

Mündərijat

<i>Giriş</i>	5
<i>1. Avtomatika və avtomatlaşdırma, avtomatik sistemlərin elementləri</i>	5
<i>1.1 Avtomatika və avtomatlaşdırma</i>	5
<i>1.2 Avtomatik sistemlərin təsnifatı</i>	7
<i>1.2.1 Avtomatik nəzarət sistemləri</i>	7
<i>1.2.2 Avtomatik mühafizə sistemləri</i>	7
<i>1.2.3 Avtomatik idarəetmə sistemləri</i>	8
<i>1.2.4 Avtomatik tənzimləmə sistemləri</i>	10
<i>1.3 Avtomatik sistemlərin funksional sxemləri</i>	10
<i>1.3.1 Avtomatik nəzarət sisteminin funksional sxemi</i>	10
<i>1.3.2 Avtomatik idarəetmə sisteminin funksional sxemi</i>	11
<i>1.3.3 Avtomatik tənzimləmə sisteminin funksional sxemi</i>	11
<i>1.4 Avtomatik sistemlərin elementləri</i>	12
<i>2. Bul jəbri və məntiqi sxemlər</i>	20
<i>f</i>	
<i>2.2. Bul funksiyaları və onların verilməsi</i>	25
<i>2.3. Bir və ikidəyişənli Bul funksiyaları</i>	28
<i>2.4. Bul jəbrinin əsas qanunları</i>	32
<i>2.5. Əsas Bul funksiyalarının bəzi realizasiyaları</i>	36
<i>2.6. Çoxdəyişənli Bul funksiyaları</i>	46
<i>2.7. Mükəmməl normal formalar</i>	49
<i>2.8. Normal formaldan mükəmməl normal formalara keçid</i>	
<i>qaydaları</i>	54
<i>2.8.1. Analitik üsul</i>	54
<i>2.8.2. Qrafik üsul</i>	56
<i>2.9. Məntiqi funksiyaların minimallaşdırılması</i>	59
<i>2.9.1. Dəyişənlərin ardıyl yox edilməsi metodu</i>	59

<i>2.9.2. Həndəsi metod</i>	<i>61</i>
<i>2.10 Kəayn metodu</i>	<i>68</i>
<i>2.11. Kəayn - Mak Klaski metodu</i>	<i>71</i>
<i>2.12. Karno kartları metodu</i>	<i>73</i>
<i>2.13. Məntiqi funksiyaların universal bəzislərdə yazılması</i>	<i>76</i>
<i>3.Ardıcıl qurğular</i>	<i>82</i>
<i>3.1 Integral triggerlər</i>	<i>82</i>
<i>3.2Asinxron RS trigger</i>	<i>83</i>
<i>3.3 Sinxron RS trigger</i>	<i>85</i>
<i>3.4 S-növlü trigger</i>	<i>87</i>
<i>3.5 R-növlü trigger</i>	<i>88</i>
<i>3.6 E-növlü trigger</i>	<i>89</i>
<i>3.7 D-növdü (gejikdiriji) trigger</i>	<i>90</i>
<i>3.8 İK-növlü trigger</i>	<i>91</i>
<i>4.İmpuls sayğajları</i>	<i>94</i>
<i>4.1 Ardıcıl (asinxron) ikilik sayğajlar</i>	<i>94</i>
<i>4.2 Paralel (sinxron) ikilik sayğajlar</i>	<i>96</i>
<i>4.3 Çıxışı asinxron ikilik sayğajlar</i>	<i>99</i>
<i>4.4 Reversiv sayğajlar</i>	<i>100</i>
<i>4.5 İxtiyari say əmsallı sayğajlar</i>	<i>102</i>
<i>4.6 Özü-özünə dayanan sayğajlar</i>	<i>104</i>
<i>4.7Tezlik bölüjü sayğajlar</i>	<i>105</i>
<i>5. Registrlər</i>	<i>107</i>
<i>5.1 Paralel təsirli registrlər (yaddaş registri)</i>	<i>107</i>
<i>5.2 Ardıcıl (sürüşdürüjü) registr</i>	<i>108</i>
<i>5.3 Dairəvi sayğajlar</i>	<i>111</i>
<i>5.4 Jonson sayğajı</i>	<i>112</i>
<i>5.5 Universal sürüşdürüjü registr</i>	<i>113</i>
<i>6. Kombinasialı qurğular</i>	<i>116</i>

6.1 Şifratorlar	116
6.2 Deşifrator	117
6.2.1 Xətti deşifrator	117
6.2.2 Piramidal deşifratorlar	119
6.2.3 Düzbujaqlı deşifratorlar	120
6.3 Multipleksorlar	120
6.4 Demultipleksor	122
7. Hesab-məntiq qurğuları	123
7.1 Jəmləyijilər	123
7.2 Yarıjəmləyijilər	124
7.3 Tam jəmləyijilər	126
7.4 Çoxdərəcəli paralel jəmləyijilər	127
7.5 Ardıcıl jəmləyijilər	129
7.6 Çıxijılar	131
8. Taktlayiji və uzlaşdıriji qurğular. İmpuls generatorları və formalaşdırijuları	134
8.1 İntegral taymer	142
8.2 Rəqəm və analoq sxemlərin uzlaşdırılması	144
8.3 Rəqəm analoq çevirijiləri	145
8.4 Analıq – rəqəm çevirijiləri	149
9. Proqramlaşdırılan kontrollerlər	154
9.1 Kontrollerin proqramlaşdırılması	159
9.2 LOGO universal məntiqi modulu	164
9.2.1 Xüsusi qurulmuş funksiyalar	168
9.2.2 Əlavə daxil edilmiş xüsusi funksiyalar	170

9.3 STEP - 7	170
9.4 Programlaşdırma dilləri	173
9.4.1 Kontakt plan	173
9.4.2 Element və bloklar	173
9.5 Bul məntiqi və həqiqilik الجدولی	175
9.5.1 Hormal açıq (qapanan) kontakt	176
9.5.2 Normal bağlı (açılan) kontakt	176
9.6 Ardııl birləşmiş kontaktların programlaşdırılması	177
9.6.1 Paralel birləşmiş kontaktların birləşməsi	179
9.7 Funksional plan	181
9.7.1 Məntiqi blokların təşkili	182
9.7.2 Nəqlədiji lentin hərəkət istiqamətinin təyini	185
9. 8 Operatorlar siyahısı	187
Ədəbiyyat	196

Giriş

Avtomatlaşdırma texnikası müasir dövrdə texniki tərəqqinin əsas istiqamətlərindən biridir. Avtomatlaşdırma müxtəlif əməliyyatları sürətlə və dəqiq işlə etməklə əmək məhsuldarlığını və istehsal mədəniyyətini yüksəldir, işçilərin sayını azaldır, istehsalatın əlverişli idarə olunmasını təmin edir.

Avtomatlaşdırma yalnız iqtisadi jəhətdən deyil, eləcə də texniki və ictimai baxımdan da böyük əhəmiyyətə malikdir. Bütün bunlar əməyin xarakterinin kökündən dəyişməsinə kömək edir. Xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələrində avtomatlaşdırma texnikasının

geniş tətbiq edilməsi zehni əməklə fiziki əmək arasında fərqi aradan qaldırılmasını təmin edir.

İlk avtomatik tənzimləyicilərin quruluşu sadə, iş etdiyi əməliyyatlar isə məhdud idi. Bu qurğularda, adətən, həssas element eyni zamanda iş orqanı vəzifəsini də daşıyırdı.

İstehsal prosesləri inkişaf etdikdə onun müxtəlif sahələrində küllü miqdarda avtomatik idarəetmə qurğuları yaranıb tətbiq olunurdu.

Avtomatikanın yeni keyfiyyətli inkişafı EHM-lərin yaranması ilə başladı. Müasir mürəkkəb avtomatik sistemlərdə EHM-lər bilavasitə kompleksə qoşulur.

1. Avtomatika və avtomatlaşdırma, avtomatik sistemlərin elementləri

1.1 Avtomatika və avtomatlaşdırma

Gündəlik həyatda avtomatika və avtomatlaşdırma anlayışlarına tez - tez rast gəlirik.

Bu anlayışları bir-birindən fərqləndirmək lazımdır. İstehsal proseslərini insanın iştirakı olmadan idarə etmək üçün üsullar və texniki vasitələr araşdıran elm avtomatika adlanır.

Avtomatikanın texniki vasitələri cihazlardan və qurğulardan ibarətdir. Bunlar vasitəsi ilə texnologi prosesin gedişi və parametrləri haqqında məlumat alınır, həmin məlumat texnologi prosesə təsir etmək üçün lazımi istiqamətdə idarəedici signala çevrilir. Texnologi proseslərdə avtomatlaşdırma texnikasından istifadə edildikdə insan fiziki zəhmətdən azad edilir, proses normal gedir, insanla əlaqədar olan səhvlər və qeyri-normal hallar aradan qaldırılır və böyük iqtisadi səmərə əldə edilir.

Texnologiyanın insan həyatı üçün təhlükəli olduğu yerlərdə avtomatlaşdırma texnikasından istifadə etmək xüsusilə vacibdir. Avtomatikada məqsəd müxtəlif obyektlərin iş recimlərini, insanın bilavasitə iştirakı olmadan lazımi vəziyyətdə saxlamaq və ya müəyyən qanun üzrə dəyişdirməkdən ibarətdir.

İnsanın iştirakı olmadan istehsal proseslərinin idarə edilməsi üçün müəyyən vasitə və üsulların birlikdə tətbiqinə istehsal

proseslərinin avtomatlaşdırılması deyilir. Başqa sözlə desək, avtomatlaşdırma avtomatika elminin əldə etdiyi nailiyyətlərin istehsalata tətbiqi deməkdir.

Avtomatlaşdırılmış obyektlərdə insan əsasən avtomatik qurğuların işinə nəzarət edir. Üç növ avtomatlaşdırmaya rast gəlmək olar:

- 1. Qismən avtomatlaşdırma. Bu növ avtomatlaşdırmada ayrı-ayrı aqreqatlar və sahələr arasında kifayət qədər qarşılıqlı əlaqə olmur. Qismən avtomatlaşdırma texniki, iqtisadi cəhətdə az əlverişlidir.*
- 2. Kompleks avtomatlaşdırma. Bu növ avtomatlaşdırmada bütün qurğular avtomatlaşdırılır və onların işinə bir mərkəzi məntəqədən nəzarət edilir. Obyektdəki qurğuların iş reciminə də həmin məntəqədən nəzarət edilir. Kompleks avtomatlaşdırmaya misal olaraq elektrik stansiyalarında qurğuların avtomatlaşdırılmasını göstərmək olar.*
- 3. Tam avtomatlaşdırma. Bu növ avtomatlaşdırmada bütün əsas və köməkçi proseslərlə yanaşı idarəetmə sisteminin özü də avtomatlaşdırılır. Burada idarəetmə sistemi başqa avtomatik qurğular və hesablayıcı maşınlar vasitəsi ilə idarə olunur. Avtomat müəssisə tam avtomatlaşdırmaya misal ola bilər.*

Belə istehsalat sahələrində nəzarət, mühafizə və tənzimləmədən başqa avadanlıqların işə salınması və dayandırılması əməliyyatların və qurğuların iş recimlərinin dəyişdirilməsi işi xüsusi avtomatik qurğularla yerinə yetirilir.

1. 2 Avtomatik sistemlərin təsnifatı

İstehsal proseslərinin avtomatlaşdırılmasında işlənən əsas avtomatik sistemlər (qurğular) aşağıdakılardır:

- 1. Avtomatik nəzarət sistemləri*
- 2. Avtomatik mühafizə sistemləri*
- 3. Avtomatik idarəetmə sistemləri*
- 4. Avtomatik tənzimləmə sistemləri*

Bu sistemlərlə ayrılıqda yaxından tanış olaq.

1.2.1 Avtomatik nəzarət sistemləri.

Avtomatik nəzarət hər hansı bir prosesin gedişinə insanın iştirakı olmadan edilən nəzarətə deyilir. Avtomatik nəzarət avtomatikanın texniki vasitələri ilə əldə edilir. Texnologi prosesləri xarakterizə edən parametrlər sürətlə dəyişdikdə, onları ölçmək yüksək dəqiqlik və vaxt tələb etdikdə, ölçməni bilavasitə aparmaq mümkün olmadıqda nəzarət cihazlarından istifadə olunur.

Avtomatik nəzarət cihazları texnologi proseslərin gedişini xarakterizə edən parametrlərin qiymətini göstərir, qeyd edir və ya parametrlərin dəyişməsinə uyğun siqnallar verir, bu sistemlər anjaq parametrlərin dəyişməsinə nəzarət edir. Recim pozulduqda parametri öz ilk qiymətinə qaytarmaq üçün lazımi əməliyyatı ijrə etmir. Bunu xidmətçi şəxs özü etməli olur.

Bu jür avtomatik nəzarətdən istifadə edilir:

- 1. Yerli nəzarət (obyektin yanında aparılır)*
- 2. Distansion nəzarət (kiçik, yəni 100-300 metr məsafədən aparılan nəzarət)*
- 3. Telenəzarət (böyük, yəni 10-15 km məsafədən aparılan nəzarət)*

1.2.2 Avtomatik mühafizə sistemləri.

Avtomatikanın aktiv nəzarət vasitələrindən və üsullarından istifadə olunan sahəsi avtomatik mühafizə adlanır. Obyektdə hər hansı bir parametr öz böhran qiymətinə çatdıqda avtomatik mühafizə qurğusu insanın köməyi olmadan dərhal təsir edərək onu işdən saxlayır. Bununla da mühafizə olunan qurğu qəzadan və sıradan çıxmadan qorunmuş olur.

Avtomatik mühafizəyə elektrik mühərriklərinin, generatorların, elektrik veriliş xətlərinin və s. ehtiyacı vardır. Məsələn, qısa qapanma zamanı elektrik maşınları şəbəkədən avtomatik olaraq açılır.

Çox vaxt avtomatik mühafizə sistemləri avtomatik siqnallaşma qurğuları ilə əlaqələndirilir. Mühafizə olunan qurğunun işi dayandırılan kimi qəza haqqında siqnal verilir. Hazırda enerji sistemlərində işlədilən avtomatik rele mühafizəsi avtomatik mühafizə sistemlərinin bir növüdür. Avtomatik mühafizə sistemlərinin başqa bir

növü avtomatik bloklamadır. Avtomatik bloklama səhv qoşulub açılmalara imkan vermir.

1.2.3 Avtomatik idarəetmə sistemləri.

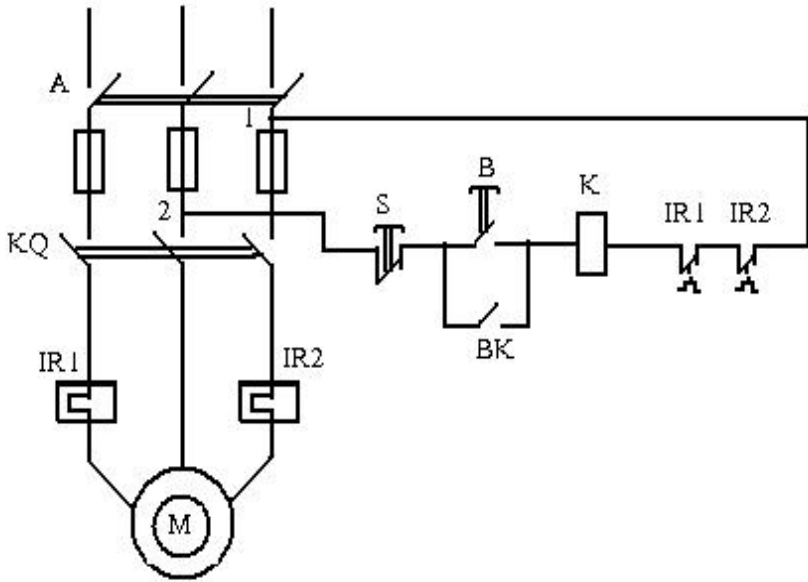
Avtomatik idarəetmə sistemlərinin əsas vəzifəsi müxtəlif mexanizmləri işə salmaq, tormozlamaq, müəyyən bujaq qədər döndərmək və s. bu kimi əməliyyatları yerinə yetirməkdir.

Avtomatik idarəetmə sistemlərində işləyən insan çox az qüvvə sərf edir. O, müəyyən düyməni sıxmaqla ilk impulsu verir, qalan əməliyyatlar insanın iştirakı olmadan müəyyən ardıcılıqla avtomatik yerinə yetirilir.

Avtomatik idarəetmə sistemlərinə misal istehsalatda elektrik intiqalının tətbiq edilməsidir. Asinxron mühərrikinin avtomatik idarəetmə sistemində baxaq.

Burada idarəetmə dövrəsi baş dövrənin 1 və 2 nöqtələri arasına qoşulmuşdur. İdarəetmə dövrəsi, düymə stansiyası (B-buraxma düyməsi və S-saxlama düyməsi), maqnit buraxıjısının K-sarğajı və İR-istilik relelərinin normal bağlı kontaktlarından ibarətdir.

Dəzgahı işə salmaq üçün B düyməsini sıxırıq. K sarğajından jərəyan keçdiyindən maqnit buraxıjısı işə düşür, BK bloklayıjı və KQ güj kontaktlarını qapayaraq M mühərrikinə dövrəyə qoşur. Dayandırmaq üçün S düyməsi sıxılır, bu zaman K sarğajı dövrədən ayrılır və kontaktlar başlanğıj vəziyyətə qaydır.



Şəkil 1. 1

1.2.4 Avtomatik tənzimləmə sistemləri

Texnoloci proseslər bu və ya digər parametrlərlə xarakterizə olunur: temperatur, təzyiq, səviyyə və s.

Texnoloci prosesləri xarakterizə edən parametrləri sabit saxlayan və ya hər hansı qanun üzrə dəyişdirən qurğular kompleksinə avtomatik tənzimləmə sistemləri deyilir.

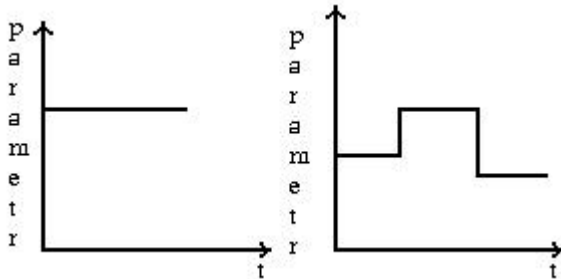
Avtomatik tənzimləmə sistemləri qapalı dinamik sistemlərdir. Bu sistemlər xalq təsərrüfatının bütün sahələrində tətbiq edilir. Belə sistemlərin geniş tətbiqi ilə əlaqədar olaraq avtomatik tənzimləmə nəzəriyyəsi adlanan elmi istiqamət yaranmışdır.

Tənzimlənən kəmiyyətin zamandan və ya başqa parametrlərdən asılı olaraq dəyişməsinə görə avtomatik tənzimləmə sistemləri üç qrupa bölünür:

- 1. Parametrin qiymətini sabit saxlayan tənzimləmə sistemləri. Bu sistemlərdə parametrin qiyməti zamandan asılı olmayaraq sabit*

saxlanılır. Belə sistemlərə çox vaxt sadəjə olaraq avtomatik tənzimləmə sistemləri deyilir.

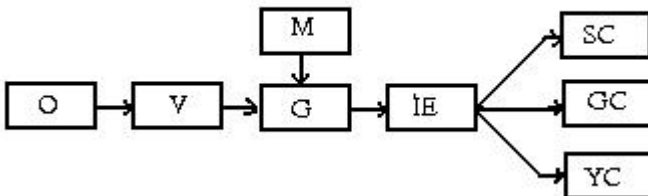
2. *Proqram tənzimləmə sistemləri.* Bu sistemlərdə parametrin qiyməti zamandan və ya başqa parametrlərdən asılı olaraq əvvəlcədən hazırlanmış proqram üzrə dəyişir.
3. *İzləyiji sistemlər.* Bu sistemlərdə parametrin qiyməti ixtiyari qanun üzrə dəyişir. Aşağıdakı şəkildə avtomatik tənzimləmə sistemlərinin iş rejimini göstərən qrafiklər verilmişdir.



Şəkil 1. 2

1.3 Avtomatik sistemlərin funksional sxemləri

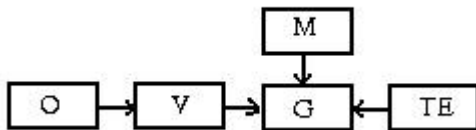
1.3.1 Avtomatik nəzarət sisteminin funksional sxemi



Şəkil 1. 3

SJ-siqnallayıcı cihaz, GJ-göstərici cihaz, YJ- yazıcı cihaz, O-obyekt, V-veriji, G-güjləndiriji, M-qida mənbəyi, İE-ijra elementi.

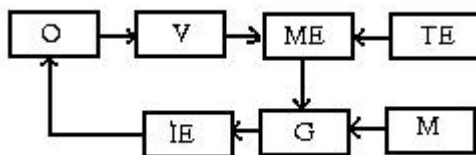
1.3.2 Avtomatik idarəetmə sisteminin funksional sxemi.



Şəkil 1. 4

TE-tapşırıq elementi, İE- ijra elementi.

1.3.3 Avtomatik tənzimləmə sisteminin funksional sxemi.



Şəkil 1. 5

V-veriji, ME-müqayisə elementi, TE-tapşırıq elementi, G-güjləndiriji, M-mənbə.

Göründüyü kimi birinci iki sistem açıq sistemlərdir, onlar anjaq siqnalların istiqamətilə fərqlənirlər. Tənzimləmə sistemi isə qapalı sistemdir.

Avtomatik sistemlərin funksional sxemlərindən görünür ki, müxtəlif sxemlərdə eyni elementlər iştirak edir, məsələn, hər üç sxemdə güjləndiriji və ijra elementi vardır.

1. 4 Avtomatik sistemlərin elementləri

Avtomatik sistemlər müxtəlif elementlərdən təşkil olunmuşdur. Bunlardan əsasları aşağıdakılardır:

- 1. Həssas elementlər və verijilər. Həssas elementin vəzifəsi parametrin dəyişməsinə hiss etmək, ilk impulsu yaratmaq və parametrin qiymətini ölçməkdən ibarətdir. Həssas element bilavasitə obyektə yerləşdirilir.*

Nəzarət edilən və ya tənzimlənən parametrlər müxtəlif olduqları kimi onları ölçmək üçün işlənən həssas elementlər də müxtəlifdirlər.

