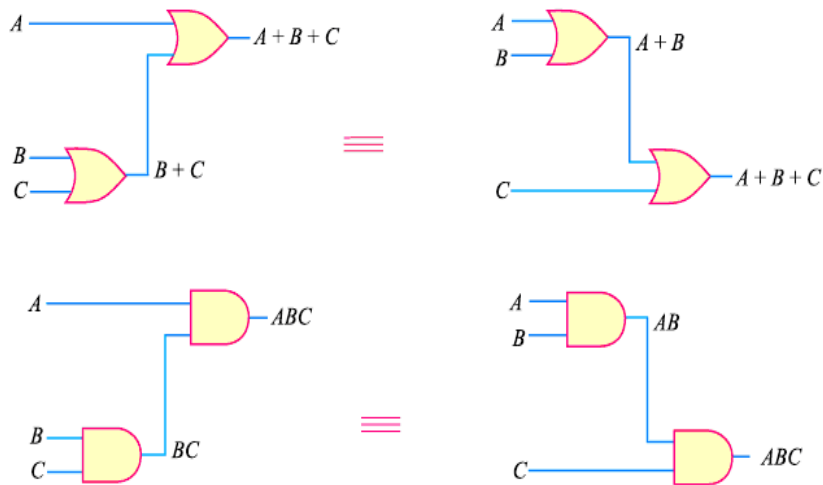
Şək. 3.46. Diferensiallayıcı gücləndirici

Məntiq elementləri əsasında qurulan qurğuların realizə edilməsini əks etdirən, 3.47 və 3.48 şəkillərində verilmiş sxemləri təhlil edərək, qurğuların

məntiq funksiyalarını yerinə yetirmək üçün məntiq mikrosxemlərini seçin. Sxemləri ən geniş yayılmış mikrosxemlər: TTM, TTMSŞ və KMOY elementləri əsasında qurun.



Şək. 3.47

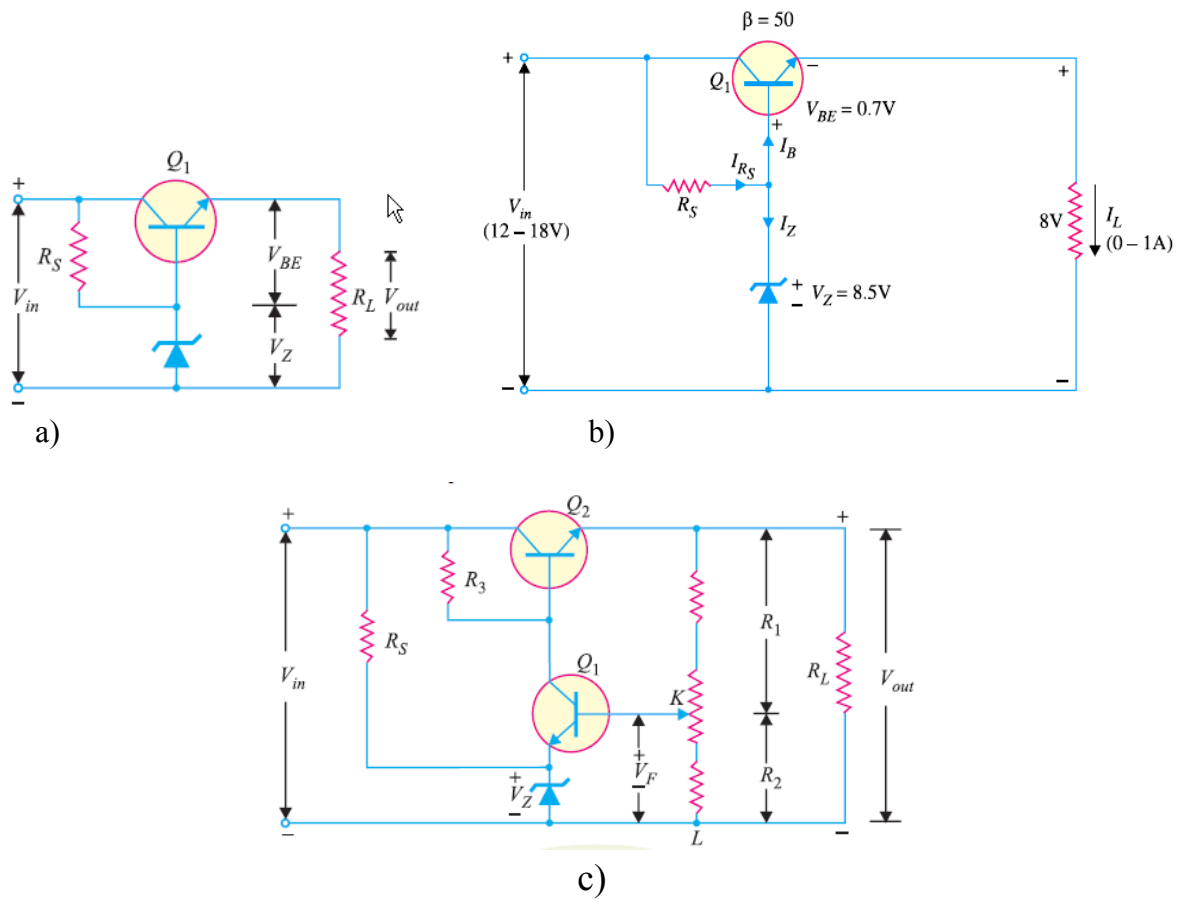


Şək. 3.48

### 3.5. Tranzistor və mikrosxemlər əsasında qida mənbələrinin gərginlik stabilizatorları, onların praktiki sxemləri və işçi parametrləri

Elektron qurğularının, xüsusən də rəqəm elektron qurğularının ən vacib qovşaqlarından biri də gərginlik stabilizatorlarıdır. Nəqliyyat avadanlığında, xüsusən də aviasiya avadanlığında, bir çox elektron cihaz sistemlərinin dəqiq işləməsi üçün qida gərginliyinin stabilləşdirilməsi ən vacib şərtlərdən biridir. Yüksək stabillik tələb olunmadığı halda adi, yaxud tənzimləyici elementi (tranzistor) olan parametrik stabilizator istifadə olunur. Nisbətən yüksək stabilizasiya üçün kompensasiyalı stabilizator sxemi istifadə olunur. Şəkil 3.49,a-da tənzimləyici elementli parametrik stabilizatorun, 3.49,b-də konkret parametrlərə malik olan bu tip stabilizatorun, 3.49,c-də isə kompensasiyalı

stabilizatorun sxemi verilmişdir. Bu sxemləri təhlil edərək, hesabətını aparın və elementlərini seçin.

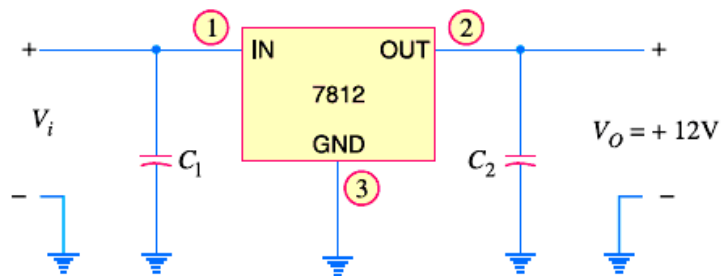


Şək.3.49. Tənzimləyici elementli parametrik stabilizatorun (a), konkret parametrlərə malik olan parametrik stabilizatorun (b), kompensasiyalı stabilizatorun (c) sxemi

Şəkil 3.50-də verilmiş 7800 seriyalı mikrosxem stabilizatorların və 7812 markalı mikrosxem əsasında qurulmuş stabilizatorun sxemini təhlil edərək, hesabətını aparın və elementlərini seçin.