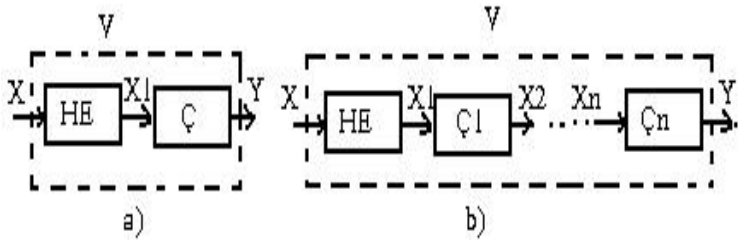
Həssas elementlər nəzarət və tənzimləmə sistemlərinin başlanğıc elementləridir. Ölçmə və tənzimləmə prosesinin keyfiyyətli və etibarlı aparılması bu elementin düzgün seçilməsindən asılıdır. Həssas element lazımı qədər dəqiq, həssas, az ətalətli və qurluşja sadə olmalı, etibarlı işləməlidir. Həssas elementi seçərkən, onun girişinə təsir edən parametrin hansı əlverişli signala çevriləcəyini, tələb olunan istismar müddətini, mühitin ona olan təsirini nəzərə almaq lazımdır.

Nəzarət edilən mühitin həssas elementə göstərdiyi təsiri, avtomatik sistemin sonrakı elementləri üçün əlverişli signala (çox vaxt elektrik signalına) çevirən qurğuya veriji deyilir.

Deməli, veriji çeviriji deməkdir. O, həssas elementə göstərilən təsiri elektrik, hidravlik və ya pnevmatik kəmiyyətə çevirir. Məsələn, termojütdə temperatur termoelektrik hərəkət qüvvəsinə çevirilir.

Həssas element və veriji anlayışı bir-birinə çox yaxındır. Odur ki, verijinin belə də tərifı var: xarici təsiri ona mütənasib başqa əlverişli kəmiyyətə çevirən həssas elementə veriji deyilir.

Aşağıdakı şəkildə verijinin funksional sxemi göstərilmişdir.



Şəkil 1. 6

V -veriji, HE- həssas element, Ç-seviriji.

Elə hallar olur ki, bir verijidə bir neçə çeviriji olur.

Verijilər iki böyük qrupa bölünür:

- Elektrik verijilər
- Qeyri-elektrik verijilər.

Elektrik verijilərinə nəzarət edilən parametrlər elektrik kəmiyyətinə (jərayana, gərginliyə, tutuma və s.) çevrilir. Qeyri-elektrik verijilərinə isə parametr mayenin və ya qazın təzyiqinə çevrilir. İstehsalatda ən çox elektrik verijiləri işlədilir. Elektrik verijiləri özlüyündə iki qrupa bölünür:

- Parametrik verijilər
- Generator tipli verijilər.

Nəzarət altına alınan və ya tənzimlənən parametri elektrik dövrəsi parametrinə (R , L , J) çevirən verijilərə parametrik verijilər deyilir.

Nəzarət altına alınan və ya tənzimlənən parametri elektrik enerjisinə çevirən verijilərə generator tipli verijilər deyilir.

2. Aralıq-əlaqəyaradıcı elementlər (idarəediji orqanlar). Bütün avtomatik qurğularda, adətən, ikinci element aralıq elementlərdir, çünki bu elementlər sistemin birinci elementi ilə sonunju elementi arasında yerləşib, həmin elementlər arasında əlaqə yaradır. Məhz, buna görə də avtomatik sistemlərdə bu elementlərə haqlı olaraq aralıq-əlaqəyaradıcı elementlər deyilir.

Bu elementlərin vəzifəsi avtomatik qurğuda (sistemdə) idarəediji signalı yaratmaqdır. Aralıq elementlərdə yaranan bu idarəediji signalın köməyi ilə sistemin üçüncü elementi olan işra orqanı hərəkətə gətirilir. Ona görə də çox vaxt aralıq elementlərə idarəediji orqanlar da deyilir.

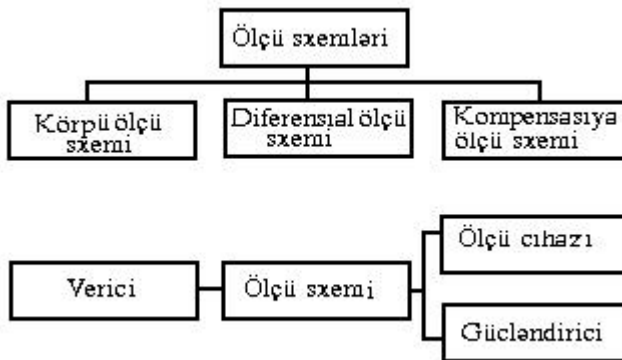
Aralıq elementlərə relelər, güjləndirijilər, paylayijılar, stabilizatorlar, hesablayıçı qurğular, integrallayıcı, diferensiallayıcı, əks əlaqə yaradıçı və s. elementlər daxildir.

3. Ölçü sxemləri. Çox vaxt verijilərin çıxışında alınan kəmiyyətləri bilavasitə ölçmək və ya onlarla avtomatik sistemlərin sonrakı elementlərinə bilavasitə təsir göstərmək olmur. Belə hallarda verijinin çıxış kəmiyyətini özündən sonrakı elementlər üçün əlverişli şəkllə çevirmək lazım gəlir. Bu məqsədlə avtomatikada ölçü sxemləri adlanan xüsusi çevirijilərdən istifadə olunur.

Ölçü sxemlərinin giriş kəmiyyəti, adətən, dəyişən müqavimət, yerdəyişmə və ya gərginlik olur. Çıxış kəmiyyəti isə jərəyan və ya gərginlik olur. Ona görə də çıxışa bu kəmiyyətləri ölçən cihazlar qoşulur.

Hazırda qeyri-elektrik kəmiyyətləri ölçmək üçün avtomatikada müxtəlif ölçü sxemlərindən istifadə olunur. Onlardan ən geniş yayılanı aşağıdakılardır:

1. Körpü ölçü sxemləri.
2. Diferensial ölçü sxemləri.
3. Kompensasiya ölçü sxemləri.



Şəkil 1. 7

4. Güjləndirijilər. Məlumdur ki, verijinin çıxışında alınan siqnalın gücü çox vaxt kiçik olur. Belə siqnallar işləmə orqanını hərəkətə

gətirmək üçün kifayət etmir. Ona görə verijinin çıxışında alınan signalı xarici enerji hesabına güjləndirmək lazım gəlir. Bu məqsədlə müxtəlif növ güjləndirijilərdən istifadə edilir.

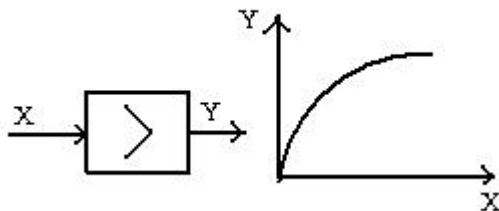
Bəzi güjləndirijilərdə giriş signalını güjləndirməklə onun formasını da dəyişmək lazım gəlir, belə güjləndirijilərə çeviriji güjləndiriji elementlər deyilir.

Yuxarıda qeyd etdik ki, giriş signalı hər hansı kənar enerji mənbəyinin hesabına güjləndirilir. Köməkçi enerji mənbəyinin növünə görə güjləndirijilər iki qrupa bölünür:

- Qeyri-elektrik güjləndirijilər
- Elektrik güjləndirijilər.

Birinci qrup güjləndirijilərə hidravlik və pnevmatik güjləndirijilər, ikinci qrupa isə elektromexaniki, elektron, maqnit və s. güjləndirijilər aiddir.

Güjləndirijilərin giriş kəmiyyətini X , çıxış kəmiyyətini Y ilə işarə etsək, bunların arasındakı asılılıq $Y=F(X)$ güjləndirijinin xarakteristikası olur. (Şəkil 1. 8)



Şəkil 1. 8

Giriş kəmiyyəti səliq dəyişdikdə çıxış kəmiyyəti səliq dəyişən güjləndirijilərə səliq təsirli güjləndirijilər, çıxış kəmiyyəti sıçrayışla dəyişən güjləndirijilərə isə rele təsirli güjləndirijilər deyilir.

Güjləndirijilər güjləndirmə əmsalı ilə xarakterizə olunurlar. Güjləndirijinin çıxış kəmiyyətinin giriş kəmiyyətinə nisbətində güjləndirmə əmsalı deyilir:

$$K=Y/X$$

5.İjra mexanizmləri. İjra mexanizmlərindən avtomatik sistemlərdə geniş istifadə edilir. Onlar avtomatik tənzimləyijilərdən və ya əmrveriji

jihazlardan gələn signallara müvafiq idarə edilən obyektin tənzimləyiji orqanını hərəkətə gətirmək üçündür.

Avtomatikada çox vaxt işra mexanizmini servomotor (servomühərrik) də adlandırırlar.

İdarəediji orqandan (aralıq elementdən) servomühərrikə gələn signal xariji enerji mənbəyindən alınan enerji hesabına gücləndirilir. İşra mexanizmləri istifadə etdiyi enerjinin növünə görə hidravlik, pnevmatik və elektrik servomühərriklərə ayrılırlar.

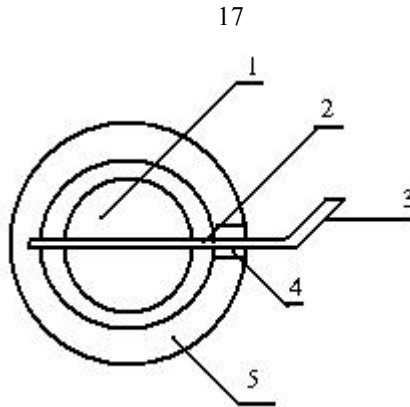
6. Tənzimləyiji orqanlar. Tənzimləyiji orqanların vəzifəsi obyektə gedən prosesə təsir etmək üçün ora verilən enerji və ya maddə miqdarını dəyişdirməkdən ibarətdir. Bu təsirdən məqsəd obyektə tənzimləmə parametrlərinin qiymətini sabit saxlamaqdır.

Tənzimləyiji orqanı seçərkən tənzim edilən mühitin fiziki və kimyəvi xüsusiyyətlərini, mühitə nəjə təsir etmək lazım gəldiyini və tənzimləyiji orqanın etibarlı işləməsini nəzərə almaq lazımdır. Aqressiv mühitdə, yüksək (alsaq) temperatur şəraitində işləyən tənzimləyiji orqanlar müxtəlif təsirlərə məruz qalır.

Tənzimləyiji orqanlar kimi dönən qapaqlardan, klapanlardan, siyirtmələrdən, reostatlardan və s. istifadə olunur.

Tənzimləyiji orqanların əsas növləri ilə tanış olaq:

- *Dönən qapaqlar (drossel qapaqları). Böyük diametrli boru kəmərlərində kiçik təzyiqlər altında olan qazın, havanın və s. sərfini tənzimləmək üçün müxtəlif konstruksiyalı dönən qapaqlardan istifadə olunur. Bu şəkil 1. 9-da göstərilmişdir. 1 dönən qapaq polad disk olub 2 oxuna qaynaq edilərək 3 borusu içərisində yerləşdirilir.*

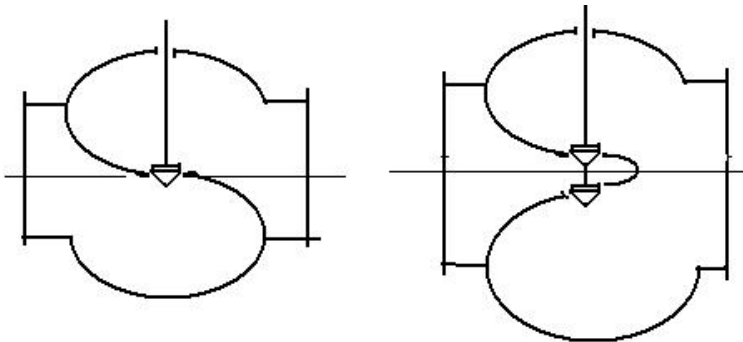


Şəkil 1. 9

Oxun uju 4 kipləyiji vasitəsilə xarijə çıxarılır və işra mexanizmi ilə əlaqələndirilir. İşra mexanizminə birləşdirilən 5 lingi vasitəsilə disk 0-90° hədləri daxilində döndərilə bilər.

Diskin müstəvisi həlqənin müstəvisi üzərinə düşdükdə qapaq bağlı olur. Disk horizontal vəziyyətdə olduqda isə qapaq tam açıq olur.

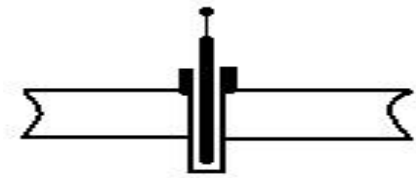
- *Klapanlar. Klapanlar ən çox yayılmış tənzimləyiji orqanlardır. Bunlar nisbətən kiçik diametrli borularda yüksək təzyiqli maye, buxar və qaz axınlarını tənzimləmək üçün işlədilir. Şəkil 1. 10-da bir və iki yəhərli klapanların prinsipləri verilmişdir.*



Şəkil 1. 10

Bir yəhərli klapınlar müvazinətləşməmiş, ikiyəhərli klapınlar isə müvazinətləşmiş klapınlar adlanır. Çünki biryəhərli klapandan axın (sel) keçərkən ona aşağıdan yuxarı müəyyən qüvvə təsir göstərib klapanı qaldırmaq istəyir. İkiyəhərli klapanda isə axın həm yuxarı, həm də aşağı klapana eyni, amma əks qüvvələrlə təsir etdiyindən bu qüvvələrin əvəzləyijisi sıfıra bərabər olur və klapın asılı vəziyyətdə (müvazinət vəziyyətində) qalır.

- *Siyirtmələr. Siyirtmə 1 düzbujaylı kəsiyi olan hərəkət edən hissədən və 2 istiqamətverijidən ibarətdir (şəkil 1. 11).*



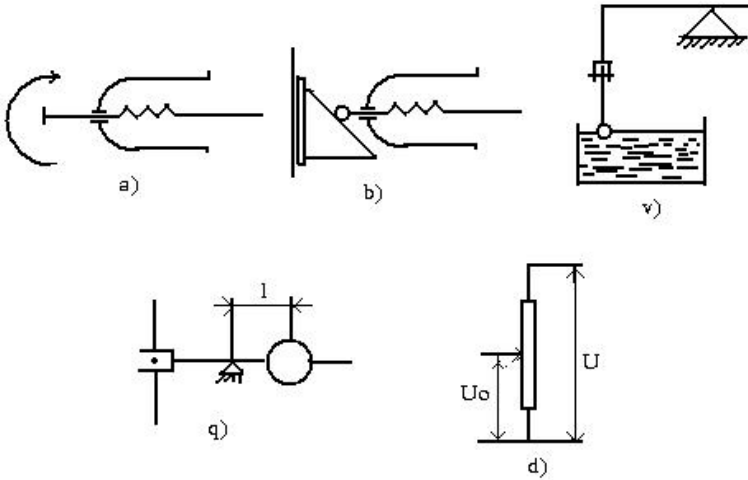
Şəkil 1. 11

Bunlardan qazın qurğularında qaz və hava selini tənzimləmək üçün istifadə edilir.

- *.Tapşırıq elementləri. Tənzimləyijini, tənzim parametrinin sabit saxlanılması tələb olunan qiymətinə sazlamak üçün işlənən qurğulara tapşırıq elementi və ya tapşırıq qurğusu deyilir.*

Hər bir tənzimləyijisi belə tapşırıq qurğusu ilə təhiz edilmişdir. Bu elementin köməyi ilə tənzimləyijini, tənzim parametrinin verilmiş qiymətinə sazlayırlar.

Tənzimləyijinin növündən və həssas elementin tipindən asılı olaraq müxtəlif quruluşlu tapşırıq elementləri yaradılmışdır. Hidravlik və pnevmatik tənzimləyijilərdə tapşırıq qurğusu yaylı element kimi hazırlanır (şəkil 1. 12).



Şəkil 1. 12

Yayın sıxılma dərəcəsini vint və ya lekal vasitəsilə dəyişməklə tənzimləyijini parametrlərin istənilən qiymətinə sazlayırlar. 04DP-410 tipli pnevmatik tənzimləyijilərdə isə tapşırıq elementi əqrəbdən ibarətdir. Əqrəb şkala üzrə əl ilə hərəkət etdirilib tənzimləyijini parametrlərin verilmiş qiymətinə sazlayırlar.

Qolun ortasında şəkildəki kimi bir-birinə keçən hissələr vardır. Bu hissələrdə eninə dəşiklər açılmışdır. Qolun həssas elementlə bağlı hissəsinin U şəkilli hissə içərisində yuxarı- aşağı hərəkət etdirib ştift vasitəsilə istənilən dəşikdə bərkitməklə tənzimləyijini istənilən səviyyəyə sazlayırlar.

Bilavasitə təsir edən tənzimləyijilərdə tapşırıq elementi vəzifəsində yükü olan ling qurğusundan istifadə edilir (şəkil 1. 12 q) . Yükü ling üzrə hərəkət etdirib istənilən tapşırıqı vermək olar.

Elektrik və elektron tənzimləyijilərdə tapşırıq elementi vəzifəsində tənzimlənən omik və induktiv müqavimətdən istifadə edilir (şəkil 1. 12 d) .

Həssas elementlə tapşırıq elementi birlikdə verijinin ölçü- çeviriji elementini təşkil edir. Bu sistem tənzim parametrlərinin verilmiş

qiymətə nəzarən meylini, tənzimləyijinin sonrakı elementinə lazım olan impulsa jevirir. Həmin impuls mexaniki, elektrik, hidravlik və ya pnevmatik kəmiyyətlər ola bilər.

2. Bul jəbri və məntiqi sxemlər

Riyazi (simvolik) məntiq bir elm kimi əənəvi formal məntiqin bazasında meydana gəlmiş və ilk mərhələlərdə insanın intellektual fəaliyyətinin bəzi sahələrinin formalaşdırılmasına göstərilən jəhtlərlə əlaqədar olaraq inkişaf etmişdir. Onun sonrakı inkişafı riyaziyyatın məntiqi əsaslarının yaradılması ilə sıx bağlı olmuşdur. Bura riyaziyyatın müəyyən bölmələrində qəbul edilmiş aksiomlar sisteminin ziddiyyətsizliyi və doluluğu (tamlığı), həmin aksiomlardan çıxan bütün nəticələrin müəyyən edilməsi və yaxın olan digər məsələlər daxildir. Zaman keçdikjə riyazi məntiq elmi tədqiqatlar üçün güclü vasitəyə çevirilsə də, onun tətbiq sahələri uzun müddət surf nəzəri problemlərlə məhdudlaşır. Hələ 1919 –ju ildə P. Ernfest rele kontakt sxemləri kimi texniki qurğuların işinin şərhı üçün riyazi məntiqin tətbiq olunma imkanını göstərsə də, rele – kontakt texnikasının tətbiqi məsələlərinin həllində riyazi məntiq elementlərinin səmərəli istifadəsinə yalnız 30–ju illərdə V. İ. Şestakovun və K. E. Şennonun işləri çap edildikdən sonra başlandı.

Riyazi məntiq ilə rele – kontakt qurğularının işi arasında uyğunluğun müəyyən edilməsi rele – kontakt sxemləri nəzəriyyəsi adlandırılmış müstəqil texniki elm sahəsinin meydana gəlməsinə səbəb olmuşdur. Tezliklə, riyazi məntiqin tətbiqinin elmlərə nüfuzu genişlənməyə başladı. Aydın oldu ki, təkcə rele – kontakt sxemlərin deyil, diskret təsirli bir sıra qurğuların işini şərh etmək üçün də riyazi məntiq aparatlarının tətbiqi lazımdır.

Beləliklə, riyazi məntiq nəzəri tədqiqatlar üçün mühüm əhəmiyyətini saxlamaqla bərabər, ən müxtəlif texniki qurğuların tədqiqinə və layihələndirilməsinə müvəffəqiyyətlə tətbiq olundu. Riyazi məntiqin tətbiqi əhəmiyyəti son illər həm texnikada, həm də təbiətdə mövcud olan ümumi idarəetmə qanunlarının tədqiqi ilə əlaqədar olaraq daha da genişlənməmişdir.

2.1. Bul funksiyaları haqqında

Bütün şərhimizdə ən mühüm riyazi anlayış olan funksional asılılıq anlayışından geniş istifadə edəcəyik.

Məlumdur ki, X çoxluğunun hər bir x elementinə Y çoxluğunun müəyyən y elementini qarşı qoyan uyğunluğa X çoxluğunda təyin olunmuş və Y çoxluğundan qiymətlər alan funksiya deyilir.

Funksional asılılığın konkret tipi bir tərəfdən X və Y çoxluqlarının, digər tərəfdən həmin çoxluqların x və y elementlərinin xarakteristikaları ilə müəyyən olunur.

Məlumdur ki, çoxluqlar sonlu və sonsuz olur. Sonlu çoxluqları elementlərinin sayı əsasında müqayisə etmək olar. Sonsuz çoxluqlar güclərinə görə müqayisə olunur. İki çoxluğun elementləri arasında qarşılıqlı birqiymətli uyğunluq yaratmaq mümkündürsə, onlar ekvivalent və ya eynigüclü çoxluqlar adlanır. Sonsuz çoxluqlar içərisində iki sinif – hesabi və kontinual (kontinuum güclü) çoxluqlar xüsusiylə mühümdür.

Natural ədədlər çoxluğu ilə eynigüclü olan çoxluqlara hesabi çoxluqlar, bütün həqiqi ədədlər çoxluğu ilə eynigüclü olan çoxluqlara isə kontinual çoxluqlar deyilir.

Jüt ədədlər çoxluğu ilə natural ədədlər arasında

$$2, 4, 6, \dots, 2n, \dots$$

$$1, 2, 3, \dots, n, \dots$$

şəklində qarşılıqlı birqiymətli uyğunluq yaratmaq mümkün olduğundan jüt ədədlər çoxluğu hesabi çoxluqdur.

Bütün jəbri ədədlər çoxluğu, rəasional ədədlər çoxluğu və s. hesabi çoxluqlardır.

İrrasional ədədlər çoxluğu, ixtiyari düz xətt parçasının nöqtələri çoxluğu, müstəvi fiqurun nöqtələri çoxluğu və s. isə kontinual çoxluqlardır.

Riyazi məntiqə (ümumiyyətlə, diskret riyaziyyatda) baxılan funksiyaların əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, buradakı inikasdə iştirak edən çoxluqlar yalnız ədədlərlə əlaqədar deyildir. Deməli, bu çoxluqların elementlərini fərqləndirmək üçün onlara müəyyən simvollar qarşı qoymaqdan (məsələn, nömrələməkdən) başqa imkan yoxdur.

Çoxluğun elementlərinə uyğun olan bütün simvolların siyahısı onun əlifbası, həmin simvolların ümumi işarəsi isə məntiqi dəyişən (Bul dəyişəni) adlanır.

Çoxluğun hər bir simvolu məntiqi dəyişənin qiyməti olur.

Beləliklə, inikas olunan çoxluqların elementlərinin xassəsinə görə məntiqi funksiyalar daha ümumi tipli funksiyalardır. İnikas olunan çoxluqların xarakteristikasına gəldikdə isə qeyd etmək lazımdır ki, məntiqi funksiyalar sonlu çoxluqlarda qiymət alır (amma, məsələn, həqiqi dəyişənli funksiyalar ümumi halda kontinual çoxluqlarda qurulur).

*Misal 2. 1. Tutaq ki, royalın bütün müxtəlif ağ dilləri $X=\{x\}$ çoxluğunu əmələ gətirir. Bu dilləri soldan sağa x_1, x_2, \dots, x_{50} ilə işarə edək. Həmin simvollar $X\{x_1, x_2, \dots, x_{50}\}$ çoxluğunun əlifbasını təşkil edir. Oktavanın bütün notlarından ibarət olan daha bir $Y=\{y\}=\{y_1, y_2, \dots, y_7\}$ çoxluğuna baxaq. Bu çoxluğun əlifbasını əmələ gətirən y_1, y_2, \dots, y_7 simvolları ilə *do, re, mi, fa, sol, la, si* notları işarə edilmişdir. Sazlaşdırılmış royalda $\{x\}$ simvoluna $\{y\}$ əlifbasının müəyyən bir simvolu uyğundur. Deməli, y_1, y_2, \dots, y_7 qiymətlərini alan y dəyişəni x_1, x_2, \dots, x_{50} qiymətlərini olan x sərbəst dəyişənin məntiqi funksiyasıdır. Bu funksiyanı jədvəl 2.1 ilə vermək olar.*

Jədvəl 2.1

x	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	...	x_9	x_{10}	...	x_{44}	...	x_{50}
y	y_6	y_7	y_1	y_2	y_2	...	y_7	y_1	...	y_7	...	y_6

Riyazi məntiqdə qarşıya çıxan funksiyaların təsnifatı zamanı, hər şeydən əvvəl, həmin funksiya vasitəsilə inikasdə neçə müxtəlif çoxluğun iştirak etməsinə diqqət yetirilməlidir. Əgər inikasdə anjaq

bir çoxluq iştirak edirsə, ondan tamamilə fərqli bir çoxluğa inikasını isə qeyri – birjinsli funksiya adlandıracağıq.

Jədvəl 2. 2 ilə verilmiş $f: (\alpha) \rightarrow (\alpha)$ funksiyası birjinsli, jədvəl 2. 3 ilə verilmiş $f: (\alpha) \rightarrow (\beta)$ funksiyası isə qeyri – birjinsli funksiyadır.

Jədvəl 2.2

α_1	α_2	α_3	α_4
α_2	α_1	α_3	α_3

Jədvəl 2.3

α_1	α_2	α_3	α_4
β_2	β_1	β_3	β_3

Qeyd etdiyimiz kimi, ixtiyari məntiqi funksiya üçün onun dəyişmə oblasti sonludur və bununla bərabər, ixtiyari birjinsli məntiqi funksiya müəyyən çoxluğun özünə inikasıdır. Buna görə də birjinsli məntiqi funksiyasına uyğun olan çoxluq hökmən sonludur. Bu çoxluğa aid olan məntiqi dəyişən iki, üç və ümumiyyətlə, m qiymət ala bilər.

Qeyri – birjinsli məntiqi funksiyanın arqumentinin hər bir qiymətini predmet, funksiyanın özünü isə predikat adlandırırlar. Qeyri – birjinsli məntiqi funksiyanın arqumentinin qiymətləri çoxluğu sonsuz da ola bilər, amma funksiyanın özü predikatdır və onun anjaq iki, üç, ümumiyyətlə, m qiymət alması mümkündür; burada m hökmən sonludur.

Çoxdəyişənli həqiqi funksiylarda olduğu kimi n dəyişənli məntiqi funksiylar da qurulur.

Çoxdəyişənli məntiqi funksiyları iki sinfə böləyərik. Dəyişənlərin hamısı və funksiyanın özü eyni bir çoxluğdan qiymətlər alan məntiqi dəyişənlərin funksiylarını birinci sinfə aid edərək və çoxdəyişənli birjinsli funksiya adlandıracağıq.

Birinci sinfə aid olmayvın bütün çoxdəyişənli məntiqi funksiyları ikinci sinfə aid edərək və qeyri – birjinsli funksiya adlandıracağıq.

Birdəyişənli funksiylarda olduğu kimi, çoxdəyişənli qeyri – birjinsli məntiqi funksiyların tərkibinə daxil olan məntiqi dəyişənləri də predmetlər, funksiyların özünü isə predikatlar adlandırırlar.

Sərbəst dəyişənlərin sayından asılı olaraq qeyri – birjinsli məntiqi funksiyalara biryerli, ikiyerli, və ümumiyyətlə, n – yerli predikatlar deyilir.

Bəzən biryerli predikatları xassələr, çoxyerli predikatları isə münasibətlər adlandırırlar.

Bir neçə misala baxaq.

Misal 2.2. «Mən tanış oğlana rast gəldim» hadisəsinə baxaq. «Rast gəldiyim adamlardan biri mənim tanışımdır» və həmin adam oğlandır» sadə hadisələrindən ibarət olan mürəkkəb hadisənin baş verib – verməməsindən asılı olaraq «doğrudur» və ya «yalandır» hökmü verilir. Burada sərbəst dəyişənlər və funksiya özü eyni bir (doğru, yalan) çoxluğundan qiymətlər aldığı üçün ikidəyişənli birjinsli məntiqi funksiya alınır. Birinci sadə hadisəni x_1 , ikinci x_2 , funksiyanı isə y ilə işarə etsək $y=f(x_1, x_2)$ alırıq. Hadisələrin baş verməsini 1, baş verməməsini isə 0 ilə işarə etsək, həmin funksiyanı jədvəl 2.4 şəklində verə bilərik.

Misal 2.1-də baxdığımız hala isə qeyri – birjins Bul funksiya – yeddiqiymətli biryerli predikat uyğundur. Orada bir sərbəst x dəyişəni əlli elementli çoxluqda qiymətlər alır.

Jədvəl 2.4

$x_2 \backslash x_1$	0	1
0	0	0
1	0	1

Misal 2.3. $x_1+x_2>10$ ifadəsi ilə verilmiş mülahizənin doğruluq qiyməti isə ikiyerli ikiqütblü predikata gətirilir; burada x_1 və x_2 sərbəst dəyişənləri həqiqi ədədlər çoxluğundan qiymətlər alır.

Misal 2.4. Məlumdur ki, gün, ay və il məlum olduqda, həmin günün həftənin hansı günü olmasını təyin etmək olar. Burada qeyri – birjinsli məntiqi funksiya – üçyerli yeddiqiymətli predikata baxılır. Sərbəst dəyişənlər üç müxtəlif – birinjinin elementlərinin sayı 31, ikinininki 12, üçünjününkü isə hesabi sayda çoxluqdan qiymətlər alır.

Müxtəlif şəkilli məntiqi funksiyaların hamısı üçün yarayan yeganə riyazi aparat hazırda mövjud deyildir. Amma ikiqiymətli məntiqi funksiyalar üçün mükəmməl riyazi aparat işlənmişdir.

Riyazi məntiqin bu bölməsi (ikiqiymətli məntiq) əvvəla bütün riyazi məntiqin qurulması üçün bazadır, digər tərəfdən hazırda bu aparat çox böyük tətbiqi əhəmiyyətə malikdir.

2.2. Bul funksiyaları və onların verilməsi

Ümumiyyətlə, 0 (sıfır) və 1 (bir) rəqəmləri kimi qəbul edilməyən 0 və 1 simvolları ilə işarə edilmiş qiymətlər alan dəyişəni Bul dəyişəni adlandırırlar. Məsələn, hadisələr jəbrində 1 – hadisənin baş verməsi, 0 isə baş verməməsini, kontakt sxemləri jəbrində 1 – kontaktın qapalı olmasını, 0 isə açıq olmasını, elektrik dövrələrində 1 – dövrənin qapalı olmasını, 0 isə açıq olmasını, mülahizələr jəbrində 1 – mülahizənin doğru olmasını, 0 isə yalan olmasını göstərir.

x_1, x_2, \dots, x_n arqumentləri və y asılı dəyişəni eyni bir $M = \{0,1\}$ çoxluğundan qiymətlər alan

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

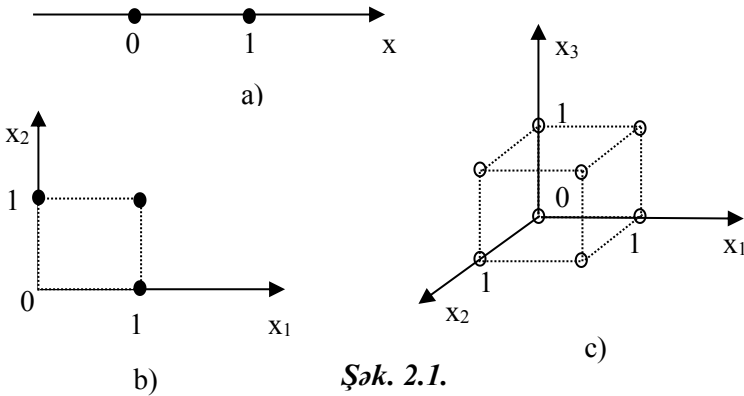
funksiyasına baxaq və aşağıdakı qayda ilə 2^n sütundan və n sətirdən ibarət jədvəl quraq (jədvəl 2.5). Jədvəlin hər sətirində funksiyanın n sərbəst dəyişənindən birinin aldığı qiymətləri 0, 1, 2, ..., (2^n-1) ilə nömrələyək. Jədvəlin sütunlarını 0 və 1 rəqəmləri ilə elə dolduraq ki, həmin rəqəmləri aşağıdan yuxarıya doğru oxuduqda alınan 0 və 1 rəqəmlərindən ibarət ardıcılıq sütunun nömrəsinə bərabər olan ikilik ədədi versin. Bunu praktik olaraq aşağıdakı kimi yerinə yetirmək olar: birinci (x_1 dəyişəninə uyğun) sətir soldan sağa (0,1) jütləri ilə, ikinci sətir (0,0,1,1) dördlükləri ilə, üçüncü sətir (0,0,0,0,1,1,1,1) səkkizlikləri ilə və s. dolduraq.

Jədvəl 2.5

$x \backslash k$	0	1	2	3	4	5	6	7	...	2^n-2	2^n-1
x_1	0	1	0	1	0	1	0	1		0	1
x_2	0	0	1	1	0	0	1	1		1	1
x_3	0	0	0	0	1	1	1	1		1	1
...
x_n	0	0	0	0	0	0	0	0	...	1	1

Bu qayda ilə qurulmuş jədvəlin hər bir sütunu n sərbəst dəyişənin qiymətlərinin bir mümkün kombinasiyasıdır. Buna görə də deyə bilərik ki, hər bir sütuna n ölçülü ikilik (ikielementli M çoxluğunda qurulmuş) məntiqi fəzanın bir nöqtəsi uyğundur. Buna Bul fəzası deyə bilərik. Bütün jədvəl (bütün 2^n sayda sütun) $r=2^n$ nöqtədən ibarət olan n – ölçülü Bul fəzasını təsvir edir; sütunun k nömrəsini bu fəzanın elementinin simvolu kimi qəbul etmək olar.

n – ölçülü Bul fəzasını daha əyani təsəvvür etmək üçün 0 və 1 simvollarına həqiqi ədədlər kimi baxmaq əlverişlidir. Onda birölçülü fəzaya ədəd oxunun iki nöqtəsindən ibarət olan həndəsi obraz (şək. 2.1, a) kimi baxmaq olar. İkiölçülü hala vahid kvadratın dörd təpə nöqtəsi (şək. 2.1, b), üçölçülü hala vahid kubun təpə nöqtələri (şək. 2.1, j) və ümumiyyətlə, n – ölçülü ikilik məntiqi qəzaya n - ölçülü vahid kubun təpə nöqtələri uyğundur.



Şək. 2.1.

Hər hansı n dəyişənli konkret $y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ Bul funksiyasının verilməsi üçün $n -$ ölçülü Bul fəzasının bu və ya digər k nöqtəsində y dəyişəninin iki mümkün – $(0$ və $1)$ qiymətlərindən hansını almasını bilmək lazımdır. Bu uyğunluq jədvəlləri (jədvəl 2.6) vasitəsilə verilir. Uyğunluq jədvəli, $k=k(x_1, x_2, \dots, x_n)$ Bul fəzası ilə birlikdə funksiyanı tamamilə müəyyən edir.

Jədvəl 2.6

k	0	1	2	3	\dots	2^n-2	2^n-1
y	$y(0)$	$y(1)$	$y(2)$	$y(3)$	\dots	$y(2^n-2)$	$y(2^n-1)$

K arqumentinin ixtiyari qiymətində $f(x)$ funksiyası 0 və ya 1 qiymətini alır. Buna görə də hər bir $n -$ dəyişənli funksiyaya $r=2^n$ uzunluqlu ikilik ardıcılıq uyğundur. $n -$ ölçülü ikilik fəzada qurulması mümkün olan bütün funksiyaların sayı

$$s=2^n=2^{(2^n)}$$

olur. Deməli, konkret fəzada qurulması mümkün olan bütün funksiyaları sadalamaq, başqa sözlə, nömrələmək olar.

Bu funksiyaların təsviri və nömrələnməsi üçün əlverişli qayda vermək mümkündür. Bunun üçün bütün mümkün uyğunluq jədvəllərini saxlayan, $r=2^n$ sütundan və $S=2^r$ sətirdən ibarət olan jədvəl (jədvəl 2.7) qurmaq lazımdır. Bu jədvəli aşağıdakı kimi doldurmaq əlverişlidir: birinci sütuna növbə ilə $(0,1)$ jütləri, ikinci sütuna $(0,0,1,1)$ dördlükləri, üçünjüyə $(0,0,0,0,1,1,1,1)$ səkkizlikləri və s. yazılır (jədvəl 2.5-dən fərqli olaraq burada doldurma sütunlar üzrə yerinə yetirilir). Bu zaman hər sətirdə sağdan sola yazılmış ikilik ardıcılıq funksiyasının nomrəsinin ikilik yazılışı olajaqdır. Bu tipdə olan jədvəlləri ümumi uyğunluq jədvəli adlandıracağıq.

Jədvəl 2.7

	0	1	2	3	...	r-1
y_0	0	0	0	0	...	0
y_1	1	0	0	0	...	0
y_2	0	1	0	0	...	0
y_3	1	1	0	0	...	0
...
y_{S-1}	1	1	1	1	...	1

Bul funksiyalarının verilməsi üçün yuxarıda şərh olunan jədvəl metodu ilə bərabər analitik aparat da mövjuddur və ondan da geniş istifadə olunur.

Bu aparatın qurulması birjinsli funksiyalar üçün «funksiyanın funksiyası» (mürəkkəb funksiya) əməlinin tətbiqinə əsaslanır. Doğrudan da həm birjinsli funksiya, həm də onun argumenti eyni çoxluqdan qiymətlər alır və deməli, bir asılılıqda funksiya vəziyyətini yerinə yetirən dəyişən, digər asılılıqda argument ola bilər:

$$y=f(g(x)).$$

Bu əməliyyat funksiyaların superpozisiyası (və ya kompozisiya) adlanır. Bul funksiyasını xüsusi simvollarla işarə olunmuş bir sıra elementar funksiyalar vasitəsilə ifadə etmək olar. Bu jür funksiyaların və onlarla əlaqədar olan simbolikanın daxil edilməsi xüsusi qaydaların – xüsusi jəbrin yaranmasına səbəb olmuşdur.

2.3. Bir və ikidəyişənli Bul funksiyaları

Əvvəlcə sadə halı – funksiyanın yalnız bir sərbəst dəyişəndən asılı olduğu halı ($n=1$ halını) təhlil edək, bu hal üçün birölcümlü Bul fəzasının jədvəli ilə birlikdə ümumi uyğunluq jədvəli 2.8 şəklində olur.

Jədvəl 2.8

k	0	1	\bar{I} şarəsi
x	0	1	
y_0	0	0	$y_0=0$
y_1	1	0	$y_1=\bar{x}$
y_2	0	1	$y_2=x$
y_3	1	1	$y_3=1$

Burada Bul fəzasının nöqtələri sayı $r=2^n=2^1=2$, müxtəlif funksiyaların sayı isə $S=2^r=2^2=4$ olur. Bu dörd funksiya – y_0, y_1, y_2, y_3 funksiyaları və onların işarələri jədvəl 2.8-də verilmişdir. Jədvəldən göründüyü kimi y_0 və y_3 funksiyaları arqumentin qiymətinin dəyişməsi ilə dəyişmir. Bunları sabit (konstant) funksiyalar adlandırır və $y_0=0$ və $y_3=1$ şəklində yazırlar.

y_2 funksiyasının qiyməti arqumentin qiyməti ilə üst – üstə düşür və bu funksiya üçün $y_2=x$ işarəsi təbiiədir.

y_1 funksiyası arqument 0 olduqda 1, arqument 1 olduqda isə 0 qiymətini alır. Bu funksiyanı inkar adlandırır və $y_1=\bar{x}$ və ya $y_1=-x$ şəklində işarə edirlər (« x deyil» kimi oxunur).

Qeyd edək ki, funksiyaların superpozisiyası əməliyyatını tətbiq etməklə, baxılan dörd funksiyaadan ikisini qalan ikisi vasitəsilə ifadə etmək olar. Doğrudan da

$$y_3 = \bar{y}_0 = \bar{0} = 1,$$

$$y_2 = \bar{y}_3 = \bar{x} = x.$$

Beləliklə, ixtiyari birdəyişənli Bul funksiyasının verilməsindən ötrü iki funksiya üçün - $y=0$ və $y=\bar{x}$ simvolik işarələrini qəbul etmək kifayətdir.

x_1 və x_2 dəyişənlərindən asılı ($n=2$ halı üçün) funksiyanın ümumi uyğunluq jədvəlini 2. 9 şəklində yazmaq olar. Bu halda Bul fəzasının nöqtələri sayı $r=4$, müxtəlif funksiyaların sayı $r=2^n=2^4=16$ olur.

Jədvəlin son iki sütununun birinjisində funksiyaların simvolik işarələri, sonunju sütunda isə onların adı göstərilmişdir. Bunlardan y_0 , y_1 , y_{10} , y_{12} , y_5 , y_3 funksiyaları ilə birdəyişənli funksiyalara baxan zaman qarşılaşmışdıq:

$$\begin{aligned} y_0=0, \quad y_{15}=1 & \text{ - konstant – funksiyalar,} \\ y_{10}=x_1, \quad y_{12}=x_2 & \text{ - təkrarlanan funksiyalar,} \\ y_3=\overline{x}_2, \quad y_5=\overline{x}_2 & \text{ - inkar funksiyalar} \end{aligned}$$

Sonrakı on funksiyadan ikisi – y_2 və y_{11} funksiyalara müstəqil funksiyalar deyilir; onlar uyğun olaraq y_2 və y_{13} funksiyalardan arqumentlərin yerləşmə ardıcılığı ilə fərqlənir. Qalan səkkiz funksiya üçün xüsusi işarələr qəbul edilmişdir.

Jədvəldən görünür ki, onun yuxarı yarısında olan funksiyalar (y_0 , y_1 , ..., y_7 funksiyaları) aşağı yarısında olan funksiyalardan (y_8 , y_9 , ..., y_{15} funksiyalarından) birinin inkarıdır.

k	0	1	2	3	$\dot{I}\dot{s}ar\acute{e}si$	$Adı$
x_1	0	1	0	1		
x_2	0	0	1	1		
y_0	0	0	0	0		
y_1	1	0	0	0	$y_1 = x_1 \downarrow x_2$	<i>Dikker funksiyası (pirs oxu) dizyunksiyanın inkarı</i>
y_2	0	1	0	0	$y_1 = x_1 \leftarrow x_2$	x_1 -in qadağanı, tərs implikasiya
y_3	1	1	0	0	$y_2 = \bar{x}_2$	x_2 -nin inkarı
y_4	0	0	1	0	$y_4 = x_2 \leftarrow x_1$	y_{13}
y_5	1	0	1	0	$y_5 = \bar{x}_1$	x_1 -in inkarı
y_6	0	1	1	0	$y_6 = x_1 \nabla x_2$	Alternativ dizyunksiya, 2 moduluna nəzərən toplama, ekvivalensiyanın inkarı
y_7	1	1	1	0	$y_7 = x_1 x_2$	Şeffər ştrixi (funksiyası), konyuksiyanın inkarı
y_8	0	0	0	1	$y_6 = x_1 \wedge x_2$	Konyusiya
y_9	1	0	0	1	$y_9 = x_1 \leftrightarrow x_2$	Ekvivalensiya
y_{10}	0	1	0	1	$y_{10} = x_1$	x_1 -in təkrarlanması
y_{11}	1	1	0	1	$y_{11} = x_2 \rightarrow x_1$	y_2
y_{12}	0	0	1	1	$y_{12} = x_2$	x_2 -nin təkrarlanması
y_{13}	1	0	1	1	$y_{13} = x_1 \rightarrow x_2$	İmplikasiya
y_{14}	0	1	1	1	$y_{10} = x_1 \vee x_2$	Dizyunksiya
y_{15}	1	1	1	1	$y_{15} = 1$	Vahid – konstant

Məsələn, y_6 və y_9 funksiyaları üçün

$$y_6 = x_1 \bar{\vee} x_2 = x_1 \leftrightarrow x_2 = \bar{y}_9$$

Ümumiyyətlə,

$$y_{15} i = \bar{y}_i$$

olduğunu görmək çətin deyildir.

Buradan alınır ki, baxdığımız ikidəyişənli funksiyalardan daha dördü müstəqil deyildir.