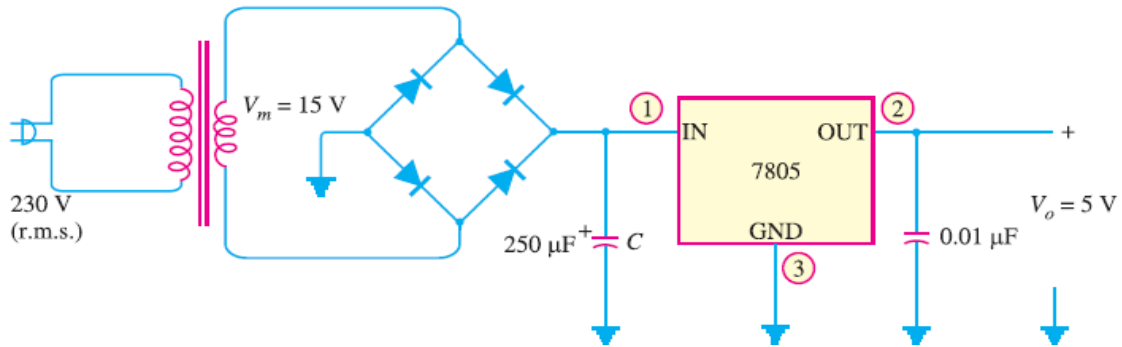
Type number	Output voltage
7805	+5.0 V
7806	+6.0 V
7808	+8.0 V
7809	+9.0 V
7812	+12.0 V
7815	+15.0 V
7818	+18.0 V
7824	+24.0 V

The 7800 series



Şək. 3.50. 7800 seriyalı mikrosxem stabilizatorlar və konkret markalı mikrosxem əsasında qurulmuş gərginlik stabilizatrou

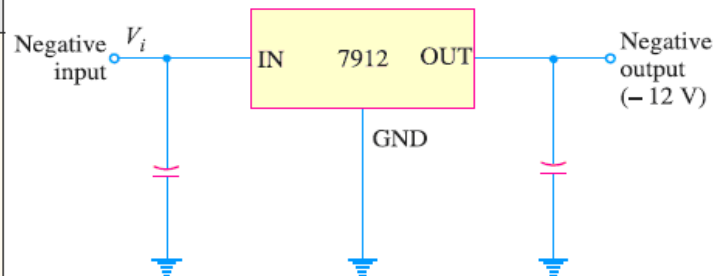
Şəkil 3.51-də verilmiş mikrosxem stabilizatorlu tutum süzgəcli qida blokunun sxemi verilmişdir. Verilmiş konkret parametrləri nəzərə almaqla sxemini təhlil edərək və hesabətını aparın, və onun elementlərini seçin.



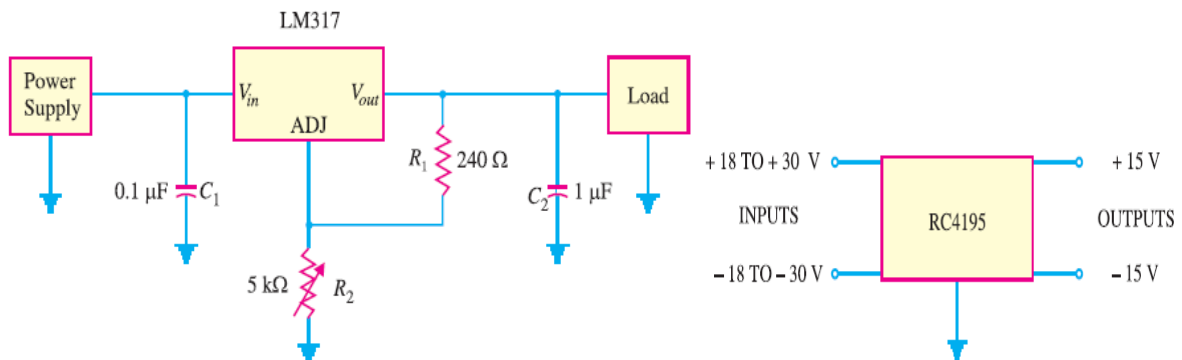
Şək.3.51. Mikrosxemli stabilizatora malik və tutum süzgəcli qida blokunun sxemi

Bir sıra electron qurğularının qidalandırılması üçün mənfi qütblü, bəzi hallarda isə iki qütblü qida gərginliyi tələb olunur. Şəkil 3.52-də verilmiş, mənfi qütblü çıxış gərginliyi təmin edən 7900 seriyalı mikrosxem stabilizatorlarının və 7912 markalı mikrosxem əsasında qurulmuş stabilizatorun sxemini təhlil edərək, hesabətını aparın və elementlərini seçin. Şəkil 3.53-də verilmiş LM317 mikrosxemi əsasında idarəolunan stabilizatorun və RC4195 mikrosxemi əsasında ikiqütblü stabilizatorun sxemini təhlil edərək, hesabətını aparın.

Type number	Output voltage
7905	-5.0 V
7905.2	-5.2 V
7906	-6.0 V
7908	-8.0 V
7912	-12.0 V
7915	-15.0 V
7918	-18.0 V
7924	-24.0 V



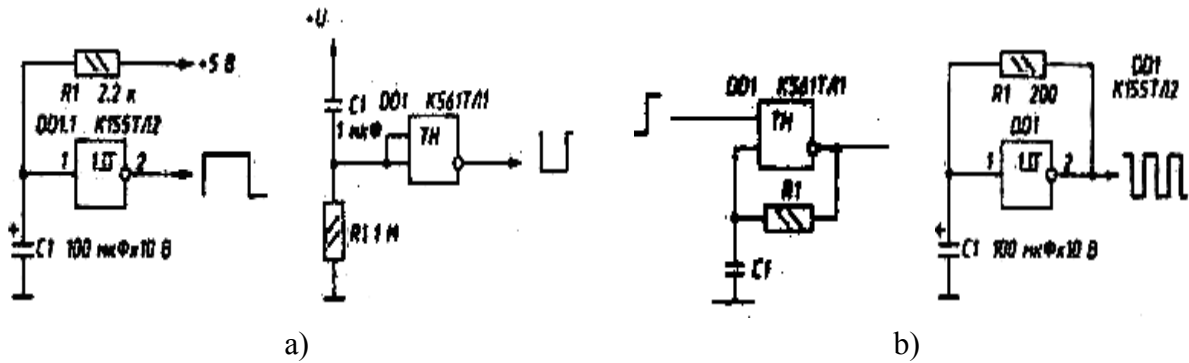
Şək.3.52



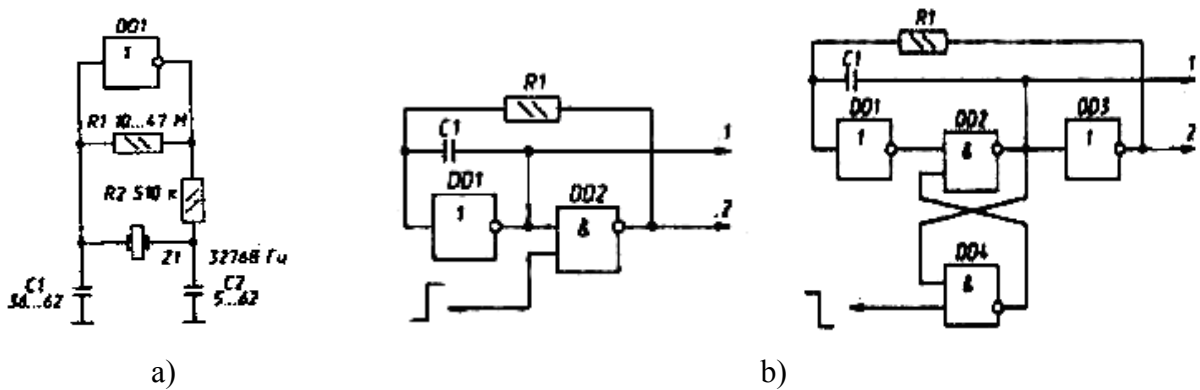
Şək. 3.53

### 3.6. Aşağı və orta inteqrasiyalı rəqəm mikrosxemləri əsasında elektron qurğularına misallar

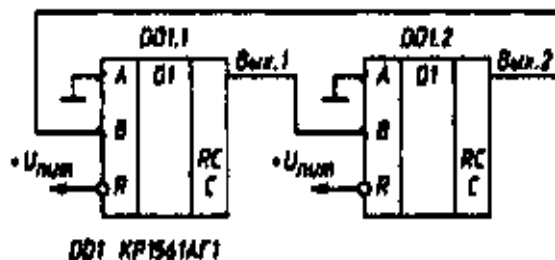
Şəkil 3.54-də Şmidt triggerində qurulmuş düzbucaqlı qısa işəsalma impulsu formalaşdırıcı qurğuların (a) və impuls generatorunun (b) sxemləri, şəkil 3.55-də məntiq elementləri əsasında kvars generatorunun (a) və idarə olunan (b), 3.56-də isə KP1561AГ1 markalı avtogenerator mikrosxemi əsasında qurulmuş düzbucaqlı impuls generatorlarının verilmişdir. Sxemləri təhlil edərək, elementlərin markalarını seçin.