Doğrudan da

$$\begin{array}{lll} y_7 = \bar{y}_8, & \text{yəni} & y_7 = x_1 | x_2 = x_1 \bar{\wedge} x_2 = \bar{y}_8; \\ y_6 = \bar{y}_9, & \text{yəni} & y_6 = x_1 \bar{\vee} x_2 = x_1 \leftrightarrow x_2 = \bar{y}_9; \\ y_2 = \bar{y}_{13}, & \text{yəni} & y_2 = x_1 \leftarrow x_2 = x_1 \bar{\rightarrow} x_2 = \bar{y}_{13} \\ y_1 = \bar{y}_{14}, & \text{yəni} & y_1 = x_1 \downarrow x_2 = x_1 \bar{\vee} x_2 = \bar{y}_{14}. \end{array}$$

Əgər $|$, $\bar{\vee}$, \leftarrow və \downarrow funksiyaları atsaq, istənilən bir və ikidəyişənli funksiyaları analitik şəkildə yazmağa imkan verən aşağıdakı altı funksiya qalır:

$$\begin{array}{l} y=0 \text{ - konstant;} \\ y = \bar{x} \text{ - inkar;} \\ y = x_1 \wedge x_2 \text{ - konyuksiya;} \\ y = x_1 \vee x_2 \text{ - dizyunksiya;} \\ y = x_1 \rightarrow x_2 \text{ - impleksiya;} \\ y = x_1 \leftrightarrow x_2 \text{ - ekvivalensiya.} \end{array}$$

2.4 Bul jəbrinin əsas qanunları

Bul jəbrinin qanunlarını hər bir hərfinə (simvoluna) sərbəst Bul dəyişəni kimi baxılan düsturla göstərəcəyik. Superpozisiya prinsipi ödənildiyindən bu simvolların hər birinə müstəqil məntiqi düstur kimi baxmaq olar. Aşağıda Bul jəbri qanunlarını konyuksiya, dizyunksiya

və *ikar əməlləri üçün göstəririk (amma həmin qanunların bəziləri digər əməllər üçün də doğrudur).*

1. Yerdəyişmə (kommutativlik) qanunları:

$$a \wedge b = b \wedge a \quad [ab = ba], \quad a \vee b = b \vee a \quad [a + b = b + a] \quad (1)$$

2. Paylama (distributivlik) qanunları:

a) konyuksianın dizyunksiyaya (vurmanın toplamaya) nəzarən distributivliyi:

$$(a \vee b) \wedge c = (a \wedge c) \vee (b \wedge c) \quad [(a + b)c = ac + bc] \quad (2)$$

b) dizyunksianın konyuksiyaya (toplamanın vurmaya) nəzarən distributivliyi:

$$(a \wedge b) \vee c = (a \vee c) \wedge (b \vee c) \quad [(ab) + c = (a + c)(b + c)] \quad (3)$$

3. Qruplaşdırma (assosiativlik) qanunları:

$$(a \wedge b) \wedge c = a \wedge (b \wedge c) \quad [(ab)c = a(bc)] \\ (a \vee b) \vee c = a \vee (b \vee c) \quad [(a + b) + c = a + (b + c)] \quad (4)$$

4. Təkrarlanma (tautologiya, idempotentlik) qanunları:

$$a \wedge a = a \quad [aa = a], \quad a \vee a = a \quad [a + a = a] \quad (5)$$

5. Udulma (absorbsiya) qanunları:

$$a \wedge (a \vee b) = a \quad [a(a + b) = a], \quad a \vee (a \wedge b) = a \quad [a + ab = a] \quad (6)$$

6. İnkərar (inversiya) qanunları:

a) tamamlama qanunları:

$$a \wedge \bar{a} = 0 \quad [a\bar{a} = 0], \quad a \vee \bar{a} = 1 \quad [a + \bar{a} = 1] \quad (7)$$

b) de Morqan qanunları:

$$a \bar{\wedge} b = \bar{a} \vee \bar{b} \quad [\overline{ab} = \bar{a} + \bar{b}] \\ a \bar{\vee} b = \bar{a} \wedge \bar{b} \quad [\overline{a + b} = \bar{a} \cdot \bar{b}] \quad (8)$$

j) ikiqat inkərar qanunu:

$$\overline{\overline{a}} = a \quad (9)$$

d) bitişdirmə (yapışdırma, yayılma) qanunları:

$$(a \wedge b) \vee (a \wedge \bar{b}) = a \quad [ab + a\bar{b} = a] \\ (a \vee b) \wedge (a \vee \bar{b}) = a \quad [(a + b)(a + \bar{b}) = a] \quad (10)$$

7. Universal mülahizə qanunları:

$$\begin{aligned} a \wedge 1 &= a & [a \cdot 1 = a] \\ a \vee 1 &= 1 & [a + 1 = 1] \end{aligned} \quad (11)$$

8. Sıfır – mülahizə qanunları:

$$\begin{aligned} a \wedge 0 &= 0 & [a \cdot 0 = 0] \\ a \vee 0 &= a & [a + 0 = a] \end{aligned} \quad (12)$$

Bu qanunların doğruluğunu ikiyerli Bul funksiyalarının uyğunluq (doğruluq) jədvəllərindən istifadə etməklə asanlıqla göstərmək mümkündür.

Nümunə üçün $a \vee \bar{a} = 1$ [$a + \bar{a} = 1$] qanununun (7 qanunundan ikinjisinin) doğruluğunu jədvəl 2.10 ilə, $(a \wedge b) \vee (a \wedge \bar{b}) = a$ [$ab + a\bar{b} = a$] qanununun (6 qanunun birinjisinin) doğruluğunu isə jədvəl 2. 11 vasitəsilə göstərmək olar.

Jədvəl 2.10

a	\bar{a}	$a \vee \bar{a}$
0	1	1
1	0	1

Jədvəl 2.11

a	b	$a \wedge b$	\bar{b}	$a \wedge \bar{b}$	$a \wedge b \vee a \wedge \bar{b}$
0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	1	1
0	1	0	0	0	0
1	1	1	0	0	1

Sonunju qanunun doğruluğunu aşağıdakı analitik üsulla göstərmək olardı: (2), (7), və (11) qanunlarına əsasən

$$(a \wedge b) \vee (a \wedge \bar{b}) = a \wedge (b \vee \bar{b}) = a \wedge 1 = a$$

(1) – (12) düsturlarından bir sıra mühüm nəticələr almaq olar:

- a) *konyuksiyanın dizyunksiyaya (dizyunksiyanın konyuksiyaya) nəzərən paylanma (2) qanunundan alınır ki, ortağ dəyişəni mötərizə xarijinə çıxartmaq olar;*
- b) *yerdəyişmə və qruplaşdırma qanunlarından alınır ki, n dəyişənin konyuksiyalarının və dizyunksiyalarının yazılışında mötərizələrdən istifadə etməmək olar;*
- v) *universal mülahizə (11) qanunlarından alınır ki, əgər istənilən sayda dəyişənlərdən biri 1 olarsa, onların dizyunksiyası 1 olur;*

$$\overline{xv} \overline{y} v z v 1 v t = 1;$$

inkarında iştirak edərsə, onların konyunksiyası sıfırdır, məsələn;

$$xyz\overline{x} = 0 \quad PQ\overline{P}L = 0;$$

- d) *ikinci tamamlama (7) qanunundan alınır ki, istənilən sayda dəyişənlərin içərisində heç olmasa birinin inkarı da iştirak edərsə, onların dizyunksiyası vahiddir, məsələn:*

$$x \vee y \vee z \vee \overline{x} = 1.$$

Misal 2.5.

$$x + \overline{x}y = x + y$$

$$x + \overline{x}y = (x + \overline{x})(x + y) = 1(x + y) = x + y$$

Misal 2.6.

$$x(\overline{x} + y) = xy$$

$$x(\overline{x} + y) = x\overline{x} + xy = 0 + xy = xy$$

Misal 2.7.

$$(x + y)(\overline{x} + z) = xz + \overline{x}y$$

$$(x + y)(\overline{x} + z) = (x + y)\overline{x} + (x + y)z = x\overline{x} + y\overline{x} + xz + yz =$$

$$0 + xz + \overline{x}y + yz = xz + \overline{x}y + yz(x + \overline{x}) =$$

$$xz + \overline{x}y + yzx + yz\overline{x} = xz + xzy + \overline{x}y + \overline{x}yz =$$

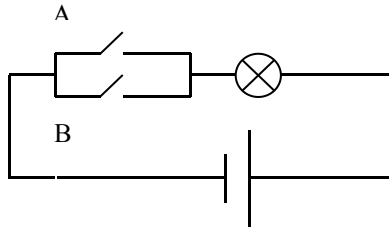
$$xz(1 + y) + \overline{x}y(1 + z) = xz + \overline{x}y$$

2.5. Əsas Bul funksiyalarının bəzi realizasiyaları

Əsas Bul funksiyalarının fiziki realizasiyası ən müxtəlif – mexaniki, elektrik, elektron və s. elementlər vasitəsilə həyata keçirilə bilər.

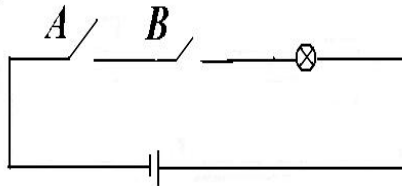
Əsas Bul funksiyalarının elektrik realizasiyası üçün batareya, açarlar və lampa kifayətdir. Lampanın yanması baxılan məntiqi əməlin düzgün yerinə yetirildiyini bildirəcəkdir.

1. *VƏ YA məntiqi (disyunksiya) – iki açardan heç olmasa biri qapandıqda lampa yanır (şək. 2.2)*



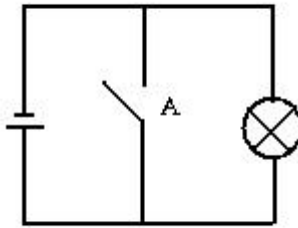
Şək. 2.2.

2. *VƏ məntiqi əməli (konyuksiya) – hər iki açar qapalı olduqda və anjaq onda lampa yanır (şək. 2.3)*

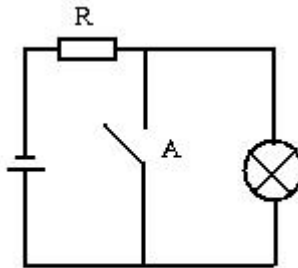


Şək. 2.3.

2. **DEYİL məntiqi əməli (inkar)** – açar qapalı olmadıqda lampa yanır (şək. 2.4). Bu jür qurğu isə invertor adlanır. Açar qapandıqda batareyanın qütbləri birləşdirildiyindən qapanma baş verir və lampa sönür. Bu sxemdən məntiqi inkarın nümayişi üçün istifadə etdikdə açarı ən kiçik müddət ərzində qapalı saxlamaq olar; əks halda batareyaya sıradan çıxajaqdır. Uzun müddətli nümayiş üçün şək. 2.5-də təsvir olunan sxemdən istifadə etmək məsləhət görülür.



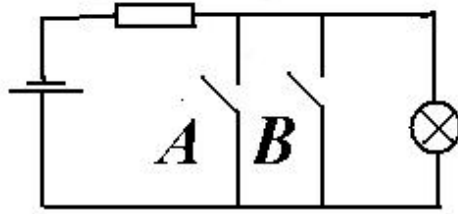
Şək. 2.4.



Şək. 2.5.

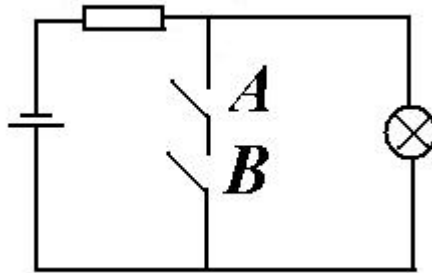
Bu sxemdəki R rezistoru açarın qapanması zamanı jərəyan məhdudlaşdırılmasına xidmət edir. Amma bu halda lampa nisbətən zəif yanajaqdır.

4. **$VƏ YA$ – DEYİL (dizyunksiyanın inkarı)** – $A VƏ YA B$ açarlarından biri qapalı DEYİLSə, lampa yanır (şək. 2.6)



Şək. 2.6

4. *VƏ – DEYİL (konyuksiyanın inkarı) – A və B açarları eyni zamanda qapanmadıqda lampa yanır (şək. 2.7)*

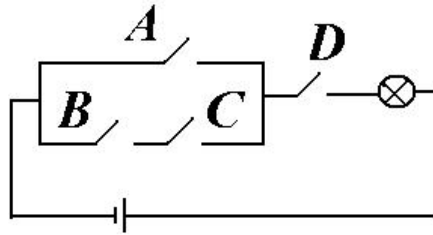


Şək. 2.7.

Elektrik açarları vasitəsilə ixtiyari mürəkkəb məntiqi ifadələri reallaşdırmaq olar. Şək. 2.8-də

$$X = (A + BJ)D$$

funksiyasının elektrik realizasiyasının sxemi verilmişdir



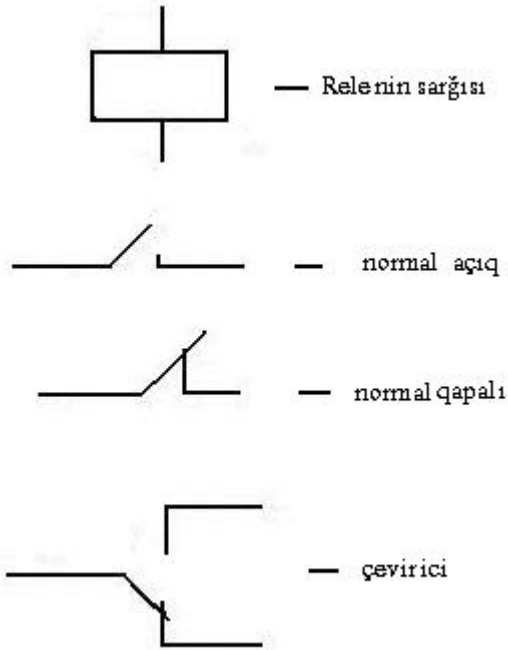
Şək. 2.8.

Bul funksiyalarının həm mexaniki, həm də elektrik realizasiyaları avtomatik işləmir, yəni insanın müdaxiləsini (açarların qapanmasını və ya açılmasını) tələb edir.

Məntiqi funksiyaları yerinə yetirən qurğuların avtomatlaşdırılmasında elektromaqnit relelərdən istifadə olunması mühüm addım olmuşdur. Relenin kontaktları üç şəkildə ola bilər.

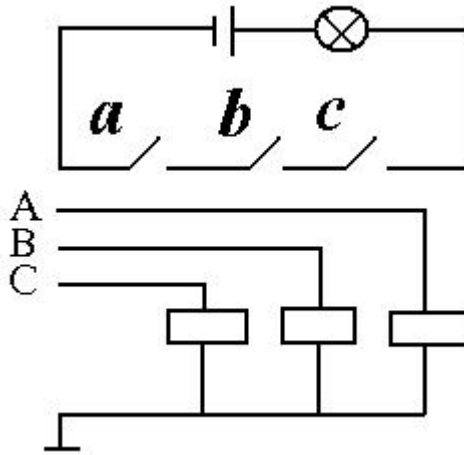
- 1. Normal açıq; sarğıdan jərəyan keçdikdə qapanır;*
- 2. Normal qapalı; sarğıdan jərəyan keçdikdə açılır;*
- 3. Çevrilə bilən (çeviriji); normal açıq kontaktlar jütündən və normal qapalı kontaktlar jütündən ibarət olur.*

Relenin sarğısı və kontaktları sxemlərdə şəkl. 2.10-da göstərilənlər kimi təsvir olunur.



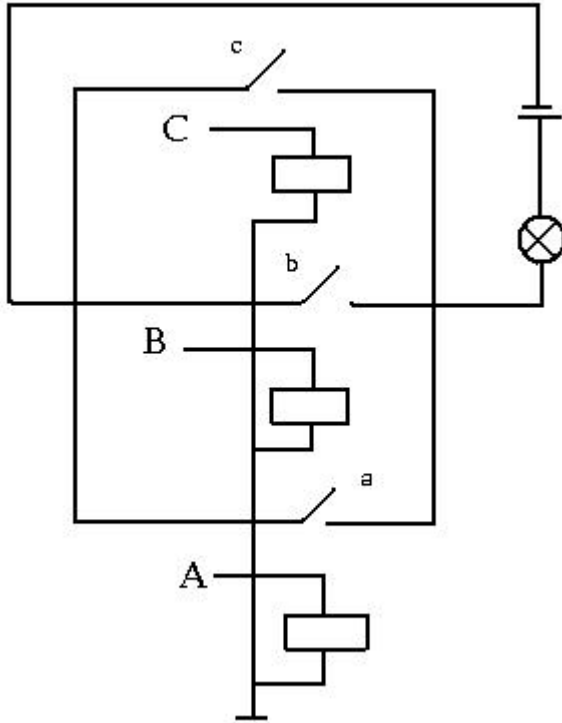
Şək. 2.9

Şək. 2.10-da üç A , B və J girişli $V\Theta$ sxemi təsvir olunmuşdur. Məntiqi funksiyanın yerinə yetirilməsinin indikatoru lampadır. Hər relenin çıxışlarından biri ümumi qidaya (torpağa) birləşdirilir, digər çıxışa isə A , B , J mülahizələrinə uyğun idarəedici signallar verilir. Bütün relələrin normal açıq a , b və j kontaktları batareya və lampadan ibarət olan elektrik dövrəsinə ardıcıl birləşdirilir.



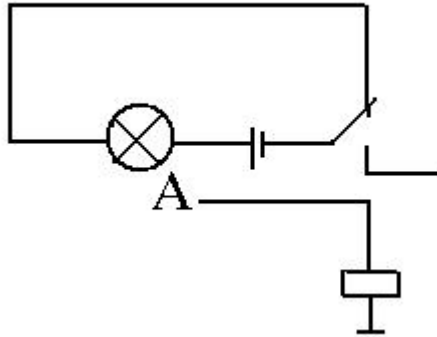
Şək. 2.10.

Şək. 2.11-də üç *A*, *B* və *J* girişli VƏ YA sxemi göstərilmişdir. Relələrin kontaktları şək. 2.8-dəki kimi birləşdirilmişdir, amma onların normal açıq kontaktları batareyaya və lampaya nəzarən paralel birləşdirilmişdir. Girişlərdən yalnız birinə signal verilməsi dövrənin uyğun kontaktlarını bağlayır və lampa yanır.



Şək. 2.11

Məntiqi inkarın reallaşdırılması üçün çeviriji kontaktı olan bir reledən istifadə olunur (şək. 2.12).



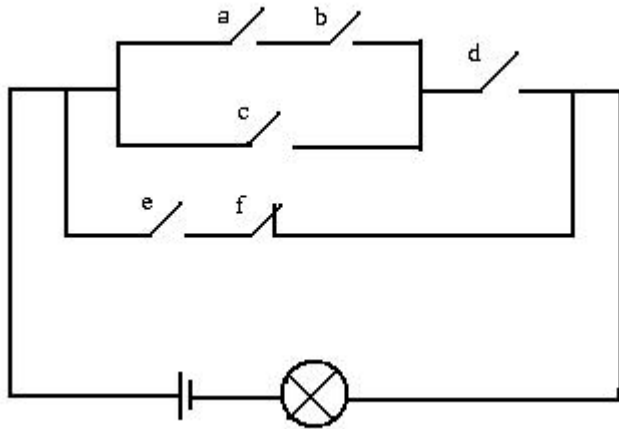
Şək. 2.12.

Batareya və lampa dövrəsi normal qapalı çeviriji kontaktlar jütü ilə qapalıdır. A girişinə siqnal verildikdə rele işləyir, kontaktlar çevrilir və lampa sönür.

Şək. 2.13-də

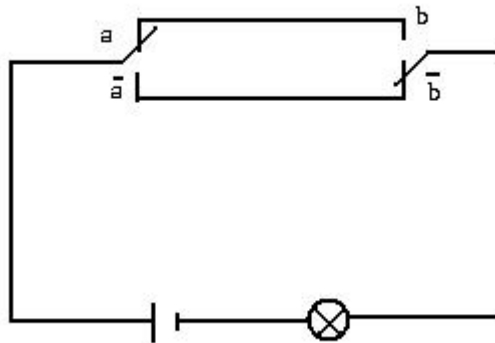
$$f = (A \cdot B + C)D + E \cdot \bar{F}$$

funksiyasının reallaşdırılmasının sxemi verilmişdir. Sadə olmaq üçün sxemdə rele sarğıları göstərilməmiş, anjaq uyğun kontaktlar təsvir olunmuşdur.



Şək. 2.13.

Evin (mənzilin) elektrik dövrəsində praktik tətbiq oluna bilən bir maraqlı sxem şək. 2.14-də verilmişdir.



Şək. 2.14.

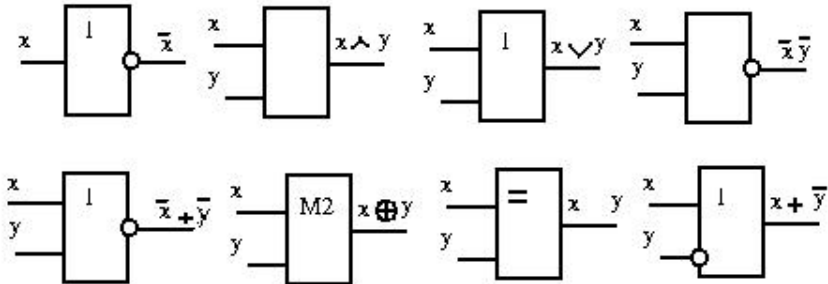
Burada çeviriji kontaktlardan istifadə olunur. Kontaktın hərəkət edən lövhəjiyinin (şəkildə) aşağı vəziyyətini «0», yuxarı vəziyyətini «1» qəbul etsək, «lampa yanır» funksiyası

$$f = a \cdot b + \bar{a} \cdot \bar{b}$$

ifadəsi ilə verilə bilər.

Belə çevirijilər həqiqətən mövjuddur və deviator – açar adlanır. Onun köməyi ilə dəhlizin və ya otağın müxtəlif guşələrində qoyulmuş açarlar vasitəsilə elektrik lampalarını yandırmaq və söndürmək olar.

Bizi bundan sonra elektrik sxemləri deyil, yalnız mikroelektron integral sxemləri maraqlandıracaqdır. Buna görə də məntiqi elementlərin həmin sxemlərdə işarələrini şəkl. 2.15-də veririk. Qeyd edək ki, VƏ – DEYİL, VƏ YA – DEYİL məntiqi elementləri əsasında qurulan məntiqi sxemlərdən də tez – tez istifadə olunur.



Şəkl. 2.15.

2.6. Çoxdəyişənli Bul funksiyaları

Bir və ikidəyişənli Bul funksiyalarının işarə olunması üçün qəbul edilən simvolika üç, dörd və ümumiyyətlə, n – dəyişənli Bul funksiyalarına da tətbiq edilə bilər. Məsələn,

$$f(x, y, z) = (x \rightarrow \bar{y}) \leftrightarrow (\bar{x} \wedge z)$$

funksiyası üç sərbəst dəyişəndən – x , y və z dəyişənlərindən asılıdır.

Bir və iki dəyişənli funksiyalarda olduğu kimi n dəyişənli funksiya da jədvəl şəklində verilə bilər. Belə jədvəllərin doldurulması zamanı x_1, x_2, \dots, x_n dəyişənlərinin bütün mümkün qiymətlərindən ibarət (n – ölçülü məntiqi ikilik fəzanın k ($k=0,1,2,\dots,n$) nöqtəsinə uyğun sütunda göstərilən) kombinasiyalar və həmin nöqtələrdə f -in qiymətləri göstərilir. Baxdığımız funksiya üçün, məsələn, $k=2$ nöqtəsində, yəni $x=0$; $y=1$ və $z=0$ olduqda $f(0,1,0) = 0$ yazılmalıdır. Eyni qayda ilə digər k -lar üçün də funksiyanın qiymətini tapar və həmin funksiyanı təsvir edən jədvəl 2.12-ni alırıq.

Cədvəl 2.12

k	0	1	2	3	4	5	6	7
x	0	1	0	1	0	1	0	1
y	0	0	1	1	0	0	1	1
z	0	0	0	0	1	1	1	1
f	0	0	0	1	1	0	1	1

Beləliklə, bir və ikidəyişənli Bul funksiyaları jədvəl şəklində verildikdə arqumentlərin müxtəlif qiymətləri aşkar şəkildə göstərilir. Bu üsulla funksiya tamamilə əyani təsvir olunur və mahiyyətə istənilən sayda arqumentlərdən asılı funksiyalar üçün mümkündür (jədvəl 2.13). Amma funksiyanın jədvəl şəklində yazılışı kompakt deyildir. Göründüyü kimi, jədvəlin 2^n sayda sütunu vardır (burada n – arqumentlərin sayıdır) və n böyük olduqca jədvəl həddindən artıq böyüyür.

Jədvəl 2.13

k	0	1	2	3	...	k	...	2^n-1
x_1	0	1	0	1	...	$x_1(k)$...	1
x_2	0	0	1	1	...	$x_2(k)$...	1
...
x_n	0	0	0	0	...	$x_n(k)$...	1
f	f_0	f_1	f_2	f_3	...	f_k	...	f_{2k-1}

Məntiqi funksiyanın jədvəlinin qurulmasından, əsasən, mürəkkəb sxemlərin layihələndirilməsinin ilk mərhələlərində istifadə olunur. Əksər hallarda isə onların analitik ifadəsindən istifadə edirlər.

İndi isə göstərək ki, ixtiyari bir və ikidəyişənli Bul funksiyalarının işarə olunması üçün yuxarıda daxil edilmiş simvolika ixtiyari sayda dəyişəndən asılı olan bütün funksiyaların analitik şəkildə yazılmasına imkan verir.

Nümunə olaraq yenə də yuxarıdakı funksiya üçün tərtib etdiyimiz jədvəl 2.12-yə baxaq. Tutaq ki, Bul funksiyası jədvəl 2.12-də verilmişdir və onun analitik ifadəsi məlum deyildir. Həmin jədvəldən istifadə edərək, ona uyğun funksiyanın analitik ifadəsini yazaq. Burada istənilən jədvəl üçün yarayan metodikadan istifadə edəcəyik.

Jədvəlin əvvəljə $f=1$ olan hər hansı, məsələn, $k=3$ nömrəli sütununa baxaq. Bu sütunda $x=1, y=1, z=0$ yazılmışdır.

$$f_3 = x \wedge y \wedge \bar{z}$$

funksiyasına baxsaq görürük ki, $x=1, y=1, z=0$ olduqda və anjaq onda $f_3=1$ (yəni $k=3$ nöqtəsində f -in aldığı qiymət) olur. Eyni qayda ilə $k=4, k=6$ və $k=7$ nömrəli nöqtələrinə (yəni jədvəlin $f=1$ olan digər sütunlarına) baxıb 1 qiymətini alan

$$\begin{cases} f_4 = \bar{x} \wedge \bar{y} \wedge z, \\ f_6 = \bar{x} \wedge y \wedge z, \\ f_7 = x \wedge y \wedge z \end{cases}$$

funksiyalarını düzəldirik

$$f = f_1 \vee f_2 \vee f_3 \vee f_4$$

funksiyası

$$f_0 = f_1 = f_2 = f_5 = 0$$

olduqda və anjaq onda 0 qiymətini alır; qalan hallarda isə $f=1$ olur.
«Qalan hallar» $k=3, k=4, k=6, k=7$ olduğundan

$$f = (x \wedge y \wedge \bar{z}) \vee (\bar{x} \wedge \bar{y} \wedge \bar{z}) \vee (\bar{x} \wedge y \wedge z) \vee (x \wedge y \wedge z)$$

funksiyası jədvəl 2.12-yə tamamilə uyğundur.

Aldığımız funksiya görünüşünə görə ilkin verilmiş funksiyaadan fərqlidir və başqa standart şəkildədir. Verilmiş və alınmış funksiyalar arasında xarici fərq aşkar görünsə də onların hər ikisi eyni, jədvəl 2.12 ilə verilən funksiyanın analitik ifadəsidir. Başqa sözlə

$$\begin{aligned} f(x, y, z) &= (x \rightarrow \bar{y}) \leftrightarrow (\bar{x} \wedge z) = \\ &= (x \wedge y \wedge \bar{z}) \vee (\bar{x} \wedge \bar{y} \wedge z) \vee (\bar{x} \wedge y \wedge z) \vee (x \wedge y \wedge z) \end{aligned}$$

olur.

Jədvəl şəklində verilmiş Bul funksiyaının analitik düsturunun yuxarıdakı misalda şərh olunan qurulması qaydası universaldır və ixtiyari n – dəyişənli Bul funksiyaına tətbiq edilə bilər.

Doğrudan da, ixtiyari n – dəyişənli Bul funksiyaının jədvəlində $f=1$ olan ixtiyari sütunu götürüb, bütün (n sayda)

dəyişənlərin $x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge \dots \wedge x_n$ konyuksiyasını düzəldərik və jədvəlin baxılan sütununda 0 qiymət alan dəyişənin üstündə inkar işarəsin qoyarıq. Bütün $f=1$ olan sütunlar üçün belə konyuksiyalar yazıb, onları dizyunksiya işarəsi ilə birləşdirmək, nəticədə dizyunksiya işarəsi ilə birləşdirilmiş konyuksiyalardan ibarət ifadə alarıq.

2.7. Mükəmməl normal formalar

Yuxarıda göstərdik ki, jədvəl şəklində verilmiş ixtiyari funksiya üçün dizyunksiya işarəsi ilə birləşdirilmiş konyuksiyalardan ibarət analitik ifadə almaq olar. Bu zaman dizyunksiya işarəsi ilə birləşdirilmiş hər bir hədd bütün dəyişənlərin (bəzilərinin inkarlarının) konyuksiyasıdır. İfadədə xüsusi hallarda $x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge \dots \wedge x_n$ və $\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge \dots \wedge \bar{x}_n$ konyuksiyaları da iştirak edə bilər. Bu şəkildə təsvir olunan müxtəlif funksiyalar bir – birindən yalnız dizyunktiv hədlərin sayı və dizyunktiv hədləri əmələ gətirən konyuksiyalarda \bar{x}_i dəyişənlərinin üstündə inkar işarəsinin yerləşməsi ilə fərqlənə bilər.

Bu jür ifadələr mülahizələr hesabında xüsusi mühüm rol oynayır və onlara xüsusi adlar verilmişdir.

Hədləri bütün dəyişənlərin və ya onların inkarının müxtəlif konyuksiyalarından ibarət olan dizyunksiyaya mükəmməl dizyunktiv normal forma (MDNF) deyilir.

MDNF-nin hər bir həddi (hər bir dizyunktiv hədd) bütün dəyişənlərin ya özünü, ya da inkarını saxlayır və vahidin konstituenti və ya minterm adlanır. Mintermlərdəki hədlərin sayına onun rəngi deyilir.

Yuxarıda dediklərimizdən aydın olur ki, Bu funksiyanın jədvəl şəklində təsvirindən onun MDNF-də təsvirinə keçmək üçün aşağıdakı alqoritmlərdən istifadə etmək olar:

Alqoirtm 1.

1. Verilmiş funksiyanın uyğunluq jədvəlində funksiyanın 1-ə bərabər olduğu sütunlar üçün mintermlər qurmalı (bunun üçün bütün

dəyişənlərin konyuksiyasını yazmalı və sütunda qiyməti 0 olan dəyişənlərin üstündə inkar işarəsini qoymalı).

2. Qurulmuş mintermləri dizyunksiya işarələri ilə birləşdirməli.

Alınan yazılış verilmiş funksiyanın MDNF - də ifadəsi olacaqdır.

Jədvəl 2.12 - də verilmiş funksiya üçün bu ifadə

$$f_{MDNF} = (x \wedge y \wedge \bar{z}) \vee (\bar{x} \wedge \bar{y} \wedge z) \vee (\bar{x} \wedge y \wedge z) \vee (x \wedge y \wedge z)$$

olacaqdır.

Bunu bəzən bir jədvəldə - jədvəl 2.14 - dəki qayda ilə yerinə yetirmək əlverişli olur.

Jədvəl 2.14.

<i>k</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>f</i>	<i>Mintermlər</i>
0	0	0	0	0	-
1	1	0	0	0	-
2	0	1	0	0	-
3	1	1	0	1	$x \wedge y \wedge \bar{z}$
4	0	0	1	1	$\bar{x} \wedge \bar{y} \wedge z$
5	1	0	1	0	-
6	0	1	1	1	$\bar{x} \wedge y \wedge z$
7	1	1	1	1	$x \wedge y \wedge z$

Tutaq ki, (analitik ifadəsi məlum olmayan) funksiya jədvəl 2.12 ilə verilmişdir. Həmin jədvəldə daha bir sütun (mintermlər üçün) əlavə edib, *f* - in 1 - ə bərabər olduğu nöqtələr üçün alqoritm 1 - in birinci bəndində göstərilən qayda ilə mintermləri tapırıq.

Mintermlər sütunundakı konyunktiv hədləri dizyunksiya ilə birləşdirməklə verilmiş funksiyanın MDNF - də yazılışını alırıq.

Mükəmməl konyunktiv normal forma (MKNF) hədləri bütün dəyişənlərin və ya onların inkarının müxtəlif dizyunksiyalarından ibarət olan konyunksiyaya deyilir.

MKNF - in hər bir həddi (hər bir konyunktiv hədd) bütün dəyişənlərin ya özünü, ya da inkarını saxlayır və sıfırın konstituenti və ya maksterm adlanır. Makstermlərdənkə hədlərin sayına onun rəngi deyilir.

Məntiqi funksiyanın jədvəl şəkilində təsvirindən onun MKNF - də təsvirinə keçmək üçün aşağıdakı alqoritmədən istifadə etmək olar:

Alqoritm 2.

1. Verilmiş funksiyanın doğruluq jədvəlində funksiyanın 0 - a bərabər olduğı sütunlar makstermlər qurmalı (bunun üçün bütün dəyişənlərin dizyunksiyasını yazmalı və baxılan sütunda qiyməti 1 olan dəyişənin üstündə inkar işarəsini qoymalı).

2. Qurulmuş makstermləri konyunksiya işarəsi ilə birləşdirməli.

Jədvəl 2.12. - ilə verilmiş funksiyanın MDNF - də ifadəsi makstermlər

$k = 0$ sütunu üçün $x \vee y \vee z$,

$k = 1$ sütunu üçün $\bar{x} \vee y \vee z$,

$k = 2$ sütunu üçün $x \vee \bar{y} \vee z$,

$k = 5$ sütunu üçün $\bar{x} \vee y \vee \bar{z}$

olduğı üçün

$$f_{MKNF} = (x \vee y \vee z) (\bar{x} \vee y \vee z) (x \vee \bar{y} \vee z) (\bar{x} \vee y \vee \bar{z})$$

olar.

İndi isə bu prosesi aşağıdakı jədvəl 2.15 ilə təsvir edəək.

Jədvəl 2.15.

<i>k</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>f</i>	<i>Mintermlər</i>
<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	$x \vee y \vee z$
<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	-

2	0	1	0	1	-
3	0	1	1	0	$\bar{x} \wedge y \wedge z$
4	1	0	0	1	-
5	1	0	1	0	$x \vee \bar{y} \vee z$
6	1	1	0	0	-
7	1	1	1	1	$\bar{x} \wedge y \wedge z$

f - in vahidə bərabər olduğu sətirlərdə makstermləri düzəldək və sonunju düsturda yazaq. Həmin sütundakı dizyunktiv hədləri konyunksiya ilə birləşdirib, *f* - in MKNF - də ifadəsini alırıq.

Qeyd etdiyimiz kimi MDNF və MKNF - də hər bir hədd bütün dəyişənlərin ya özünü, ya da inkarını hökmən saxlayır. Bu tələb ödənilmədikdə, yəni bəzi hədlərdə müəyyən dəyişənlər (özü və inkarı) iştirak etmədikdə, həmin formaları, uyğun olaraq, konyunktiv normal forma (KNF) və dizyunktiv normal forma (DNF) adlandırırlar.

Funksiyanın normal formaları üçün aşağıdakı xassəni qeyd etmək olar.

Əgər hər hansı *f* funksiyası (sadə və ya mükəmməl) dizyunktiv (konyunktiv) formada yazılmışdırsa, həmin yazılışda bütün konyunksiya və dizyunksiya işarələrini bir - biri ilə əvəz edib, hər bir sərbəst dəyişənin üstündə inkar işarəsi qoysaq (ikiqat inkar nəzərə alınmaqla), *f* funksiyasının (uyğun olaraq, sadə və mükəmməl) konyunktiv (dizyunktiv) formasını alırıq. Bu xassə

$$x \bar{\wedge} y = \bar{x} \vee \bar{y}$$

$$x \bar{\vee} y = \bar{x} \wedge \bar{y}$$

$$0 = x \wedge \bar{x}$$

düsturlarından bilavasitə çıxır.

Funksiya normal formalardan fərqli olaraq, (konyunktiv və dizyunktiv) MNF - də yeganə şəkildə təsvir olunur. Bu zaman (dizyunktiv və konyunktiv) hədlərin, eləcə də hər bir həddəki dəyişənlərin yerləşmə ardıcılığı nəzərə alınmır.

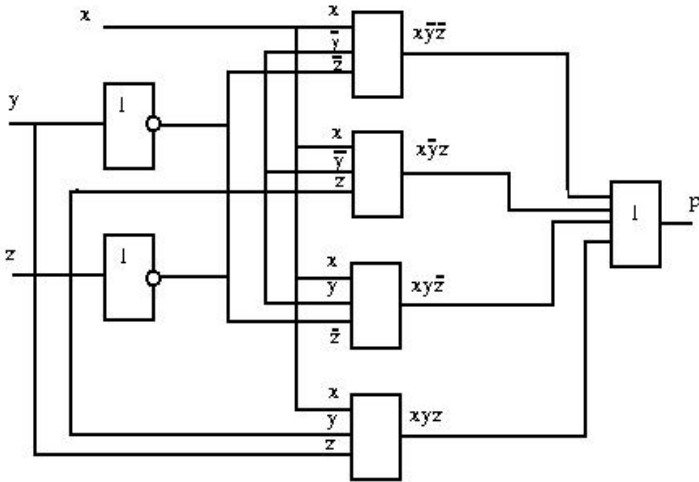
n dəyişəndən asılı olan məntiqi funksiyanın mintertlərinin *m* sayı və makstermlərinin *M* sayı bir - birinə bərabərdir və $m = M = 2^n$. Amma jədvəl 2.12 ilə verilmiş üçdəyişənli funksiya üçün 4 minterm və 4 maksterm almışdıq. Həmin funksiyanın qalan mintermləri eyniliklə sıfır, qalan makstermləri isə eyniliklə vahidə bərabərdir və $a \vee 0 = a$ və $a \wedge 1 = a$ olduğuna görə onları atmaq olar.

f funksiyaının MDNF - də və MKNF - də ifadəsindən məntiqi qurğuların funksional sxemlərinin sintezində geniş istifadə olunur.

Məsələn, jədvəl 2.16 ilə verilmiş funksiyanın mintermlərini həmin jədvəldə bir sütun əlavə etməklə tapmaq. Mintermlərdən düzəldilmiş MDNF - də istifadə edərək, funksiyanın məntiqi sxemlərlə realizasiyasını şəkil 2.16 - daki kimi vermək olar.

Jədvəl 2.16

<i>k</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>f</i>	Mintermlər
0	0	0	0	0	-
1	0	0	1	0	-
2	0	1	0	0	-
3	0	1	1	0	-
4	1	0	0	1	$x \wedge \bar{y} \wedge \bar{z}$
5	1	0	1	1	$x \wedge \bar{y} \wedge z$
6	1	1	0	0	$x \wedge y \wedge \bar{z}$
7	1	1	1	1	$x \wedge y \wedge z$



Şəkil 2.16.

2.8. Normal formaldan mükəmməl normal formalara keçid qaydaları

Bütün funksiyalar ($V\bar{\Theta}$, $V\bar{\Theta}$ YA, $DEYİL$) funksiyaları ilə ifadə oluna bildiyindən (aşağıda bu funksiyalardan ibarət olan sistemə funksional tam sistem deyəcəyik) ixtiyarı analitik ifadə ilə verilmiş Bul funksiyasını mükəmməl normal formaldan yazmaq olar.

Normal formadan mükəmməl normal formalara analitik və qrafik üsullarla keçmək olar.

2.8.1. Analitik üsul

Normal formaldan fərqli olaraq, mükəmməl formalar anjaq maksimal (r) rəngli ($MKNF$ - lər üçün) dizyunksiyaları və ($MDNF$ - lər üçün) konyunksiyaları saxlayır. Bu, normal formaldan mükəmməl normal formalara keçidi aşağıdakı üsullarla yerinə yetirməyə imkan verir.

Alqoritm 3.

İxtiyari DNF - dən r rənqlı MDNF - yə keçmək üçün verilmiş DNF - yə daxil olan k ($k < r$) rənqlı konyunksiyaları $1 = (s \vee \bar{s})$ məntiqi ifadəsinə ardıcıl vurmaq lazımdır. Burada s - həmin konyunksiyaya daxil olmayan dəyişənlərdən biridir. Aşkardır ki, hər konyunksiya üçün belə çevirmələrin sayı $(r - k)$ olmalıdır.

Misal 1. DNF - də verilmiş

$$F_{DNF}(x, y, z) = xy \vee z$$

ifadəsini MDNF - ə keçirməli.

Həlli: 1. Əsas qanunlardan istifadə edərək verilmiş funksiyanın konyunksiyalarını üçrənqlı şəklinə salaq:

$$xy = xy1 = xy(z \vee \bar{z}) = xyz \vee xy\bar{z};$$

$$z = z(x \vee \bar{x}) = (xz \vee \bar{x}z) = (xz \vee \bar{x}z) \wedge (y \vee \bar{y}) =$$

$$xyz \vee \bar{x}yz \vee x\bar{y}z \vee \bar{x}\bar{y}z$$

2. Alınan mintermlərin dizyunksiyasını düzəldək.

$$f_{MDNF} = xyz \vee xy\bar{z} \vee \bar{x}yz \vee x\bar{y}z \vee \bar{x}\bar{y}z.$$

Alqoritm 4

İxtiyari KNF - dən r rənqlı MKNF - ə keçmək üçün verilmiş KNF - ə daxil olan k ($k < r$) rənqlı dizyunksiyaları $0 = (s \wedge \bar{s})$ məntiqi ifadəsi ilə ardıcıl toplamaq lazımdır: burada s - həmin dizyunksiyaya daxil olmayan dəyişənlərdən biridir. Aşkardır ki, hər dizyunksiya üçün belə çevirmələrin sayı $(r - k)$ olmalıdır.

Misal 2. KNF - də verilmiş

$$f_{KNF} = x(y \vee \bar{z})$$

ifadəsini MKNF - yə keçirməli.

Həlli: 1. Əsas qanunlardan istifadə edərək, verilmiş funksiyanın dizyunksiyalarını üçrənqlı makstermlərə çevirək:

$$x = x \vee y\bar{y} = (x \vee y)(x \vee \bar{y}) = (x \vee y \vee z\bar{z})(x \vee \bar{y} \vee z\bar{z}) =$$

$$= (x \vee y \vee z) = (z \vee y \vee \bar{z})(x \vee \bar{y} \vee z)(x \vee \bar{y} \vee \bar{z});$$

$$y \vee \bar{z} = y \vee \bar{z} \vee x\bar{x} = (x \vee y \vee \bar{z})(\bar{x} \vee y \vee \bar{z}).$$

2. Alınan makstermlərin konyunksiyasını düzəldək:

$$f_{MKNF} = (x \vee y \vee z)(x \vee y \vee \bar{z})(x \vee \bar{y} \vee z) \wedge (x \vee \bar{y} \vee \bar{z})(\bar{x} \vee y \vee \bar{z}).$$

2.8.2. Qrafik üsul

Məntiqi funksiyanın normal formadan mükəmməl normal formaya keçirilməsi üçün ən əyani və sadə qrafik üsullardan biri Karno - Veyç kartlarıdır. Karno tərəfindən verilmiş diaqramın Veyç tərəfindən təkmilləşməsi olan bu üsul arqumentlərin sayı 5 - 6 - dan artıq olmadıqda tətbiq edilir.

Karno kartı verilmiş n sayda dəyişənlər üçün 2^n sayda mintermlərin qrafik təsviridir. Hər bir minterm xana şəkilində təsvir olunur və qonşu kanallarda yerləşən mintermlər anjaq bir dəyişənlə fərqlənir. Şəkil 2.17 - də iki, üç və dörd dəyişənli funksiyalar üçün Karno kartları təsvir edilmişdir. Dəyişənlər kartın sol yuxarı künjündəki dioqanal jizgisinin hər iki tərəfində təsvir edilmişdir. Dəyişənlərin qiymətləri isə kartın xarici tərəflərində ikilik rəqəmlərlə göstərilir: dəyişənin inkarının qiymətinə 0, öz qiymətinə isə 1 simvolu uyğundur. Bunlar Karno kartının hər bir xanası üçün ona uyğun olan mintermi yazmağa imkan verir.