Şək. 3.54. Şmidt triggeri əsasında qurulmuş düzbucaqlı impuls formalaşdırıcı qurğular

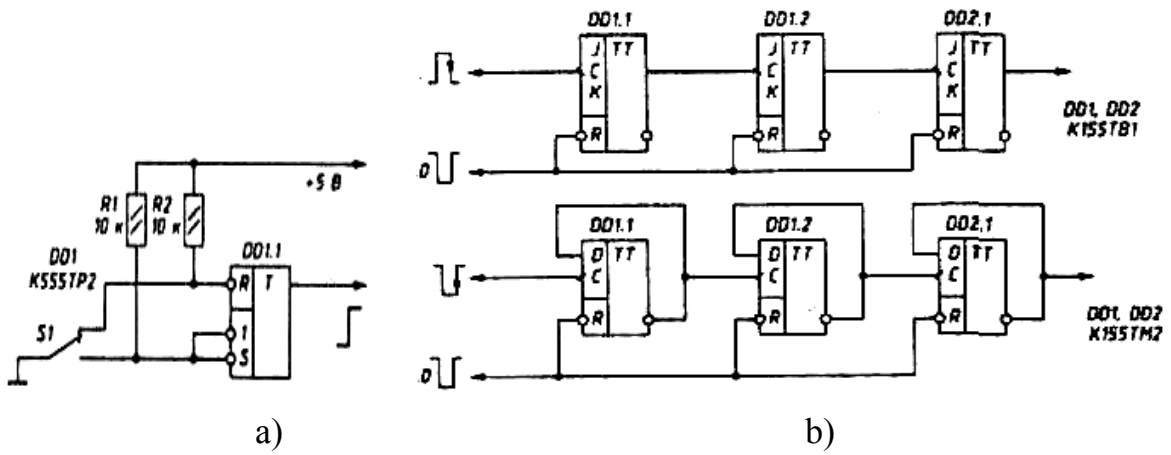


Şək. 3.55. Məntiq elementləri əsasında kvarslı (a) və idarə olunan (b) düzbucaqlı impuls generatorları



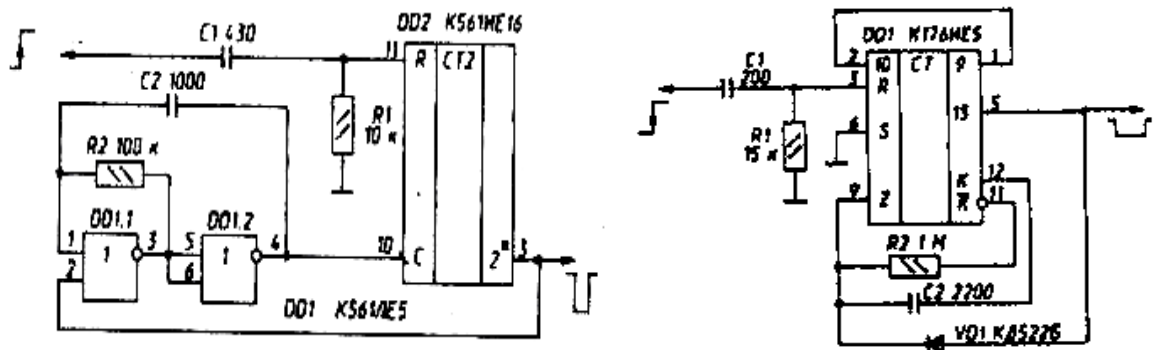
Şək. 3.56. KP1561AГ1 markalı avtogenerator mikrosxemi əsasında qurulmuş düzbucaqlı impuls generatoru

Şəkil 3.57-də triggerlər əsasında qurulan kontaktların drebezqini aradan qaldırmaq qurğusunun (a) və ikilik sayğacların sxemləri verilmişdir.

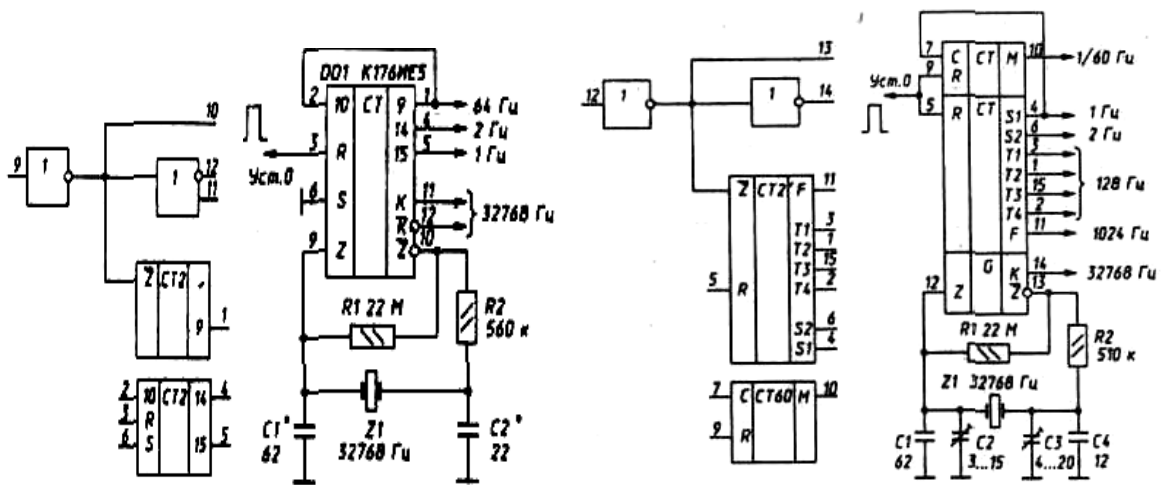


Şək. 3.57. Triggerlər əsasında kontaktların drebezqini (titrəyişini) aradan qaldıran qurğunun (a) və ikilik sayğaclarının sxemləri

Şəkil 3.58-də sayğaclar əsasında qurulmuş gözləyən multivibrator, şəkil 3.59-da K176IE5 və K176IE12 markalı sayğacların tipik qoşulma sxemləri və onlar əsasında qurulan kvarts generatorlarının və bölücü sayğac qurğularının sxemləri verilmişdir. Verilən sxemləri təhlil edərək işçi rejimlərini və parametrlərini təyin edin.