Karno kartlarında hər bir sətrin və sütunun kənar xanalarında yerləşən mintermlər anjaq bir dəyişənlə fərqləndikləri üçün onlar qonşu xanalar hesab olunur.

Məntiqi funksiyanı DNF - dən MDNF - ə Karno kartlarının köməyi ilə keçirmək üçün aşağıdakı alqoritmlərdən istifadə olunur:

Alqoritm 5. 1. Verilmiş məntiqi ifadə üçün Karno kartı qurmalı

2. Tərkibinə verilmiş funksiyanın konyunksiyalarının daxil olduğu xanalara 1 yazmalı. 3. 1 - mintermlərin dizyunksiyalarını düzəltməli. Bu, verilmiş məntiqi funksiyanın MDNF - si olajaqdır.

Misal 3. Karno kartından istifadə etməklə,

$$f_{DNF} = xy \vee z$$

funksiyasını MDNF - yə çevirməli.

$y \backslash x$	0	1
0		
1		

a)

$z \backslash xy$	00	01	11	10
0				
1				

b)

zt	xy			
	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

v)

Şəkil 2.17

Həlli: 1. Verilmiş funksiya üçün Karno kartını təsvir edək (şəkil 2.18).

$Z \backslash XY$	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	1	1	1	1

Şəkil 2.18

2. Tərkibinə xy konyunksiyası və z dəyişəni daxil olan mintermlərə uyğun xanalara 1 yazmaq.

3. Qeyd olunmuş mintermləri dizyunksiya simvolları ilə birləşdirək:

$$f_{MDNF} = \bar{x} \bar{y} z \vee \bar{x} y z \vee x \bar{y} z \vee x y \bar{z} \vee x y z.$$

Məntiqi funksiyaları KNF - dan MKNF - ə Karno kartlarının köməyi ilə keçirmək olar. Bunu bir misal üzrə göstərək.

Misal 4. Karno kartından istifadə etməklə

$$f_{KNF} = (x \vee y \vee z) (x \vee \bar{y} \vee t)$$

funksiyasını MKNF - yə çevirməli.

Həlli:

1. KNF - də verilmiş funksiyanın inkarını düzəldək:

$$\bar{f}_{KNF} = (\overline{xyz}) \vee (\overline{xyt}).$$

2. Alınan məntiqi funksiya üçün Karno kartı quraq (şəkil 2.19) və özündə \overline{xyz} və \overline{xyt} konyunksiyalarını saxlayan xanalara 1 yazmaq.

Zt \ XY	XY			
	00	01	11	10
00	1	1		
01	1			
11				
10		1		

Şəkil 2.19

3. Karno kartından istifadə etməklə, f - in inkarının MKNF - də ifadəsini tapaq:

$$\bar{f}_{\text{MKNF}} = (\overline{xyz\bar{t}}) \vee (\overline{xy\bar{z}t}).$$

Bu ifadənin inkarını düzəldək:

$$f_{\text{MKNF}} = (x \vee y \vee z \vee t) (x \vee y \vee z \vee \bar{t}) \wedge (x \vee \bar{y} \vee z \vee t) (x \vee \bar{y} \vee \bar{z} \vee t).$$

Alınan ifadə verilmiş funksiyanın MKNF - də təsviridir.

Aşkardır ki, Karno kartının iki qonşu xanasında yerləşən iki mintermi bir əksik dəyişən saxlayan bir konyunksiya ilə əvəz etmək mümkündür. Doğrudan da şəkil 2.19 - da təsvir olunan Karno kartının birinci sətrinin ilk iki qonşu xanası üçün

$$x \bar{y} z \bar{t} \vee x y \bar{z} \bar{t} = \overline{x\bar{z}}(\bar{y} \vee y) = \overline{x\bar{z}t}$$

və birinci sütunun ilk iki xanası üçün

$$x \bar{y} z \bar{t} \vee \overline{xy\bar{z}t} = x \bar{y} z (\bar{t} \vee t) = x \bar{y} z$$

alınar.

2.9. Məntiqi funksiyaların minimallaşdırılması

Məntiqi funksiyanın sadələşdirilməsi mümkün olmayan formasına onun minimal formada yazılışı deyilir. Minimal normal formanın alınması üçün məntiqi funksiyanın ifadəsinin sadələşdirilməsi prosesi minimallaşdırma adlanır. Hər bir elementar məntiqi funksiya müəyyən fiziki element uyğun olduğundan minimallaşdırma cihazda elementlərin qənaətlə sərfinə səbəb olur. Bu metodlardan bir neçəsi ilə tanış olaq.

2.9.1. Dəyişənlərin ardıcıl yox edilməsi metodu

Bu metodda məntiqi jəbrinin qanun və eyniliklərindən istifadə olunur. Məntiqi funksiyanın sadələşdirilməsi mintermlərdən orta q vuruğun mötərizə xaricinə çıxarılması ilə həyata keçirilir, bu zaman elə mintermlər seçilir ki, mötərizə daxilindəki dizyunksiyalar dəyişənlərin yox edilməsinə gətirsin. Aşkardır ki, konkret mintermdən müəyyən dəyişənin yox edilməsi həmin mintermə bu dəyişəndən anjaq

qiyməti ilə fərqlənən yeni minterm əlavə etməklə həyata keçirilə bilər. Ranqın azaldılması məqsədi ilə mintermlər jütünün axtarılması prosesi mintermlərin bitişdirilməsi adlanır.

Məntiqi funksiyaların sadələşdirilməsi zamanı aşağıdakı eyni güclülüklərdən istifadə etmək əlverişlidir:

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

Misal 1. Dəyişənlərin ardıcıl yox edilməsi metodu ilə

$$f_{MDNF} = x \bar{y} \bar{z} \vee xy \bar{z} \vee xyz$$

funksiyasını minimallaşdırmalı.

Həlli:

$$\begin{aligned}f_{MDNF} &= x \bar{y} \bar{z} \vee xy \bar{z} \vee xyz = xy \bar{z} \vee xy(\bar{z} \vee z) = \\&= x \bar{y} \bar{z} \vee xy = x(\bar{y} \bar{z} \vee y) = x(\bar{y} \vee y)(y \vee \bar{z}) = x(y \vee \bar{z}).\end{aligned}$$

Dəyişənlərin sayı çox olduqda, bir - birindən anjaq eyni dəyişənlərin qiymətləri kombinasiyası ilə fərqlənən mintermlər qrupunu müəyyən etmək çətin olur. Bundan başqa, bəzi mintermlər eyni zamanda bir neçə qrupa aid ola bilər ki, bu da məqsəduyğun mintermlərin seçilməsini çətinləşdirir. Mintermlər müxtəlif şəkillərdə qruplaşdırıldıqda, verilmiş funksiyanın müxtəlif sadələşdirilmiş formalarını almaq olar və bunlardan hansının minimal forma olmasını bir qayda olaraq, müəyyən etmək çətinidir. Bəzən sadələşdirilməsi mümkün olmayan elə forma da alınə bilər ki, o, minimal olmaz. Belə formaları tipik formalar adlandırırlar.

$$f_{MDNF} = x \bar{y} \bar{z} \vee \bar{x} \bar{y} \bar{z} \vee \bar{x} \bar{y} \bar{z} \vee \bar{x} y \bar{z} \vee xy \bar{z} \vee xyz$$

məntiqi funksiyası üçün mintermləri qruplaşdırsaq,

$$\begin{aligned}f &= (x \bar{y} \bar{z} \vee \bar{x} \bar{y} \bar{z}) \vee (x \bar{y} \bar{z} \vee xy \bar{z}) \vee \\&\vee (\bar{x} y \bar{z} \vee \bar{x} \bar{y} \bar{z}) \vee (\bar{x} y \bar{z} \vee xy \bar{z})\end{aligned}$$

alırıq. Paylama və inkar qanunlarından istifadə edək:

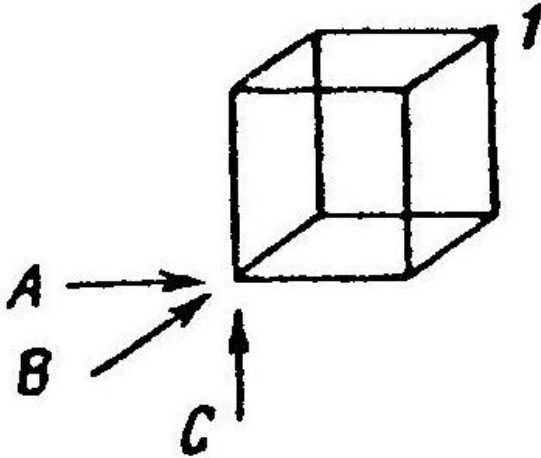
$$f = \bar{y}z(x \wedge \bar{x}) \vee xz(y \vee \bar{y}) \vee \bar{x}\bar{z}(y \vee \bar{y}) \vee y\bar{z}(x \vee \bar{x}) = \\ = \bar{y}z \vee xz \vee \bar{x}\bar{z} \vee y\bar{z}.$$

Aşağıda görəcəyik ki, bu forma sadələşdirilə bilməyə də minimal deyildir. Müxtəsərləşdirilmiş normal formaya daxil olan konyunksiyalar implikantlar adlanır.

2.9.2. Həndəsi metod

Tillərinin üzərində hərəkət etmək mümkün olan kub təsəvvür edək (şək.2.20). Hərəkətin istiqaməti A , B və J oxları ilə göstərilmişdir. Kubun oxlar istiqamətlənmiş təpəsi çıxış nöqtəsi qəbul edilir. Başqa sözlə, koordinat başlanğıcı həmin təpədədir.

Çıxış nöqtəsindən, məsələn, 1 nöqtəsinə keçmək üçün A , B və J oxları istiqamətində tillər üzrə hərəkət edilməlidir (təbii ki, başqa yollarla da keçmək olar).



Şək.2.20.

2 və 3 təpələrinə baxaq. Ardıjıl olaraq A və B oxları istiqamətində hərəkət etməklə 2 nöqtəsinə çatmaq mümkündür. J

istiqamətində hərəkət olmamasını \bar{C} ilə işarə edəcəyik. Onda 1 təpəsinə ABJ , 2 təpəsinə $AB\bar{C}$, 3 təpəsinə isə $\bar{A}BC$ yazılışı uyğundur.

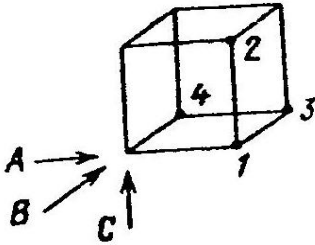
Üçrəngli $MDNF$ - də verilmiş funksiyanın hər konyunktiv həddinə kubun müəyyən təpəsi uyğundur. Bunun tərsi də doğrudur, yəni kubun hər təpəsinə müəyyən konyunktiv hədd uyğun olar. Məsələn,

$$f = \underbrace{A\bar{B}\bar{C}}_1 + \underbrace{A\bar{B}C}_2 + \underbrace{AB\bar{C}}_3 + \underbrace{ABC}_4$$

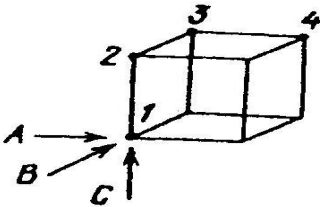
funksiyası kubun 1,2,3 və 4 təpələri ilə təsvir olunur (şəkil 2.21). Şəkil 2.22 - də təsvir olunmuş kubun təpələrinə

$$f = \underbrace{\bar{A}\bar{B}\bar{C}}_1 + \underbrace{\bar{A}\bar{B}C}_2 + \underbrace{\bar{A}BC}_3 + \underbrace{ABC}_4$$

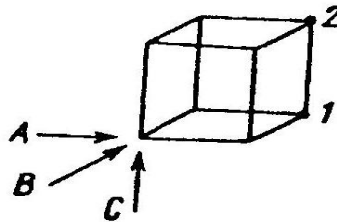
düsturu uyğundur.



Şəkil 2.21.



Şəkil 2.22.



Şəkil 2.23

Şəkil 2.23 -də təsvir olunmuş kuba baxaq. Burada iki nöqtə - 1 və 2 nöqtələri qeyd olunmuşdur. Həmin iki nöqtəyə

$$f = \underbrace{AB\bar{C}}_1 + \underbrace{ABC}_2$$

yazılışı uyğundur. AB - ni mötərizə xaricinə çıxartsaq,

$$f = AB(\underbrace{\bar{C} + C}_{=1}) \quad \text{və } f = AB \text{ alırıq.}$$

Şəkil 2.22 - də verilmiş kubla təsvir edilən

$$f = \bar{A} \bar{B} \bar{C} + \bar{A} \bar{B} C + \bar{A} B C + A B C \text{ ifadəsi üçün}$$

udulma qanununu birinci və ikinci hədlər üçün J - yə, üçüncü və dördüncü hədlər üçün A - ya tətbiq etsək,

$$F = \bar{A} \bar{B} (\underbrace{\bar{C} + C}_{=1}) + BC (\underbrace{\bar{A} + A}_{=1}) \text{ və ya}$$

$$f = \bar{A} \bar{B} + BC \text{ alırıq}$$

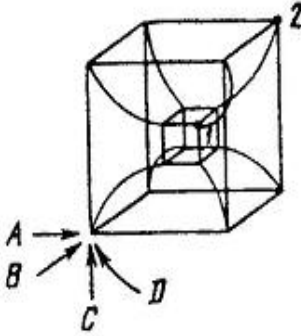
Baxdığımız misallar əsasında MDNF - də yazılmış funksiyanın minimallaşdırılması üçün aşağıdakı qaydanı verə bilərik:

1. Kubun MDNF - də yazılmış konyunktiv hədlərə uyğun təpələrinə qeyd etməli:

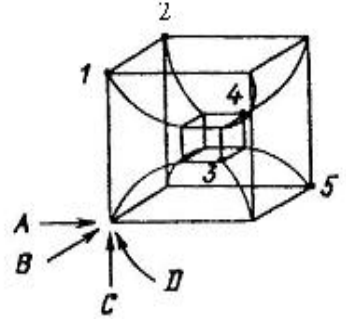
2. Qeyd olunmuş təpələrdən ikisi eyni tilə məxsus olduqda həmin tilin istiqamətinə uyğun hərflər üzrə udulma qanununu tətbiq etməklə, iki üçhərflili hədd əvəzinə bir ikihərflili hədd yazmalı.

Konyunktiv hədləri dördəqatlı olan MDNF - lərə də həmin həndəsi üsulu tətbiq etmək olar.

Məlumdur ki, kubun üç tili vardır. Yuxarıda, dəyişənlərə uyğun olaraq kubun enini, uzunluğunu və hündürlüyünü A , B və J hərfləri ilə işarə etdik. Ölçülərinin sayı üçdən çox olan real jisim yoxdur və buna görə də dördölçülü süni kub daxil edək (şəkil 2.24). Dördüncü «ölçü» böyük kubun təpəsindən kiçik kubun uyğun təpəsinə hərəkət vasitəsilə alınır.



Şəkil 2.24.



Şəkil 2.25

MDNF - də verilmiş dördranqlı

$$f = A \underbrace{\bar{B} C D}_1 + A B C \underbrace{\bar{D}}_2 \text{ ifadəsinə baxaq.}$$

Verilmiş ifadənin dördranqlı konyunktiv hədlərinə 1 və 2 təpələri uyğundur. Bu halda hərəkət A, B və J oxları üzrə yerinə yetirilir və bundan başqa, ifadədə həm də D hərfi olduğundan böyük kubun çatılmış sonunju təpəsindən daxilə - kiçik kubun uyğun təpəsinə də hərəkət etmək lazımdır. Konyunktiv həddə \bar{D} olarsa, daxilə doğru heç bir hərəkət olmur.

Bu halda da dördölçülü kubun təpələrinə tamamilə müəyyən dördranqlı konyunktiv hədd uyğun olur. Məsələn: şəkil 2.25 - də təsvir edilmiş kuba

$$f = \underbrace{\bar{A} \bar{B} C \bar{D}}_1 + \underbrace{\bar{A} B C \bar{D}}_2 + \underbrace{A \bar{B} \bar{C} D}_3 + \underbrace{A B \bar{C} \bar{D}}_4$$

ifadəsi uyğundur.

Dörd rəngli MDNF - də verilmiş ifadənin minimallaşdırılması üçün aşağıdakı qaydadan istifadə etmək olar:

1. Kubun MDNF - də yazılmış dörd rəngli konyunktiv hədlərinə uyğun olan təpələrini qeyd etməli.

2. Qeyd olunmuş təpələrdən hər hansı ikisi eyni tilə məxsus olduqda (burada iki kubun təpələrini birləşdirən xəyali til də nəzərdə tutulur) həmin til üçün dörd rəngli konyunktiv hədd əvəzinə bir üç rəngli konyunktiv hədd yazmalı (bu zaman udulma qanunu qeyd olunmuş təpələrin yerləşdiyi til ilə eyni istiqamətli olan hərflər tətbiq edilir).

Udulmanı əvvəlcə D hərfi üzrə aparmaq daha əlverişlidir. Bundan sonra üçölçü adı kub qalır.

Nümunə üçün şəkil 2.27 - də təsvir edilmiş kuba uyğun olan

$$f = \underbrace{A\bar{B}C\bar{D}}_1 + \underbrace{ABC\bar{D}}_2 + \underbrace{ABCD}_3 + \underbrace{A\bar{B}\bar{C}D}_4$$

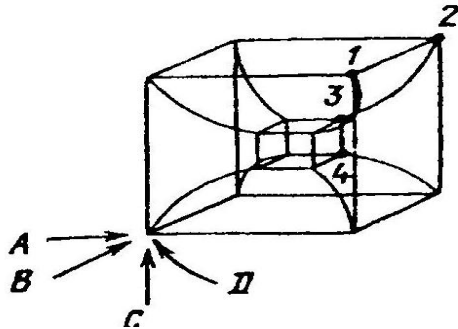
ifadəsinə baxaq. Həmin şəkildə 1 - 2 və 3 - 4 təpələrinə uyğun tillərdən istifadə etməklə minimallaşdırma göstərilmişdir. Bu tənliklər üçün B və J üzrə udulmanı yerinə yetirib,

$$f = AC\bar{D} \underbrace{(\bar{B} + B)}_{=1} + ABD \underbrace{(C + \bar{C})}_{=1}$$

yazmaq olar və nəticədə

$$f = AC\bar{D}(\bar{B} + B) + ABD(C + \bar{C}) \text{ alırıq.}$$

Minimallaşdırmanın şərh etdiyimiz həndəsi metodunun sadəliyinə baxmayaraq bəzi hallarda son nəticə udulmanın aparıldığı tillərin seçilməsindən asılı olur.

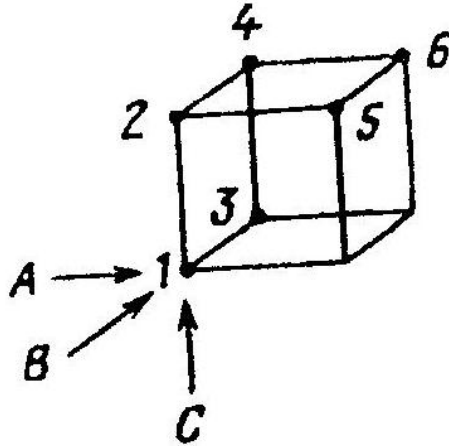


Şəkil 2.26.

Nümunə üçün jədvəl 2.17 ilə verilmiş funksiya baxaq.
Əvvəlcə həmin funksiyamı MDNF - də yazaq:

$$f = \underbrace{\bar{A} \bar{B} \bar{C}}_1 + \underbrace{\bar{A} \bar{B} C}_2 + \underbrace{\bar{A} B \bar{C}}_3 + \underbrace{\bar{A} B C}_4 + \underbrace{A \bar{B} \bar{C}}_5 + \underbrace{A B C}_6$$

Bu formaya şəkil 2.27 uyğundur.



Şəkil 2.27.

Jədvəl 2.17.

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>Mintermlər</i>
0	0	0	1	$\overline{A} \overline{B} \overline{C}$
0	0	1	1	$\overline{A} \overline{B} C$
0	1	0	1	$\overline{A} B \overline{C}$
0	1	1	1	$\overline{A} B C$
1	0	0	0	-
1	0	1	1	$A \overline{B} C$
1	1	0	0	-
1	1	1	1	ABC

1 - 3, 2 - 4 və 5 - 6 tilləri üzrə udulmaları yerinə yetirmək:

$$f = \overline{A} \overline{C} + \overline{A} C + AC;$$

$$f = \overline{A} (\underbrace{\overline{C} + C}_{=1}) = 1$$

$$f = \overline{A} \overline{C} + C(\overline{A} + A) = \overline{A} \overline{C} + C.$$

Udulmanı 1 - 2, 2 - 5, 3 - 4 və 4 - 6 tilləri üzrə yerinə yetirsəydik,

$$f = \overline{A} \overline{B} + \overline{B} C + \overline{A} B + BC;$$

$$f = \overline{A} (\underbrace{\overline{B} + B}_{=1}) + C(\underbrace{\overline{B} + B}_{=1});$$

$$f = \overline{A} + C \text{ alardıq.}$$

Jədvəl 2.18

A	C	\bar{A}	\bar{C}	AC	$\bar{A} \bar{C}$	$\bar{A} + AC$	$\bar{A} \bar{C} + C$	$\bar{A} + C$
0	0	1	1	0	1	1	1	1
0	1	1	0	0	0	1	1	1
1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	1	1	1

Birinji halda udulma üç til üzrə, ikinci halda isə dörd til üzrə yerinə yetirildi və ikinci halda daha sadə nətiyyə alındı. Nətiyələrin ekvivalentliyini jədvəl 2.18 ilə göstərmək olar.

2.10 Kvayn metodu

Bu metod ranqı yüksək olmayan və MDNF - də yazılan funksiyaların minimallaşdırmasına tətbiq olunur.

Tipik formaları minimal formalarda müqayisə etmək məqsədilə bu metodu 2.9 bəndində baxdığımız

$$f = A \bar{B} C + \bar{A} \bar{B} C + \bar{A} \bar{B} \bar{C} + \bar{A} B \bar{C} + A B \bar{C} + A B C$$

funksiyasına tətbiq edək.

Kvayn metodu bir neçə mərhələdə yerinə yetirilir.