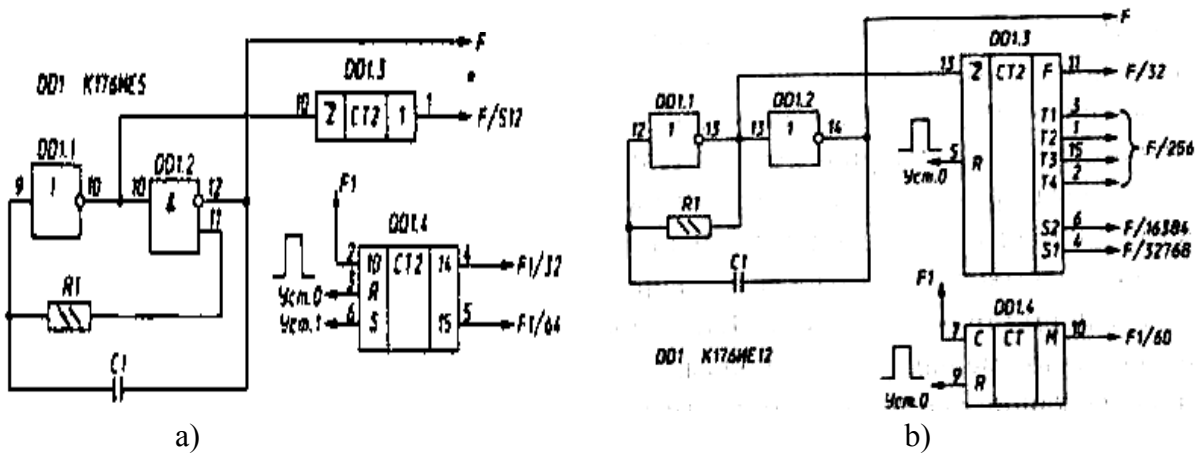


Şək. 3.58. Sayğaclar əsasında qurulmuş gözləyən multivibrator sxemləri



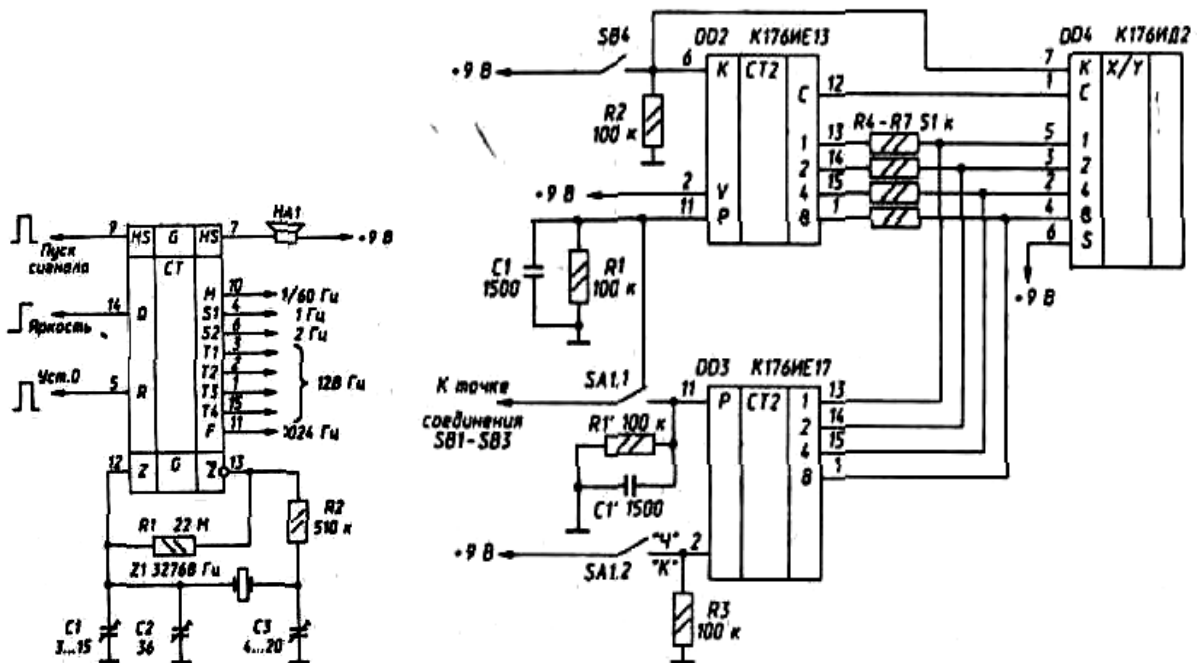
Şək. 3.59. K176IE5 və K176IE12 markalı sayğacların tipik qoşulma sxemləri və onlar əsasında qurulan qurğularının sxemləri

Şəkil 3.60-da K176ИЕ5 (a) və K176 ИЕ12 markalı (b) sayğaclar əsasında qurulmuş RC-generatorların sxemi verilmişdir. Sxemin parametrlərinin hesabətını apararaq, elementlərini seçin.



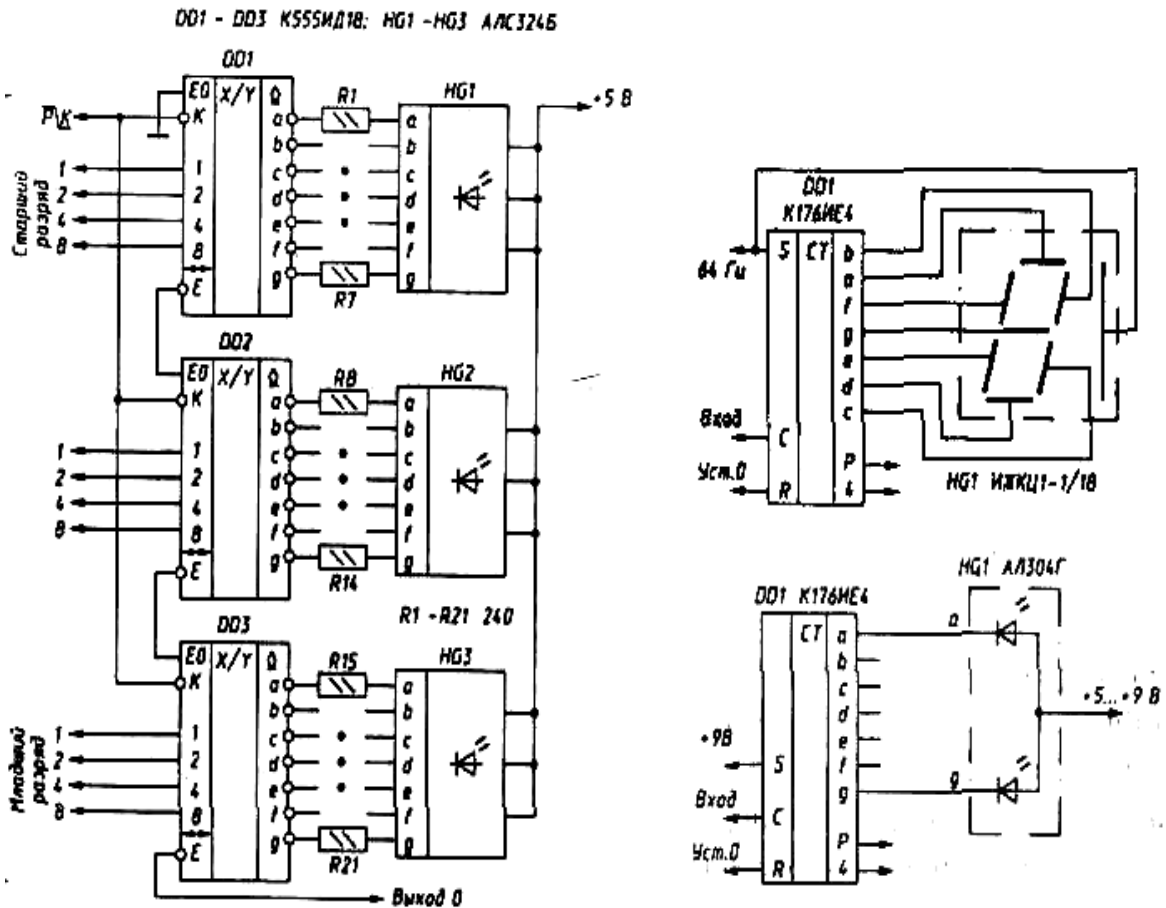
Şək. 3.60. K176ИЕ5 (a) və K176 ИЕ12 markalı (b) sayğaclar əsasında qurulmuş RC-generatorların sxemi

Şəkil 3.61-də K176ИЕ18 markalı sayğacın tipik qoşulma sxemi və K176 seriyadan olan mikrosxemlər əsasında qurulan təqvimli saatin əsas qovşaqlarının sxemi verilmişdir.

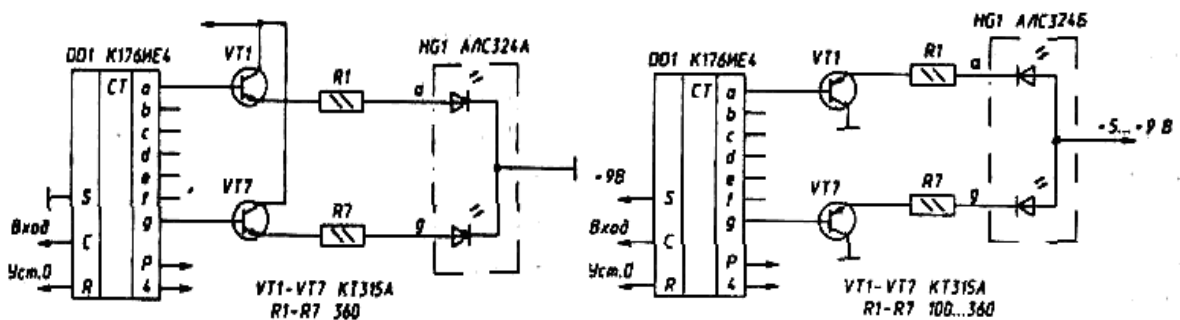


Şəkil 3.61. K176ИЕ18 markalı sayğacın tipik qoşulma sxemi və təqvimli saat sxemi

Rəqəmli indikasiya qurğularında istifadə olunan TTM, TTMSŞ və KMOY mikrosxemlərinin qoşulma sxemlərinə misal olaraq şəkil 3.62-də TTMSŞ strukturlu K555ИД18 markalı deşifratorun çıxışına yarımkəçiricili yeddiseqmentli indikatorun qoşulması və KMOY tipli K176ИЕ4 markalı sayğac-deşifrator mikrosxemlərinin çıxışına mayekristal və yarımkəçiricili indikatorların qoşulma sxemləri verilmişdir. Şəkil 5.61-də isə böyük cərəyanlı yarımkəçiricili yeddiseqmentli indikatorların qoşulma sxemləri verilmişdir. Bu sxemlərin işçi parametrlərini təyin edin.



Şəkil 3.62. TTMSŞ strukturlu K555ИД18 markalı deşifratorun və KMOY tipli K176ИЕ4 markalı sayğac-deşifrator mikrosxemlərinin çıxışlarına indikatorların qoşulma sxemləri



Şəkil 3.62. Böyük cərəyanlı yarımkəçiricili yeddiseqmentli indikatorların qoşulma sxemləri



## XÜLASƏ

Oxuculara təqdim olunan bu dərslikdə mövcud olan elektron cihazlarının əyani təsvirlərlə müşayiət olunan, nisbətən sadə dildə və zəruri həcmdə fiziki və texniki təsviri verilmiş, geniş tətbiq olunan elektron qurğularının əsaslarına, onların işinin ətraflı izahına və sxem həllərinə xüsusi yer verilmiş və bununla da, bir tərəfdən tələbələrə vacib olan baza biliklərini vermək, digər tərəfdən mühəndis, magistr, həmçinin elmi işçilərə elektron qurğuları sahəsindəki biliklərini dərinləşdirmək və zənginləşdirmək məsələləri əsas məqsəd kimi qarşıya qoyulmuşdur. Ona görə də bu məsələlərin ən optimal həllini tapmaq heç də asanlıqla əldə olunmamışdır.

Bəzi materiallar dərslikdə tam əhatəli şəkildə verilmədiyindən bir sıra mövzuların, xüsusən tamam yeni bir sahə olan nanoelektronikanın dərinədən öyrənilməsi üçün yeni ədəbiyyatdan istifadə olunmasına böyük ehtiyac vardır. Buna baxmayaraq dərsliyin hər bir cildində yer tapmış nəzəri və praktiki materiallar elektron qurğularının əsasını təşkil edir və bu dərslikdən istifadə edən hər bir kəsə, bu sahəyə uyğun olan texniki fənləri, istənilən mürəkkəb texniki ədəbiyyatı yaxşı başa düşməyə, elektron qurğularının sxemlərini sərbəst şəkildə təhlil etməyə, onların elektrik hesabatını yerinə yetirməyə kömək edə bilər.

I cildə verilmiş elektron cihazlarının, həm II cildə, həm də III cildə verilən elektron qurğularının təsviri, eyni zamanda əlavələrdə verilmiş dolğun sorğu materialları və bu materialları tamamlayan sxem variantları elektron qurğularının sxem həllərini tərtib etmək, onların elektrik hesabatını aparmaq və praktiki realizə edilən variantını yaratmaq qabiliyyətinin formalaşdırılmasına əsaslı zəmin yaradır.

Müəlliflər kitabı hazırlayarkən cihazların fiziki əsaslarına və onların riyazi modellərinə az yer vermiş, lakin bu cihazların işini yaxşı başa düşməyə imkan verən əyani təsvirlərə geniş yer vermişdir. Bununla yanaşı elektron qurğularının əsaslarını verməklə, müəlliflər qurğuların sxemotexniki həllərinin daha yaxşı başa düşüləcək olmasına çalışmışlar. Bu işə öz növbəsində materialların hazırlanmasında, fəsilərin qruplaşdırılmasında və onların əlaqələndirilməsində böyük vaxt səfləri tələb etmiş və bir çox texniki çətinliklər yaratmışdır.

Müəlliflər ümid edir ki, görülən işlərin nəticələri faydasız olmayacaq, dərslik elektron qurğuları sahəsindəki biliklərin əsaslı bünövrəsini yaratmağa, oxucuları maraqlandıran əlavə texniki materialların sərbəst öyrənilməsinə, elektron qurğularının işlənməsi və yaradılması sahəsində çalışan, yaradıcılıq qabiliyyətlərinə malik olan savadlı mütəxəssis hazırlanmasında əsas yardımçı vəsaitlərdən biri olacaqdır.

Həmçinin, müəlliflər inanırlar ki, dərslik izahı aydın olan vəsaitlərdən biri kimi texniki ixtisasların tələbələri, mühəndis-texniki heyəti, eyni zamanda elektron qurğularına və onların sxemotexnikasına xüsusi marağı olan həm radiohəvəskarlar, həm də elektronika sevən geniş oxucu kütləsi tərəfindən böyük maraqla istifadə olunacaq.

## Ədəbiyyat

1. *Гальперин М.В.* Электронная техника: Учебник. – 2-е изд. Перераб. и доп. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005, 352с.
2. *Avionics fundamentals.* Jeppesen, USA, 2007, 432p.
3. *Нефёдов В.И.* Основы радиоэлектроники и связи: Учебное пособие. М., Высшая Школа, 2009, 735с.
4. *Лачин В.И., Савёлов Н.С.* Электроника: Учебн. пособие. 5-е изд., перераб. и доп - Ростов-на-Дону: «Феникс», 2005, 704с.
5. *Петров К.С.* Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника. , учебн. пособие. СПб., Питер, 2003., 512с
6. *Тугов Н.М., Глебов Б.А., Чарыков Н.А.* Полупроводниковые приборы. М.: Энергоатомиздат, 1990, 576с.
7. *Гольденберг Л.М.* Импульсные устройства. М. Радио и связь. 1985, 287с.
8. *Крылов Н.П.* Авиационная радиоэлектроника, М., ”Машиностроение”, 1984, 196с.
9. *Каяцкас А.А.* Основы радиоэлектроники . М.,Высшая школа,1988,464 с.
10. *Манаев Е. И.* Основы радиоэлектроники . М.,Радио и связь ,1990,512 с.
11. Авиационная радиоэлектроника. В. А. Бойцов , Н. А. Быков , А.И. Верещака ии др. М., Машиностроение, 1984, 232 с.
12. *Воронков Э.Н., Овечкин Ю.А.* Основы проектирования усилительных и импульсных схем на транзисторах. М., Машиностроение, 1976, 238с.
13. *Игнатов А.Н.* Оптоэлектронные приборы и устройства:  
Учебное пособие. – М.: Эко-Трендз, 2006, 272с.
14. *Paşayev A.M., Hacıyev N.C., Nəbiyev R.N.* Elektronikanın əsasları. B., MAA, 2003, 271s.
15. *Davudov B., Daşdəmirov K.* Radiofizika. Dərs vəsaiti. – Bakı: “Bakı Universiteti” nəşriyyatı”, 2008, 392s.
16. *Баскаков СИ.* Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Выс.школа, 2005.
17. *Быстрое Ю.А., Мироненко ИГ.* Электронные цепи и микросхемотехника. - М.: Высшая школа, 2002.
18. *Угрюмов Е.П.* Цифровая схемотехника: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2004, 800с.
19. *Шустов М.А.* Практическая схемотехника. Полупроводниковые приборы и их применение. Книга 5. – М.: «АЛЬТЕКС», 2004,304с.
20. *Ашихмин А.С.* Цифровая схемотехника. Современный подход. – М.: «ТехБук», 2007, 288с.
21. *Верещака А. И., Олянюк. П. В.* Авиационная радиоэлектроника, средства связи и радионавигации. Учеб.для вузов.М.:Транспорт,1993,343 с.

22. Новожилов О.П. Основы микропроцессорной техники: В 2 т. - М.: РадиоСофт, 2007.
23. Гусев ВТ., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника. - М.: Высшая школа, 2008.
24. Голубцов М.С., Кириченко А.В. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. Изд. 2-е, испр., и доп., М., СОЛОН-Пресс (Серия «Библиотека инженера»), 2006, 304с.
25. Mike Tooley and David Wyatt. Aircraft Electrical and Electronic Systems. Principles, operation and maintenance. - Oxford OX2 8DP, UK 30 Corporate Drive, Suite 400, Burlington, MA 01803, USA, 2009, 408p.
26. Пухальский Г. И. Цифровые устройства: Учебное пособие для вузов - СПб.: Политехника, 1996, 885с.
27. Бойт К. Цифровая электроника/ К. Бойт – М.: Техносфера, 2007, 472 с.
28. Быстрое Ю.А., Мироненко ИГ. Электронные цепи и микросхемотехника. - М.: Высшая школа, 2002, 386с.
29. Кузнецов Б.Ф. Электронные промышленные устройства. – Иркутск.: Изд. Анг.ГТА, 2010, 151с.
30. Юшин А.М. Цифровые микросхемы для электронных устройств.: Справочник. – М.: Высш. Школа, 1993, 176с.
31. Пухальский Г.И., Новосельцева Т.Я. Проектирование дискретных устройств на интегральных микросхемах: Справочник. – М.: Радио и связь, 1990, 304с.
32. Тарабрин Б.В. и др. Интегральные микросхемы: Справочник. – М.: Радио и связь, 1984, 328с.
33. Корякин-Черняк С.Л. Зарубежные микросхемы, транзисторы, диоды 0...9: Справочник. – СПб.: Наука и Техника, 2001, 688с.
34. Бродин В. Б., Калинин А. В. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики. — М.: ЭКОМ, 2002., 437с - ISBN 5-7163-0089-8
35. Микушин А. Занимательно о микроконтроллерах. — М.: БХВ-Петербург, 2006., 263с. — ISBN 5-94157-571-8
36. Новиков Ю. В., Скоробогатов П. К. Основы микропроцессорной техники. Курс лекций. — М.: Интернет-университет информационных технологий, 2003., 286с. — ISBN 5-7163-0089-8
37. Жан М. Рабаи, Ананта Чандракасан, Боривож Николитч. Цифровые интегральные схемы. Методология проектирования = Digital Integrated Circuits. — 2-е изд. — М.: Вильямс, 2007., 528с. — ISBN 0-13-090996-3.
38. Mehta V.K., Mehta Rohit. Principles of electronics. - Ram Nagar, New Delhi-110 055. Thoroughly Revised Eleventh Edition 2008, 778p.