Birinji mərhələ. Müxtəsər normal formanın tapılması. Bu mərhələdə jədvəl 2.19 tərtib olunur və həmin jədvəlin köməyi ilə bir - birindən anjaq bir dəyişənlə fərqlənən minterm jütləri seçilir. Belə mintermlərin jəmi (dizyunksiyası) - ikiranqlı ilk implikantlar jədvəl 2.19 - də bitişdirilmiş mintermlərin kəsişməsində yazılır.

Jədvəl 2.19

Mintermlər	$A \bar{B} C$	$\bar{A} \bar{B} C$	$\bar{A} \bar{B} \bar{C}$	$\bar{A} B \bar{C}$	$AB \bar{C}$	$AB C$
$A \bar{B} C$	1	$\bar{B} C$				
$\bar{A} \bar{B} C$	$\bar{B} C$	1	$\bar{A} \bar{B}$			
$\bar{A} \bar{B} \bar{C}$		$\bar{A} \bar{B}$	1	$\bar{A} \bar{C}$		
$\bar{A} B \bar{C}$			$\bar{A} \bar{C}$	1	$B \bar{C}$	
$AB \bar{C}$				$B \bar{C}$	1	AB
ABC					AB	1

Bitişdirmə nəticəsində yuxarıdakı ifadə çevirmənin birinci mərhələsinin bu addımında ikitərtibli sadə implikantların dizyunksiyası şəkilində olajaqdır. Baxdığımız misalda udulmaya məruz qalan mintermlər yoxdur.

Jədvəl 2.19 - un əsasında ifadə

$$f = \bar{B}C + \bar{A}\bar{B} + \bar{A}\bar{C} + B\bar{C} + AB + AC$$

şəklində düşür.

Bu ifadəyə anjaq ikiranqlı implikantlar daxil olduğu üçün udulma əməli ilə ifadənin bir daha sadələşdirilməsi mümkün deyildir. Bu ifadə verilmiş funksiyanın müxtəlif normal formasıdır.

İkinci mərhələ. Nişanların paylanması və minimal örtmələrin seçilməsi.

Sətirlərin sayı bitişdirmə zamanı yuxarıdakı axırıncı ifadədə alınmış implikantlar sayına, sütunlarında isə verilmiş funksiyanın yuxarıdakı ilkin ifadəsinə daxil olan mintermlər yerləşdirilmiş jədvəl 2.20 - ni tərtib edək.

Sadə implikantların verilmiş mintermə daxil olduğu sətir və sütunların kəsişməsində nişan qoyaq.

Jədvəl 2.20

<i>Mintermlər ar İmplikan tlar</i>	$A \bar{B} C$	$\bar{A} \bar{B} C$	$\bar{A} \bar{B} \bar{C}$	$\bar{A} B \bar{C}$	$AB \bar{C}$	$AB C$
$\bar{B} C$	+	+				
$\bar{A} \bar{B}$		+	+			
$\bar{A} \bar{C}$			+	+		
$B \bar{C}$				+	+	
AB					+	+
AC	+					+

Hər bir funksiya üçün minimal forma bir neçə dənə ola bilər, amma hər funksiya anjaq bir müxtəsər normal forma uyğundur. Bütün bu minimal formalar jədvəl 2.20 - dən aşağıdakı qayda ilə alınır.

Funksiyanın minimal forması həmin funksiyanın bütün mintermlərini örtən implikantları saxlamalıdır.

Jədvəldən aydın görünür ki, verilmiş funksiyanın bütün mintermləri

$$\bar{B} C, AB, \bar{A} C$$

və ya

$$\bar{A} \bar{B}, B \bar{C}, AC$$

implikantları ilə örtülür. Beləliklə, baxılan funksiya üçün aşağıdakı iki minimal formanı yazmaq olar:

$$f_{\min 1} = \bar{B} C + AB + \bar{A} C;$$

$$f_{\min 2} = \bar{A} \bar{B} + B \bar{C} + AC.$$

Bu ifadələrin ekvivalentliyini asanlıqla yoxlamaq olar.

Dəyişənlərin sayı beşdən artıq olduqda Kvayn metodu mürəkkəbləşir və belə hallarda həmin metodu tətbiq etmək məqsəduyğun deyildir.

2.11. Kvayn - Mak Klaski metodu

Kvayn metodunun əsas çatışmamazlığı ondan ibarətdir ki, ilkin implikantların tapılması mərhələsində elementar konyunksiyanın jütlüyə yoxlanılmasının (müqayisəsinin) vacibliyidir. Ona görə də elementar konyunktivlərin sayı çox olduqda Kvayn metodunun tətbiqi çox çətin olur.

Mak Klaski (Mc Cluskey E.) Kvayn alqoritminin modernizasiyasını təklif etmişdir, belə ki MDNF - yə daxil olan bütün dəyişənlər ikilik rəqəmlə (yığımlar nömrəsi) yazılır ki, bunlar da oraya daxil olan kəsişməyən siniflər vahidinin sayına uyğun qruplaşdırılır.

Mərhələ 1. İlkin implikantın tapılması.

İlkin funksiya.

$$f = \sum(1,3,7,8,11,12,13,18,19,24,25,26,27)$$

Elementar konyuksiyaları vahidlərin sayına görə siniflərə bölsək alırıq:

$$K_1 = (00001^*, 01000^*);$$

$$K_2 = (00011^*, 10010^*, 11000^*, 01100^*);$$

$$K_3 = (00111^*, 01011^*, 01101^*, 10011^*, 11001^*, 11010^*);$$

$$K_4 = (11011^*).$$

$K_1 \dots K_4$ siniflərində qonşu dəyişənləri yapışdırmaqla yeni sinif alırıq

$$K_1^* = (000x1, x1000, 01x00^*);$$

$$K_2^* = (000x11, 0x011^*, x0011^*, 1001x^*, 1x010^*, 1100x^*, 110x0^*, 0110x^*);$$

$$K_3^* = (x1011^*, 1x011^*, 110x1^*, 1101x^*).$$

3 - jü rəqəmin elementar konyunksiyasını quraq

$$K_1^{**} = (000x1, x1000, 01x00);$$

$$K_2^{**} = (000x11, xx011, 1x01x, 110xx, 0110x).$$

Sonrakı yapıdırma mümkün deyil, ona görə də ikinci mərhələyə keçək (jədvəl 2.21).

Əlavə sütunları və əlavə ilkin implikantları yox etdikdən sonra aşağıdakı jədvəli alırıq (jədvəl 2.22).

Alınmış MDNF

000x1, 01x00, 00x11, xx011, 1x01x, 110xx, 0110x

formada olur.

Asanlıqla yoxlamaq olar ki, hər iki metodla alınmış MDNF üst - üstə düşür.

Jədvəl 2.21.

<i>Mintermlər</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>İlkin implikantlar</i>	00001	00011	00111	01000	01011	01100	01101	10010	10011	11000	11001	11010	11011
000x1	✓	✓											
x1000				✓						✓			
01x00				✓		✓							
00x11		✓	✓										
xx011		✓			✓				✓				✓
1x01x								✓	✓			✓	✓
110xx										✓	✓	✓	✓
0110x						✓	✓						

Jədvəl 2.22

<i>Mintermlər</i>	<i>01000</i>
<i>İlkin implikantlar</i>	
x1000	✓
01x00	✓

2.12. Karno kartları metodu

Yuxarıda qeyd etmişdik ki, Karno kartının qonşu xanalarında yerləşən iki mintermi bir əksik dəyişən saxlayan bir konyunksiya ilə əvəz etmək mümkündür. Məntiqi funksiyanın Karno kartı vasitəsilə sadələşdirməsinin əsasını da elə bu fakt təşkil edir.

Əgər iki jüt minterm qonşudursa, onda dörd mintermdən ibarət olan belə bir qrupu iki dəyişən əksik saxlayan konyunksiya ilə əvəz etmək mümkündür. Ümumiyyətlə, $2n$ sayda mintermlərin qonşu olması n sayda dəyişəni aradan çıxarmağa imkan verir.

Minimallaşdırma zamanı nəzərə almaq lazımdır:

1. Təkcə jədvəlin sətir və sütunlarındakı qonşu xanalar deyil, həm də hər bir sətir və sütunun kənar xanalarında yerləşən mintermlər də qonşu mintermlər hesab olunur.

3. Xanalar iki - iki (şəkil 2.28 a), dörd - dörd (şəkil 2.28 b) və s. qruplaşdırıla bilər.

$xy \backslash zt$	00	01	11	10
00			1	1
01	1		1	1
11			1	
10	1	1		1

a)

$xy \backslash zt$	00	01	11	10
00		1	1	1
01		1	1	1
11	1	1	1	1
10				1

b)

Şəkil 2.28.

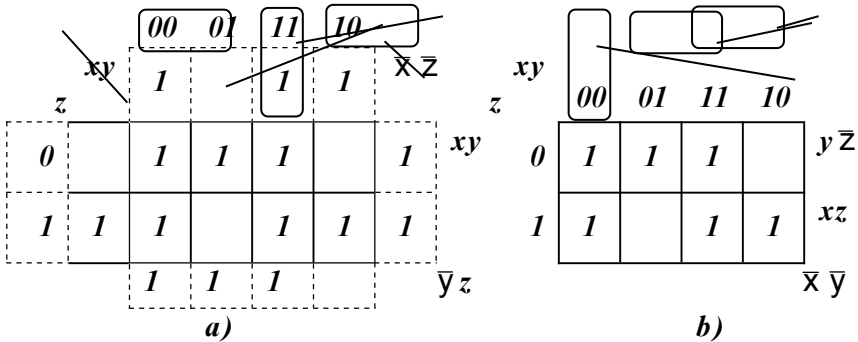
Karno kartlarından MDNF - də verilmiş funksiyaların minimallaşdırılmasında olduğu kimi, MKNF - də verilmiş funksiyaların minimallaşdırılmasında da istifadə etmək olar.

Misal 1. MDNF - də verilmiş

$$f_{MDNF} = x \bar{y} z + \bar{x} y \bar{z} + \bar{x} \bar{y} \bar{z} + \bar{x} y \bar{z} + x y \bar{z} + x y z$$

funksiyasını Karno kartından istifadə etməklə minimallaşdırmalı.

Həlli. 1 x , y , z dəyişənləri üçün Karno kartı quraq və orada $x \bar{y} z$, $\bar{x} \bar{y} z$, $\bar{x} \bar{y} \bar{z}$, $\bar{x} y \bar{z}$, $x y \bar{z}$, $x y z$ vahid mintermlərini qeyd edək (şəkil 2.29 a).



Şəkil 2.29.

2. Şəkil 2.29 a - da təsvir edilmiş mintermlər hər biri iki minterm saxlayan üç qrup təşkil edir. Birinci qrup $\bar{x} \bar{y} \bar{z}$ və $\bar{x} y \bar{z}$ mintermlərindən ibarətdir. Bunlar üçün

$$\bar{x} \bar{y} \bar{z} + \bar{x} y \bar{z} = \bar{x} \bar{z} (\bar{y} + y) = \bar{x} \bar{z} \quad \text{alınar.}$$

$x y z$ və $x y \bar{z}$ mintermlərdən ibarət olan ikinci qrupdan z dəyişənini yox etmək olar. Üçüncü qrup isə $x \bar{y} z$ və $\bar{x} \bar{y} z$ mintermlərindən ibarətdir və buradan x dəyişənini çıxartmaq olar.

3. Minimallaşdırılmış funksiyanı DNF - də yazaq:

$$f_{min1} = x y + \bar{y} z + \bar{x} \bar{z}$$

Mintermləri başqa çür - şəkil 2.29 b - dəki kimi də qruplaşdırmaq olardı və bu zaman

$$f_{min2} = \bar{x} \bar{y} + y \bar{z} + x z \quad \text{alınardı.}$$

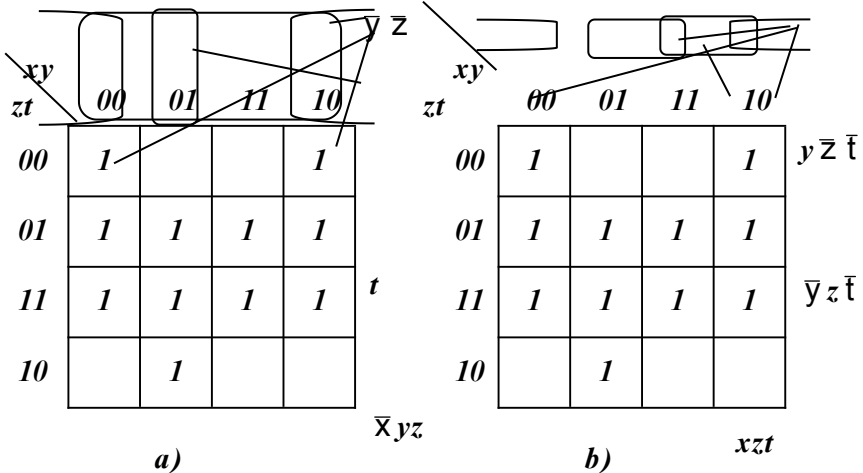
Misal 2. Jədvəl 2.17 - ilə verilmiş funksiyanı Karno kartından istifadə etməklə minimallaşdırmalı.

Həlli: x, y, z, t dəyişənləri üçün Karno kartı quraq və jədvəl şəklində verilmiş funksiya üçün vahid - mintermləri qeyd edək (şəkil 2.30 a). Şəkildən görünür ki, mintermlər üç qrup təşkil edir: birinci qrup $\bar{x} y z t$ və $\bar{x} y z \bar{t}$ mintermlərindən ibarətdir və bu qrupdan t dəyişənini yox etmək olar; ikinci qrup iki jüt - $x \bar{y} z t, x \bar{y} z \bar{t}$ və $\bar{x} \bar{y} z t, \bar{x} \bar{y} z \bar{t}$ mintermlərindən ibarətdir, başqa sözlə desək, $4 = 2^2$ vahid saxlayır.

Bu halda

$$\begin{aligned} & x \bar{y} z t + x \bar{y} z \bar{t} + \bar{x} \bar{y} z t + \bar{x} \bar{y} z \bar{t} = \\ & = \bar{y} z (x t + x \bar{t}) + \bar{x} t + \bar{x} \bar{t} = \bar{y} z (x(t + \bar{t})) + \bar{x}(t + \bar{t}) = \\ & = \bar{y} z (x + \bar{x}) = \bar{y} z \end{aligned}$$

olur və deməli, x və t dəyişənləri yox edilir; üçünjü qrup $t = 1$ olan sətirlərdir və $8 = 2^3$ xanadan ibarətdir. Buna görə də bu qrupdan x, y və z dəyişənlərini yox etmək olar.



Şəkil 2.30

3. Minimallaşdırılmış funksiyanın DNF - də təsviri

$f_{DNF} = \bar{X}yz + \bar{Y}\bar{Z} + t$ şəklində alınar.

4. Funksiyanı minimal KNF - də almaq üçün Karno kartının boş xanalarına uyğun mintermləri qruplaşdıraraq (şəkil 2.30b).

Birinci qrupu təşkil edən $\bar{X}y\bar{Z}\bar{t}$, $x\bar{y}z\bar{t}$ mintermlərindən $x - i$ yox etmək olar. $xyz\bar{t}$ və $x\bar{y}zt$ mintermlərindən ibarət olan ikinci qrupdan y dəyişənini çıxarmaq mümkündür. Üçüncü - $\bar{X}\bar{y}z\bar{t}$ və $x\bar{y}z\bar{t}$ mintermlərindən ibarət olan qrup x dəyişənini yox etməyə imkan verir.

5. Funksiyanın minimal KNF - də ifadəsini yazaq:

$$\begin{aligned} f_{KNF_{\min}} &= \overline{f_{DNF_{\min}}} = \overline{yz\bar{t} + xz\bar{t} + yz\bar{t}} = \\ &= (y + z + t)(\bar{X} + \bar{Z} + t)(y + \bar{Z} + t). \end{aligned}$$

2.13. Məntiqi funksiyaaların universal bazislərdə yazılması

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi $V\Theta$ - $DEYİL$ (Şeffər strixi) və $V\Theta$ YA - $DEYİL$ (Pirs oxu) funksiyaaları ayrı - ayrılıqda tam sistemlər təşkil edir və bunlar universal tam sistemlər (bazislər) adlanırlar.

Deməli, ikidəyişənli bütün Bul funksiyaalarını bu funksiyaaların hər biri ilə ifadə etmək olar.

İstənilən funksiyanın $\{DEYİL, V\Theta, V\Theta YA\}$ sistemində yazılmasının mümkünlüyü onun $MDNF$ - də və $MKNF$ - də yazılmasının mümkünlüyündən çıxır.

Jədvəl 2.23

X	Y	$X \wedge Y$	$\overline{x \wedge y}$ $(x y)$	$x \vee y$	$\overline{x \vee y}$ $(x \downarrow y)$
0	0	0	1	0	1
0	1	0	1	1	0
1	0	0	1	1	0
1	1	1	0	1	0

Şeffər ştrixi və Pirs oxu $\{DEYİL, VƏ, VƏ YA\}$ vasitəsilə aşağıdakı düsturlarla ifadə oluna bilər:

a) Şeffər ştrixi ilə

$$\bar{x} = x|x$$

$$x \wedge y = (x|y)|(x|y);$$

$$x \vee y = (x|x)|(y|y);$$

b) Pirs oxu ilə

$$\bar{x} = x \downarrow x;$$

$$x \wedge y = (x \downarrow x) \downarrow (y \downarrow y);$$

$$x \vee y = (x \downarrow y) \downarrow (x \downarrow y).$$

Məntiqi funksiyaların $VƏ - DEYİL$ və $VƏ YA - DEYİL$ universal bazislərində yazılması aşağıdakı ardıcılıqla yerinə yetirilir:

1. Verilmiş funksiya $VƏ, VƏ YA, DEYİL$ bazisində minimallaşdırılır.

2. Məntiqi funksiyanın alınan ifadəsinin ikiqat inkarı düzəldilir və de - Morqan qanunlarının köməyi ilə $VƏ - DEYİL$ və ya $VƏ YA - DEYİL$ universal bazislərinə keçilir.

3. 2 - ji bənd üçün çevirmələr zamanı aşağıdakı ifadələrdən istifadə olunur:

a) $VƏ - DEYİL$ bazisində

$$x \bar{y} = x(\overline{xy}),$$

$$\bar{x}y + x\bar{y} = \overline{\overline{\overline{x(y)}}\overline{\overline{y(xy)}}},$$

$$\bar{x} = \overline{x1},$$

$$\bar{x} = \overline{xx}$$

b) $VƏ YA - DEYİL$ bazisində

$$\left. \begin{aligned} x \vee \bar{y} &= x \vee (\overline{x \vee y}) \\ (\overline{x \vee y})(x \vee \bar{y}) &= \overline{x \vee (x \vee y) \vee y \vee x \vee y}, \\ \bar{x} &= \overline{x \vee 0}, \\ \bar{x} &= \overline{x \vee x}. \end{aligned} \right\}$$

Misal. Verilmiş

$$f = \bar{z}t + \bar{x}\bar{y}\bar{z} + \bar{x}y\bar{z} + x\bar{y}\bar{z} + x\bar{z}\bar{t}$$

funksiyasını $V\bar{\Theta}$ - DEYİL və $V\bar{\Theta}$ YA - DEYİL bazislərində minimal DNF və KNF - də yazmalı.

Həlli: 1. Dörd - x, y, z, t dəyişənləri üçün Karno kartı quraq (şəkil 2.23).

2. $f = 1$ olan Karno kartı mintermlərinin bitişdirilməsi nəticəsində verilmiş funksiyanın minimal DNF -də aşağıdakı ifadəsini alırıq:

$$f_{DNFmin} = \bar{z} + \bar{x}\bar{y}\bar{t} + xy\bar{t}$$

$f = 0$ olan Karno kartı mintermlərinin bitişdirilməsi nəticəsində verilmiş funksiyanın KNF - də aşağıdakı ifadəsini alırıq:

$$f_{KNFmin} = \overline{z\bar{t} + \bar{x}yz + x\bar{y}z} = (\bar{z} \vee \bar{t})(x \vee \bar{y} \vee \bar{z})(\bar{x} \vee y \vee \bar{z}).$$

3. Yuxarıda aldığımız hər iki funksiyanı $V\bar{\Theta}$ - DEYİL bazisində yazmaq üçün həmin ifadələrin sağ tərəflərinin ikiqat ifadələrini düzəldək.

Çevrilmələrdən sonra

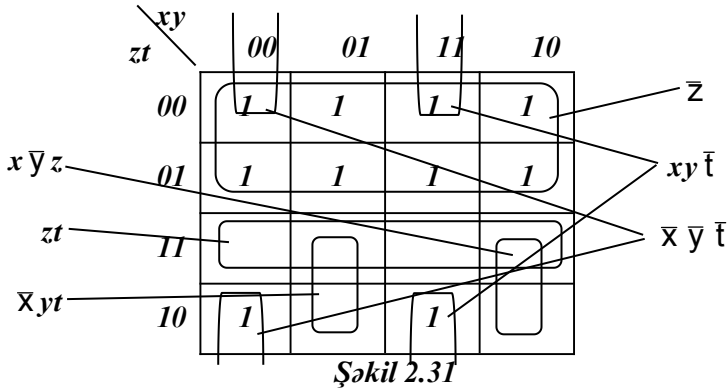
$$f_{DNFmin} = \overline{\bar{z} + \bar{x}y\bar{t} + xy\bar{t}} = \overline{z((\bar{x}y\bar{t})(xy\bar{t}))}$$

və

$$f_{DNFmin} = (\bar{z} \vee \bar{t})(x \vee \bar{y} \vee \bar{z})(\bar{x} \vee y \vee \bar{z}) = (\bar{z}\bar{t}(\bar{x}yz)(x\bar{y}z))$$

alınar.

Alınmış bu minimal KNF -lərin təhlili göstərir ki, verilmiş funksiyanı reallaşdırmaq üçün f_{DNFmin} - nin ifadəsindən istifadə etməklə qurulan funksional sxem (şəkil 2.32) daha az sayda Şeffe elementləri saxlayır.