<b>M Ü N D Ə R İ C A T</b>	
<b>Ön söz.....</b>	5
<b>Əsas ixtisarlarnın siyahısı.....</b>	7
<b>Giriş.....</b>	9
<b>Fəsil 1. RƏQƏM MİKROXEMLƏRİ, NÖVLƏRİ, PARAMETRLƏRİ VƏ TƏTBİQ SAHƏLƏRİ.....</b>	12
<b>1.1. Ümumi məlumat.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Rəqəm qurğularının xüsusiyyətləri, növləri və işarələnmə qaydası...</b>	<b>13</b>
1.2.1. Rəqəm qurğularının xüsusiyyətləri.....	13
1.2.2. Rəqəm İS-lərinin növləri, onların şərti-qrafiki işarələnməsi və konstruktiv tərtibatı.....	14
<b>1.3. Rəqəm mikrosxemlərinin əsas parametrləri və xarakteristikaları.....</b>	<b>16</b>
1.3.1. Məntiqi sıfır və vahid səviyyələri.....	16
1.3.2. Rəqəm mikrosxemlərinin giriş və çıxış cərəyanları.....	19
1.3.3. Rəqəm mikrosxemlərinin cəld işləmə qabiliyyətini təyin edən parametrləri.....	19
1.3.4. Rəqəm sxemlərinin məntiq funksiyasının təsviri.....	20
<b>1.4. Rəqəm qurğularının riyazi təsviri.....</b>	<b>21</b>
1.4.1. Say sistemləri haqqında məlumat.....	21
1.4.2. Məntiq sabitləri və dəyişənləri. Bul cəbrinin əməliyyatları.....	27
1.4.3. Cəbri məntiq funksiyalarının yazılış qaydaları.....	31
1.4.4. Məntiq əməliyyatlarında ikilik prinsipi.....	36
1.4.5. Cəbri məntiq funksiyalarının minimallaşdırılması.....	37
1.4.6. Əsas məntiq elementləri.....	38
<b>Fəsil 2. BAZA MƏNTİQ ELEMENTLƏRİ.....</b>	41
<b>2.1. Məntiq dəyişənlərinin elektrik siqnailları ilə təsviri üsulları.....</b>	41
<b>2.2. Baza elementlərinə olan əsas tələblər.....</b>	41
<b>2.3. Baza ME-nin təsnifatı.....</b>	43
<b>2.4. TTM baza İMS-lərin tərkibi, sxemotexnikası və işləmə prinsipi.....</b>	44
<b>2.5. TTM elementlərinin cəldliyinin artırılması üsulları.....</b>	50
<b>2.6. Emitter əlaqəli məntiqli baza məntiq elementləri.....</b>	52
<b>2.7. İnteqral-injeksiya məntiqli baza məntiq elementləri.....</b>	54
<b>2.8. MDY- tranzistorlarda baza məntiq elementləri.....</b>	55
<b>2.9. Geniş tətbiq olunan baza məntiq mikrosxemləri.....</b>	57
2.9.1. Müxtəlif strukturlu məntiq mikrosxemlərinin əsas seriyaları və onların parametrləri.....	57
2.9.2. Əsas məntiq elementləri və onların strukturları.....	59
2.9.3. Geniş yayılmış məntiq mikrosxem seriyaları, onları quruluşu və İTX-ları.....	60
<b>FƏSİL 3. KOMBİNASİYALI RƏQƏM QURĞULARI.....</b>	66
<b>3.1. Verilmiş element bazasında məntiq qurğularının sintezi.....</b>	66
<b>3.2. Məntiq qurğularının real element bazasında qurulması xüsusiyyətləri.....</b>	67

<b>3.3. Kombinasiyalı rəqəm qurğularının tipik funksional sxemləri.....</b>	<b>70</b>
3.3.1 Multipleksor və demultipleksor.....	70
3.3.2. Kod çeviriciləri.....	72
3.3.3. Şifrator və deşifrator.....	73
3.3.4. Rəqəm komparatorları.....	75
<b>Fəsil 4. ARDİCİL TIPLİ RƏQƏM QURĞULARI.....</b>	<b>79</b>
<b>4.1. Trigger qurğularının təyinatı və təsnifatı.....</b>	<b>79</b>
<b>4.2. Registrlər.....</b>	<b>83</b>
<b>4.3. Sayğaclar.....</b>	<b>85</b>
<b>Fəsil 5. HESAB-MƏNTİQ QURĞUSU.....</b>	<b>88</b>
<b>5.1. Hesab-məntiq qurğusunun təyinatı və əsas parametrləri.....</b>	<b>88</b>
<b>5.2. Cəmləyicilər.....</b>	<b>89</b>
5.2.1. İkilik cəmləmənin alqoritmi.....	89
5.2.2. Cəmləyicilərin təsnifatı.....	91
<b>5.3. Hesab cəmləmə və çıxma əməliyyatlarının yerinə yetirilməsi.....</b>	<b>94</b>
<b>5.4. Hesab vurma əməliyyatının yerinə yetirilməsi.....</b>	<b>94</b>
<b>Fəsil 6. YARIMKEÇİRİCİ YADDAŞ QURĞULARI.....</b>	<b>99</b>
<b>6.1. Bir ölçülü ünvanlanmaya malik YQ.....</b>	<b>100</b>
<b>6.2. İkiölçülü ünvana malik YQ.....</b>	<b>102</b>
<b>6.3. YQ yaddaş həcmının artırılması.....</b>	<b>103</b>
<b>6.4. Bipolyar tranzistorlarda statik OYQ.....</b>	<b>103</b>
<b>6.5. Dinamiki OYQ.....</b>	<b>104</b>
<b>6.6. Daimi yaddaş qurğuları.....</b>	<b>106</b>
<b>6.7. Maskalı DYQ.....</b>	<b>106</b>
<b>6.8. Yandırılan DYQ.....</b>	<b>107</b>
<b>6.9. Yenidən proqramlaşdırıla bilən DYQ.....</b>	<b>108</b>
<b>6.10. Proqramlaşdırılan xarakteristikalara malik məntiq qurğuları.....</b>	<b>110</b>
<b>Fəsil 7. ANALOQ-RƏQƏM VƏ RƏQƏM - ANALOQ ÇEVİRİCİLƏRİ.....</b>	<b>112</b>
<b>7.1. Analog-rəqəm və rəqəm - analog çevrilməsinin prinsipləri.....</b>	<b>112</b>
<b>7.2. Analog-rəqəm çeviriciləri.....</b>	<b>115</b>
7.2.1. Zaman-impuls çevrilməli ARÇ.....	116
7.2.2. Tezlik – impuls çevrilməli ARÇ.....	119
7.2.3. Dərəcəyə görə bərabərləşdirmə (tarazlaşdırma) ARÇ-si.....	120
7.2.4. Eninə impuls modulyatorlu ARÇ-lər.....	121
7.2.5. İkitaklı inteqrallama ilə olan ARÇ-lər.....	122
7.2.6. Ardıcıl sayılı ARÇ.....	122
7.2.7. Paralel çevirməyə malik ARÇ.....	124
7.2.8. Yüksəksürətli ARÇ-lər.....	126
<b>7.3. Rəqəm-analoq çeviriciləri.....</b>	<b>126</b>
<b>7.4. Komparatorlar.....</b>	<b>135</b>
<b>7.5. İmpuls selektorları.....</b>	<b>135</b>
7.5.1. Təyinatı və növləri.....	136

7.5. 2. Amplituda selektorları.....	136
<b>Fəsil 8. MİKROPROSESSORLAR, TƏYİNATI, TƏSNİFATI VƏ TEXNİKİ SİSTEMLƏRİN QURĞULARI İLƏ QARŞILIQLI ƏLAQƏSİ.....</b>	139
<b>8.1.</b> Mikroprosessorlar haqqında ümumi məlumat.....	139
<b>8.2.</b> Mikroprosessorların təsnifatı.....	142
<b>8.3.</b> Texniki sistemlərin inkişafında mikroprosessorun rolu.....	144
<b>8.4.</b> Mikroprosessorun RES-lərin qurğuları ilə qarşılıqlı əlaqəsi.....	146
<b>8.5.</b> Mikroprosessorlu idarəetmə sistemlərinin strukturu.....	147
<b>8.6.</b> Mikroprosessorlu kontrollerin strukturu.....	149
<b>8.7.</b> İdarə obyektinə ilə əlaqə qurğusunun strukturu.....	152
<b>8.8.</b> Mikroprosessorlu idarə etmə qurğuları.....	153
8.8.1. Rəngli televizorun idarəetmə sistemi.....	153
8.8.2. Elektrik intiqalının idarə sistemi.....	155
<b>Fəsil 9. MİKROPROSESSORLU SİSTEMLƏRİN TEXNİKİ VASİTƏLƏRİ.....</b>	160
<b>9.1.</b> Mikroprosessorlu sistemlərin arxitekturası.....	160
9.1.1. MP-li sistemlərin ümumiləşmiş arxitekturası.....	160
9.1.2. MP-li sistemlərin magistral-modullu arxitekturası.....	164
9.1.2. MP-nin işləmə alqoritmi.....	167
<b>9.2.</b> Mikroprosessorlu sistemlərdə informasiyanın emalı prosesinin təşkili.....	168
9.2.1. İnformasiyanın emalını təşkilinin struktur sxemi.....	168
9.2.2. MP-li informasiya emalı sistemində şinlərin təşkili.....	172
<b>9.3.</b> Mikroprosessorlu sistemlərdə yaddaşın təşkili və informasiyanın ötürülməsi prinsipləri.....	174
9.3.1. MP-də stek yaddaşı.....	174
9.3.2. Yaddaşın təşkili.....	175
9.3.3. Intel 8086 markalı 16-dərəcəli MP-də yaddaşın və verilənlərin ötürülməsinin təşkili.....	181
<b>9.4.</b> Verilənlərin yazılması və ötürülməsi vasitələri və qurğuları.....	186
9.4.1. Proqramlaşdırma dili.....	186
9.4.2. Giriş-çıxış qurğuları.....	187
<b>Fəsil 10. MİKROPROSESSORLU SİSTEMLƏRİN İNTERFEYSLƏRİ.....</b>	189
<b>10.1.</b> İnterfeyslərin təsnifatı.....	189
<b>10.2.</b> Mikroprosessorlu sistemlərin tipik interfeysləri.....	190
<b>10.2.1. İzolə edilmiş şinlərə malik (ünvanlanmış) interfeys.</b>	191
<b>10.2.2. Qarışıq ünvan şinlərinə malik interfeys.</b>	192
<b>10.2.3. MK interfeysinin strukturu.</b>	192
<b>10.2.4. Ardıcıl interfeys.</b>	194
<b>10.3.</b> MP və HQ arasında verilənlərin mübadiləsi üsulları.....	195
<b>10.4.</b> Çoxdərəcəli indikatorun interfeysi.....	196

<b>11. MİKROPROSESSORDA TİPİK FUNKSİYALARIN YERİNƏ YETİRİLMƏSİ QURĞULARI.....</b>	200
11.1. Mikroprosessorlu sistemlərin tipik funksiyaları.....	200
11.2. Tezliyin ölçülməsi qurğusu.....	202
11.3. Kanalların kommutasiyası qurğusu.....	205
11.4. Say funksiyasının yerinə yetirilməsi sxemi və alqoritmi.....	207
11.4.1.MP-li zaman inetrvalları formalaşdırıcının proqram həlli.....	210
11.4.2. Hesab əməliyyatlarının yerinə yetirilməsi.....	215
11.7. İnformasiyanın rəqəm indikatoruna çıxarılması.....	218
11.8. Zaman gecikmələrinin proqramlaşdırılması.....	221
11.9. İdarəedici siqnalların formalaşdırılması.....	223
<b>Fəsil 12. MİKROKONTROLLERLİ QURĞULAR.....</b>	226
12.1. Mikrokontrollerlərin təyinatı, quruluşu, növləri və əsas parametrləri.....	226
12.2. PIC-mikrokontrollerləri əsasında qurğular və onların sxemotexnikası.....	232
12.3. AVR -mikrokontrollerləri əsaslı qurğular və onların sxemotexnikası.....	240
12.3.1. Mikrokontrollerlərin çıxışlarının təsviri.....	241
12.3.2. Daxiletmə/çıxarma portları.....	242
12.3.3. B portunun verilənlərinin istiqaməti registri – DDRB.....	244
12.3.4. Mikrokontrollerin proqramlaşdırılması.....	245
<b>Fəsil 13. AVİASIYA TEXNİKASINDA TƏTBİQ OLUNAN RƏQƏM QURĞULARI.....</b>	254
13.1. Hava gəmilərinin avionika sistemlərində istifadə olunan məntiq elementləri və qurğuları.....	254
13.1.1. Avionika sistemlərində geniş tətbiq olunan məntiq elementləri....	255
13.1.2. Hava gəmilərində tətbiq olunan məntiq qurğuları.....	255
13.1.3. Nəzarət və ölçmə qurğuları.....	259
13.2. Avionikanın kompüter sistemləri və verilənlərin ötürülməsi qurğuları.....	260
13.2.1. Verilənlərin ötürülməsi sxemləri.....	261
13.2.2. Çap lövhələrinin konstruksiyası.....	263
13.2.3. Avtomatik idarəetmə sxemləri.....	264
<b>ƏLAVƏLƏR.....</b>	266
<b>Əlavə 1. Elementlərin şərti-qrafiki işarələri.....</b>	266
<b>Əlavə 2. Geniş yayılmış yarımkeçirici cihazların parametrləri, istismar şərtləri və tətbiq sahələri.....</b>	276
2.1. Yarımkeçirici diodların parametrləri, istismar şərtləri və tətbiq sahələrinə nümunələr.....	276
2.1.1. Diodların parametrlərinin təsnifatı.....	276
2.1.2. Universal təyinatlı diodlar.....	281
2.1.3. Stabiltronlar.....	282

2.1.4. Varikaplar.....	283
2.1.5. İşıq diodları və yarımkeçirici rəqəm indikatorları.....	284
<b>2.2. Tranzistorların parametrləri, istismar şərtləri və tətbiq sahələri.....</b>	<b>287</b>
<b>2.3. Tiristor və simistorlar.....</b>	<b>292</b>
<b>2.4. Analoq mikrosxemlər.....</b>	<b>294</b>
2.4.1. Sıqnal gücləndiriciləri.....	294
2.4.2. Əməliyyat gücləndiricilərinin növləri və tətbiq sahələri.....	296
<b>2.5. Rəqəm mikrosxemləri.....</b>	<b>300</b>
2.5.1. Geniş tətbiq olunan TTM, TTMSŞ və KMOY strukturlu inteqral sxemlər.....	300
<b>2.6. Sxemlərin hesabatına nümunələr.....</b>	<b>308</b>
<b>Əlavə 3. Yarımkeçirici cihazlar əsasında qurulan elektron qurğularının sxemlərinə misallar.....</b>	<b>310</b>
<b>3.1. Yarımkeçirici diodlar əsasında elektron qurğularının sxemləri və onların işçi parametrləri.....</b>	<b>310</b>
<b>3.2. Tranzistor əsaslı elektron qurğularının praktiki sxemləri və onların işçi rejimləri.....</b>	<b>314</b>
<b>3.3. Optoelektron cihazları və optocütlər əsasında qurğuların qoşulma sxemlərini təhlili və parametrlərinin hesablanması.....</b>	<b>319</b>
<b>3.4. İnteqral sxemlər əsasında elektron qurğuları, onların praktiki sxemləri və işçi parametrləri.....</b>	<b>320</b>
<b>3.5. Tranzistor və mikrosxemlər əsasında gərginlik stabilizatorları, onların praktiki sxemləri və işçi parametrləri.....</b>	<b>322</b>
<b>3.6. Aşağı və orta inteqrasiyalı rəqəm mikrosxemlərinin tətbiqinə misallar.....</b>	<b>325</b>
<b>XÜLASƏ.....</b>	<b>329</b>
<b>Ədəbiyyat.....</b>	<b>330</b>





Arif Mir Cəlal oğlu Paşayev, f.r.e.d., professor, AMEA-nın həqiqi üzvü, Milli Aviasiya Akademiyasının (MAA) rektoru. 1957-ci ildə Odessa Elektrotexnika Rabitə İnstitutunu bitirib. 1959-cu ildən AMEA-nın Fizika İnstitutunda elmi fəaliyyətə başlamış, həmin vaxtdan o, yarımkeçirici materialların elektrofiziki parametrlərini kontaktsız ölçmək üçün cihazlar, qurğular, mikrominiatur dəqiq çeviricilər işləyib yaratmışdır. 1966-cı ildə namizədlik, 1978-ci ildə doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmişdir. 400-dən çox elmi əsərin, 20-dən artıq kitabın və monoqrafiyanın, 40-dan çox ixtiranın və patentin müəllifidir.

A.M. Paşayev Dövlət mükafatına, "SSRİ-nin ixtiraçısı" medalına, akademik Y.Məmmədəliyev adına medala və İngiltərə Beynəlxalq Bioqrafiya Mərkəzinin qızıl medalına və "Şöhrət ordeni"nə layiq görülmüş, "XXI əsrin tanınmış alimi" beynəlxalq diplomu ilə təltif edilmişdir. 1971-ci ildən 1996-cı ilədək AMEA-nın Fizika İnstitutunun "Zədəsiz ölçmə və nəzarətin fiziki üsulları" ETL-nə rəhbərlik etmiş, 1996-cı ildən indiyədək MAA-nın rektorudur. Onun rəhbərliyi altında MAA-nın elmi fəaliyyəti çox şaxəli istiqamətlərə yönəlmiş, MAA Dövlətlərarası Aviasiya Komitəsinin qərarı ilə "Mülki Aviasiya ali təhsil müəssisəsi" sertifikatına layiq görülmüş və Beynəlxalq Mülki Aviasiya Təşkilatının ali təhsil müəssisələrinin siyahısına daxil edilmişdir.

*Bir sıra akademiyaların akademiki olan Arif Paşayevin elmi axtarırlarının əsas istiqaməti yarımkeçiricilər fizikası və texnikasıdır.*

Afiq Rəşid oğlu Həsənov, t.e.d., professor, AMEA-nın müxbir üzvü, MAA-nın elmi işlər üzrə prorektoru, eyni zamanda "Radioelektronika" kafedrasının müdiri. 1974-cü ildə Leninqrad Elektrotexniki Rabitə İnstitutunu bitirib. 1974-1993-cü illərdə müxtəlif təyinatlı müəssisələrdə mühəndis, aparıcı mühəndis, b.e.i. vəzifələrində çalışmış, HHİE Avtomatlaşdırılmış Sistemlərinin işlənməsində iştirak etmişdir. 1993-cü ildə namizədlik, 2003-cü ildə doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmişdir. 150-dən çox elmi əsərin, 7 ixtira və 4 patentin, 3 monoqrafiyanın, 3 dərslinin, 9 dərslərinin və 4 tədris-metodik işin müəllifidir. Uzun müddət AMEA Fizika İnstitutunda laboratoriya müdiri vəzifəsində çalışmış

və eyni zamanda Az.TU - da pedaqoji fəaliyyət ilə məşğul olmuşdur. Siqnalların işlənməsi üçün yeni tipli akusto-optik metodların və vasitələrin yaradılması problemləri üzərində çalışır. 1996-cı ildən MAA-da kafedra müdiri, 2005-ci ildən elmi işlər üzrə prorektor vəzifələrində çalışır. Kafedra nəzdindəki «Radioelektron sistemlərin işlənməsi və tətbiqi» problem laboratoriyasının rəhbəridir. Müxtəlif mövzulu Elmi tədqiqat (ETİ) və Təcrübi konstruktor (TKİ) işlərinin elmi rəhbəri olmuşdur. MAA-da fəaliyyət göstərən İxtisaslaşdırılmış Dissertasiya Şurasının həmsədridir.

*Maraq dairəsi: radioelektronika, akustooptika və məsafədən video müşahidə sahələridir. Əlaqə tel: (+ 994 12) 497 27 54 – A.R.Həsənov, 497 26 00 (20-60) – kafedra Email: [hasanov@naa.edu.az](mailto:hasanov@naa.edu.az)*

İslam Əsəd oğlu İsgəndərov, f.r.e.n., dosent, MAA-nın "Avionika" kafedrasının müdiri. 1985-ci ildə Sevastopol Cihazqayırma İnstitutunu bitirib. 1985-1991-ci illərdə Fotoelektronika ETİ-də (hl-hazırda AMEA Fizika İnstitutunun bir bölməsi), 1991-1995-ci illərdə Az.MİU-nun "Metal və ərintilər fizikası" ETL-də mühəndis, elmi işçi vəzifələrində çalışmış, həmin dövrlərdə mürəkkəb birləşmələrin xassələrinin tədqiqi üçün eksperimental qurğuların işlənilməsi və onların tədqiqi ilə məşğul olmuşdur. 1995-ci ildən MAA-nın ETAİ-də b.e.i., şöbə müdiri, laboratoriya müdiri, 1999-cu ildən "Aviasiya radiotexnikası və elektronikasi" kafedrasında müəllim, baş müəllim, dosent, 2005 - 2011-ci illərdə həmin kafedranın müdiri vəzifələrində işləmişdir. 2002-ci ildə 01.04.01 ixtisası üzrə namizədlik dissertasiyasını müdafiə etmişdir. 70-dən çox elmi-metodiki işin, o cümlədən, 6 patentin, 2 dərslərinin və 3 metodik vəsaitin müəllifidir. 1999-cu ildə MAA-da, 2004-cü ildə Xarkovda, 2007-ci ildə "AZAL" – da və 2008-ci ildə Almaniyada aviasiya texnikası üzrə kurslar keçmişdir. 2014-cü ildə Alma-Ata şəhərində QRMAA-da "Aviasiya texnikası avadanlıqlarının istismarı" ixtisası üzrə magistrantlara iki həftəlik xüsusi kursların tədrisini həyata keçirmişdir. Bir sıra ETİ və TKİ-lərdə məsul icraçı və rəhbər olmuşdur. Təyyarələrin yüklənməsinə və uçuşlara nəzarət sistemlərinin və bort elektron sistemlərinin mükəmməlləşdirilməsi istiqamətində elmi-tədqiqat işləri aparır. 2011-ci ildən yeni açılmış "Avionika" kafedrasının müdiri vəzifəsində çalışır.

*Maraq dairəsi: avionika, radioelektronika və sxemotexnika sahələridir. Əlaqə telefonu: (+994 12)487 26 00 (24-26). 055 717 32 77; 050 281 29 39. Email: [islam.nus@mail.ru](mailto:islam.nus@mail.ru)*

Fikrət Abdulla oğlu Abdurəhimov, t.e.n., 1968-ci ildə Azərbaycan Neft və Kimya institutunu bitirmişdir. 1968-1970-ci illərdə zabıt kimi hərbi qulluqda olmuş və tank batalyonunun rabitə rəisi, 1970-1973-cü illərdə "Neftkimyaavtomat" ETLİ-də mühəndis, 1973-1978-ci illərdə "Mikroelektronika" XKB-də baş mühəndis vəzifəsində işləmişdir.

1978-ci ildən Azərbaycan Texniki Universitetinin "Radiotexnika" kafedrasında çalışır. 05.11.16 - "İnformasiya-ölçmə və idarəetmə sistemləri" ixtisası üzrə namizədlik dissertasiyasını müdafiə etmişdir. 1998-ci ildən başlayaraq, fasilələrlə MAA-nın "Aviasiya radiotexnikası və elektronikasi" (indiki "Radioelektronika") kafedrasında saat hesabı və yarımştat olaraq əvəzçi müəllim kimi çalışmışdır. Hal-hazırda həmin kafedranın 0,5 ştat baş müəllimidir. 70-dən çox elmi əsərin, o cümlədən 5 ixtiranın, 1 dərslinin, 3 dərslərinin, 5 metodik vəsaitin müəllifidir.

*Maraq dairəsi – İnformasiyanın qəbulu, emalı və ötürülməsi sahəsidir*

A.M. Paşayev, A.R. Həsənov  
İ.Ə.İsgəndərov, F.A.Abdurəhimov

## **ELEKTRON QURĞULARININ ƏSASLARI**

### **Cild 2. ANALOQ VƏ İMPULS QURĞULARI**

Dərslik “Mülki Aviasiya” redaksiy  
Heyəti tərəfindən baxılmış və çapına  
icazə verilmişdir  
Çapa hazırlanmışdır 10.09.14

Korrektor Əliyeva O.V.

Dərslik “Azərbaycan Hava Yolları”  
Qapalı Səhmdar Cəmiyyəti  
Milli Aviasiya Akademiyasının  
Poliqrafiya Mərkəzində şap edilmişdir.  
Tirajı 100 nüsxə