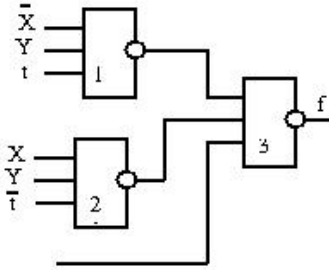
4. f_{DNFmin} və f_{KNFmin} funksiyalarını $V\Theta$ - DEYİL bazisində yazmaq üçün də həmin ifadələrin sağ tərəflərinin ikiqat inkarını düzəldək. Çevirmədən sonra

$$\begin{aligned} f_{DNFmin} &= \overline{\overline{Z} \vee xy\bar{t} \vee xy\bar{t}} = \\ &= \overline{\overline{Z} \vee (\overline{x \vee y \vee t}) \vee (\overline{x \vee y \vee t})}, \end{aligned}$$

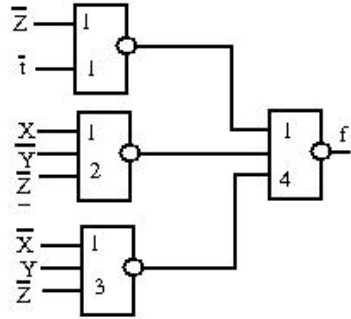
və

$$\begin{aligned} f_{KNFmin} &= (\overline{Z} \vee \bar{t})(x \vee \bar{y} \vee \bar{Z})(\bar{x} \vee y \vee \bar{Z}) = \\ &= (\overline{Z \vee \bar{t}}) \vee (\overline{x \vee \bar{y} \vee \bar{Z}}) \vee (\overline{\bar{x} \vee y \vee \bar{Z}}). \end{aligned}$$

Minimal KNF - lərin təhlili göstərir ki, bu ifadələri reallaşdıran funksiyonal sxemlər eyni sayda Pirs elementi saxlayır. Axırınjı aldığımız məntiqi funksiyamı reallaşdıran funksiyonal sxem şəkil 2.32 - də göstərilmişdir.



Şəkil 2.32.



Şəkil 2.33

Nətiçə: Məntiqi funksiyanın funksional sxeminin Şeffe elementləri vasitəsilə qurulması üçün onu minimal DNF - də, Pirs elementləri vasitəsilə qurulması üçün isə minimal KNF - də təsvir edirlər. Bu halda funksional sxem daha az sayda element saxlayır və onun qurulması daha sadə olur.

Məntiqi funksiyaların $V\bar{\Theta}$ - $V\bar{\Theta}YA$ - $DEYİL$ bazisində yazılması üçün

1) verilmiş funksiyanın inkarı $V\bar{\Theta}$, $V\bar{\Theta}YA$, $DEYİL$ bazisində minimallaşdırılır;

2) verilmiş funksiyanın alınan ifadəsinin inkarı düzəldilir və De - Morqan qanunlarından istifadə etməklə $V\bar{\Theta}$ - $V\bar{\Theta}YA$ - $DEYİL$ bazisinə keçilir.

Misal. Verilmiş

$$f = (\bar{X} \bar{Y} \bar{Z} \bar{t}) \vee (\bar{X} \bar{Y} z \bar{t}) \vee (\bar{X} y z \bar{t}) \vee (\bar{X} y z t) \vee (x y z \bar{t}) \vee (x y z t) \vee (x \bar{Y} \bar{Z} \bar{t}) \vee (x \bar{Y} z \bar{t}).$$

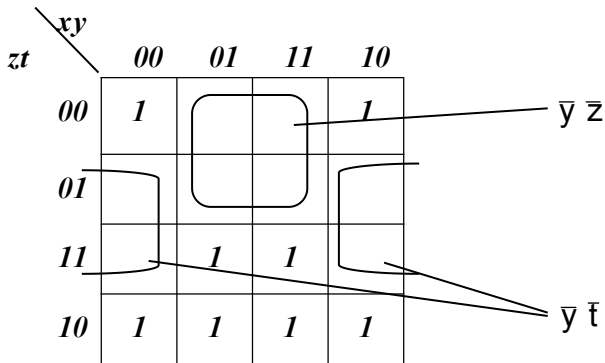
funksiyasını $V\bar{\Theta}$ - $V\bar{\Theta}YA$ - $DEYİL$ bazisində yazmalı.

Həlli: 1. Verilmiş funksiyanı Karno kartının köməyi ilə minimallaşdıraraq (şəkil 2.34). Boş Karno xanalarına uyğun mintermləri qruplaşdırsaq

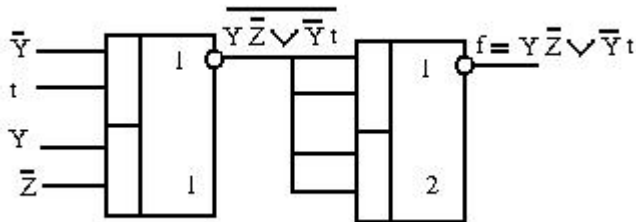
$$f_{DNFmin} = (y \bar{z}) \vee (\bar{y} t) \text{ alarıq.}$$

2. Alınan ifadənin inkarını düzəltməklə $V\bar{\Theta}$ - $V\bar{\Theta}$ YA - DEYİL bazisinə keçərik:

$$f_{DNFmin} = y \bar{z} \vee \bar{y} t$$



Şəkil 2.34.



Şəkil 2.35

Şəkil 2.35 - də axırınçı ifadənin $V\bar{\Theta}$ - $V\bar{\Theta}$ YA DEYİL elementləri vasitəsilə qurulan məntiqi sxemi təsvir olunmuşdur.

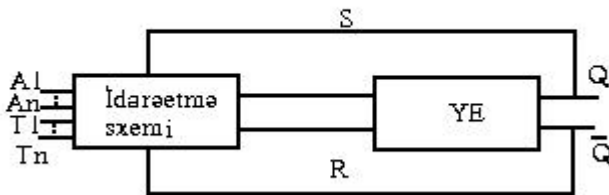
3. Ardıcıl qurğular

3.1 Integral triggerlər

Trigger ardıcıl qurğu olub, iki dayanıqlı vəziyyətə malikdir. O, informasiyanı yazmaq və saxlamaq üçün işlədilir. Trigger qurğusu yaddaş elementi və idarə etmə sxemindən ibarətdir.

Idarə etmə sxemi onun girişinə gələn informasiyanı, trigger qurğusunun vəziyyətini xarakterizə edən, triggerin özünün girişinə bilavasitə təsir göstərən siqnallar kombinasiyasına çevirir. İdarəetmə sxeminin çıxış siqnalları nəinki verilmiş anda onun giriş siqnallarından, hətta qurğunun əvvəlki vəziyyətindən də asılıdır. Ümumiyyətlə, trigger qurğularında çox vaxt idarəetmə sxemi olmur.

Trigger qurğusu, idarəedici (informasiya) $A_1 \dots A_n$, sinxronlaşdırıcı (takt) $T_1 \dots T_n$ girişlərinə və iki informasiya (düz və inkar) Q və \bar{Q} çıxışlarına malikdir.



Şəkil 3.1

Q çıxışında yüksək gərginlik olarsa triggerin vəziyyəti «1», alcaq gərginlik olarsa «0» kimi geyd edilir.

İdarəedici signal S girişinə verildə, trigger «1» ($Q=1, \bar{Q}=0$) vəziyyətinə, R girişinə verildə «0» vəziyyətinə ($Q=0, \bar{Q}=1$) keçir.

İş prinsipinə görə triggerlər RS , D , T , IK və s. növlərinə, informasiyanın yazılış üsuluna görə asinxron və sinxron (taktlanan) növlərinə ayrılır.

Asinxron triggerlərdə informasiyanın yazılışı, informasiya signallarının bilavasitə girişə verilməsi ilə, sinxron triggerlərdə isə girişə informasiya signallarından başqa icazəverici-taktlayıcı (sinxronlaşdırıcı) $T(s)$ impulsun verilməsi ilə icra olunur. Sinxronlaşdırıcı impulsar səviyyə və cəbhəyə 1/0 0/1 görə təsir edirlər.

Səviyyə ilə sinxronlaşdırılan triggerlər, sinxroimpulsun davam etmə müddəti (səviyyəsi) ərzində informasiya $A_1...A_n$ signallarının girişə verilməsindən asılı olaraq bir neçə dəfə öz vəziyyətini dəyişə bilərlər. Sinxroimpulsar arası fasilədə informasiya signallarının dəyişməsindən asılı olmayaraq triggerlər öz vəziyyətlərini saxlayırlar.

Cəbhə ilə sinxronlaşdırılan triggerlər, sinxronlaşdırıcı girişə verilən sinxroimpulsun uyğun cəbhəsi (1/0 (0/1) ilə öz vəziyyətlərini dəyişir, informasiya signallarının ($A_1...A_n$) dəyişməsindən asılı olmayaraq öz vəziyyətlərini saxlayırlar. Deməli, hər bir sinxroimpulsa triggerin yalnız bir vəziyyəti uyğun gəlir.

3.2 Asinxron RS trigger

Bunlar iki dayanıqlı vəziyyətə, iki informasiya girişi (S və R) və iki informasiya çıxışına (Q və \bar{Q}) malikdir. Əgər $S=1$ və $R=0$ olarsa, trigger 1 vəziyyətini ($Q=1$), əgər $S=0$ və $R=1$ olarsa, onda trigger 0 vəziyyətini ($Q=0$) alır. RS triggerin vəziyyət cədvəli (işləmə qanunu) aşağıda göstərilmişdir.

Cədvəl 3.1

1 ⁿ				1 ⁿ			1 ⁿ⁺¹
Q ⁿ	R ⁿ	S ⁿ	Q ⁿ⁺¹				Q ⁿ⁺¹
0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	1	1	0	1	2
0	1	0	0	1	1	0	0
0	1	1	X	1	1	1	X

Cədvəl 3.2

Q ⁿ → Q ⁿ⁺¹	R ⁿ	S ⁿ
0 → 0	*	0
0 → 1	0	1
1 → 0	1	0
1 → 1	0	*

Cədvəl 3.1-dən göründüyü kimi, R və S girişlərinə eyni zamanda məntiqi 1 signalı verildirsə, bu trigger qeyri-müəyyən vəziyyətdə olur. Ona görə də $R * S = 1$ kombinasiyası RS triggeri üçün qadağan olunmuşdur.

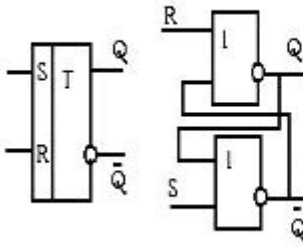
Bu triggerin xarakteristik tənliyini göstərək:

$$Q_{DNF}^{n+1} = S^n + R^n * Q^n; \quad S^n * R^n = 0; \quad \text{və ya} \quad Q_{KNF}^{n+1} = R^n * (S^n + Q^n);$$

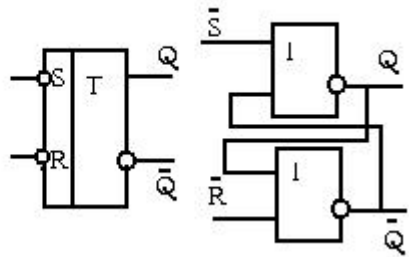
Bu tənlikləri $V\Theta$ -DEYİL ya da $V\Theta$ YA-DEYİL elementləri vasitəsilə reallaşdırmaq üçün onları iki dəfə inkar etmək lazımdır.

$$Q_{DNF}^{n+1} = \overline{S^n + (R^n * Q^n)}; \quad Q_{KNF}^{n+1} = \overline{R^n * (S^n + Q^n)}$$

RS triggerin xarakteristik tənliyinin təhlili, onun xarakteristik cədvəlinin tərtib olunmasına imkan verir (cədvəl 3.2). $V\Theta$ YA-DEYİL və $V\Theta$ -DEYİL elementləri (mikrosxemlər) üzərində qurulan asinxron RS triggerlərin göstəriciləri uyğun olaraq şəkil 3.3 və şəkil 3.4-də verilmişdir.



Şəkil 3.3



Şəkil 3.4

VƏ YA-DEYİL elementləri üzərində qurulan asinxron RS triggeri üçün $R=S=1$ kombinasiyası qadağandır.

Triggerin etibarlı işləməsi üçün S və R girişlərində signalın davamətmə (t_i), triggerin tam yeni çıxış vəziyyəti alması üçün hər iki ciyinin çevirilməsindən alınan gecikmələrin cəmindən az olmamalıdır, yəni

$$t_i > 2t_{L.D.GEC} = t_{GEC}^{01} + t_{GEC}^{10}$$

Burada t_i -impulsun davamətmə müddəti, $t_{L.D.GEC}$ -isə düşmə (cevirilmə) zamanı alınan gecikmə müddətidir.

RS –triggerlər daha mürəkkəb trigger qurğularının əsasını təşkil edirlər.

3.3 Sinxron RS trigger

Əgər səviyyə ilə sinxronlaşdırılırsa, onda onun hər bir ciyindəki birinci girişlər ümumiləşdirilib (birləşib), takt impulsu üçün C girişini təşkil edirlər. İkinci girişlər informasiya yazılma girişləri S (1) və R (0) adlanırlar.

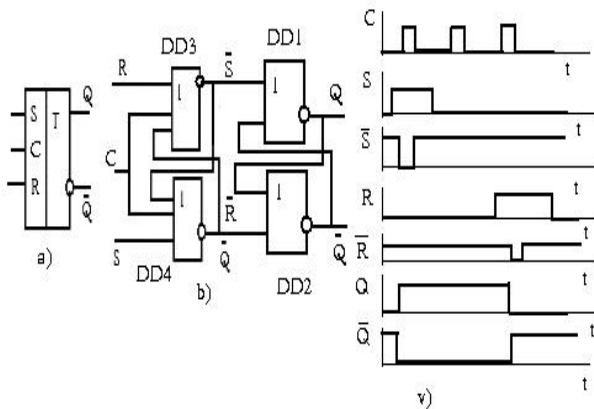
Beləliklə, S və R girişlərinə gələn informasiya, yalnız takt impulsunun C girişinə gəlməsi ilə triggerə yazılır, yəni

$$S * C = 1 \quad Q = 1$$

$$R * C = 0 \quad Q = 0$$

Kombinasiyalari, VƏ-DEYIL elementləri əsasında gurulan sinxron trigger üçün normaldır. Bu trigger üçün $S \cdot R \cdot C = 1$ kombinasiyası qadağan olunmuşdur. Qadağan kombinasiyasını, sxemə əlavə rabitə (gırıq-gırıq xətt) verməklə aradan qaldırmaq olar (şəkil 3.5), yəni $S = R = C = 1$ vəziyyətində, DD3 və DDE4 elementlərinin çıxışlarında eyni zamanda məntiqi 0 vəziyyəti yaranma bilməz. $C = 1$ halında, hər hansı bir ixtiyari anda trigger, S və R informasiya girişlərindəki signalara əsasən işə düşəcəkdir.

Şəkil 3.5-də səviyyə ilə sinxronlaşdırılan sinxron RS triggerin şərti işarəsi (a), funksional sxemi (b) və zaman diaqramları (v) göstərilmişdir.

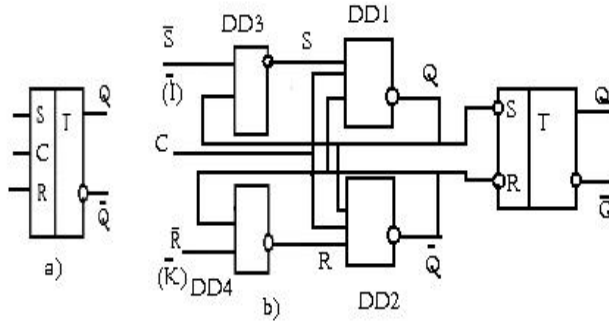


Şəkil 3.5

Cəbhə ilə sinxronlaşdırılan sinxron RS trigger almaq üçün yuxarıdakı sxemə VƏ-DEYIL elementləri və bəzi rabitə dövrələri əlavə etmək lazımdır (şəkil 3.6)

Burada $\bar{S} = 0$, $\bar{R} = 1$ və C girişində signal 0-dan 1-ə keçən anda DD1 elementinin çıxışında 0 səviyyəsi yaranır. Bu qiymət DD3 elementinin girişinə verilir və \bar{S} girişinə verilən sonrakı signalın

qiymətindən asılı olmayaraq, onun çıxışında 1 səviyyəsi təmin edilir. Beləliklə, \bar{S} girişi məntiqi signal üçün bağlanır, \bar{S} və \bar{R} girişlərində signalların sonrakı dəyişməsi trigger tərəfindən qəbul olunmur. Yalnız C girişində signalın səviyyəsi 0-dan 1-ə keçən anda trigger işə düşür.



Şəkil 3.6

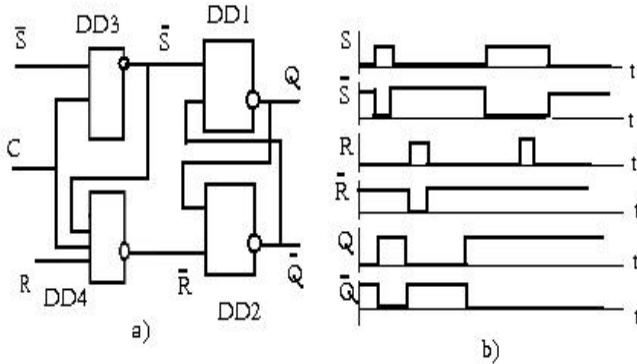
Belə bir trigger VƏ-YA DEYİL elementləri üzərində də qurula bilər. Lakin sinxronlaşdırma 1-dən 0-a (1/0) keçən cəbhədə qeyd olunur.

3.4 S-növlü trigger

Bu iki dayanıqlı vəziyyətə və iki S və R informasiya girişinə malikdir. Trigger $R \cdot S = 1$ kombinasiyasında 1 vəziyyətini alır, giriş signallarının bütün digər kombinasiyalarında o, RS triggeri kimi işləyir. S-triggerinin xarakteristik məntiqi tənliyi aşağıdakı kimi yazıla bilər.

$$\begin{aligned} \overline{Q^{n+1}} &= S^n + \overline{R^n} \cdot Q^n = S^n \cdot (1 + Q^n) + \overline{R^n} \cdot Q^n = S^n + \\ S^n \cdot Q^n + \overline{R^n} \cdot Q^n &= \\ &= S^n + (S^n + \overline{R^n}) \cdot Q^n = \overline{\overline{S^n} \cdot \overline{R^n}} \cdot Q^n = \overline{S^n \cdot R^n} \cdot Q^n ; \end{aligned}$$

VƏ-DEYİL elementləri əsasında S-triggerin struktur sxemi (a) və zaman diaqramları (b) şəkil 3.7 göstərilmişdir.



Səkil 3.7.

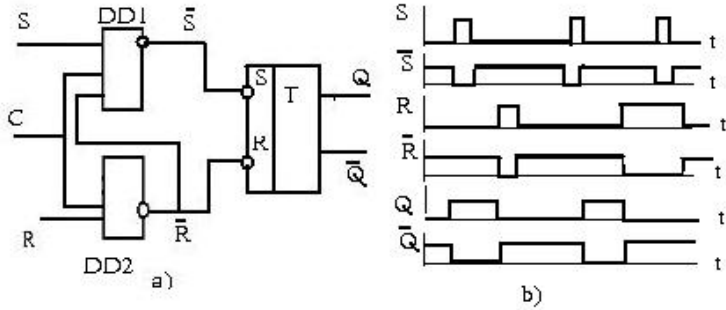
*VƏ-DEYİL elementləri üzərində triggerin, RS-triggerdən fərqi ondadır ki S-triggerin sxemində $S=1$ halında, DD4-dən keçən R signalını bloklayan əlavə rabitə vardır. Sinxron S-trigger üçün $S*R*J=1$ kombinasiyasında DD4 elementi bağlı olur və o, S girişinin ilkin vəziyyətindən asılı olmayaraq 1 vəziyyətinə gətirilir.*

3.5 R-növlü trigger

*Bunlar iki dayanıqlı vəziyyətə və iki R və S informasiya girişlərinə malikdir. $R*S=1$ kombinasiyasında R-trigger 0 vəziyyətini alır. Giriş signallarının bütün digər kombinasiyalarında R-trigger, RS trigger kimi işləyir. R triggerin xarakteristik məntiqi tənliyini yazaq.*

$$Q^{n+1} = \overline{R^n} * S^n + \overline{R^n} * \overline{Q^n} = (\overline{R^n} * S^n) * (\overline{R^n} * \overline{Q^n});$$

VƏ-DEYİL elementləri üzərində qurulmuş R-triggerin funksional sxemi və zaman diaqramları 3.8-ji şəkildə göstərilmişdir.



Şəkil 3.8

Ümumi sxemdə əlavə rabitə olduğuna görə signalların $S \cdot R = 1$ kombinasiyasında DD1 elementi bağlıdır və trigger R girişi üzrə 0 vəziyyətinə keçir.

3.6 E-növlü trigger

Bunlar iki S və R girişlərinə malikdir. Giriş signallarının $S \cdot R = 1$ kombinasiyasında o, öz vəziyyətini dəyişmir, bütün digər giriş signalı kombinasiyalarında RS-trigger kimi işləyir.

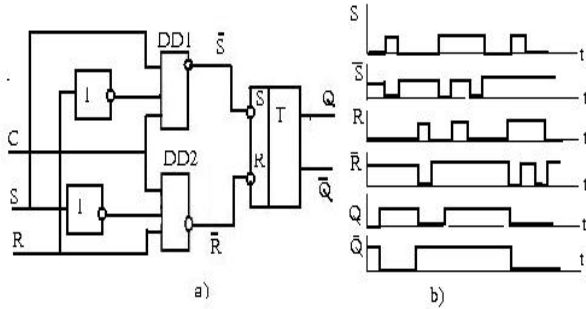
E-triggerin xarakteristik tənliyi aşağıdakı kimi yazıla bilər.

$$\begin{aligned} Q^{n+1} &= S^n \cdot Q^n + S^n \cdot \overline{R^n} + \overline{R^n} \cdot Q^n = S^n \cdot \overline{R^n} + (S^n + \overline{R^n}) \cdot Q^n = \\ &= S^n \cdot \overline{R^n} + \overline{(S^n \cdot R^n)} \cdot Q^n = \overline{(S^n \cdot R^n)} \cdot (S^n \cdot \overline{R^n} + Q^n); \end{aligned}$$

E-triggerin VƏ-DEYİL elementləri üzərində qurulmuş funksional sxemi (a) və zaman diaqramları (b) şəkil 3.9 –da göstərilmişdir.

Bu sxemə iki inkar elementi (DD3 və DD4) daxildir. Onların sayəsində giriş signallarının $S \cdot R = 1$ kombinasiyasında triggerə

məlumat yazıla bilər. Əgər $S \cdot R = 1$ -dirsə onda DD1 və DD2 elementləri bağlıdır və trigger öz vəziyyətini dəyişmir.



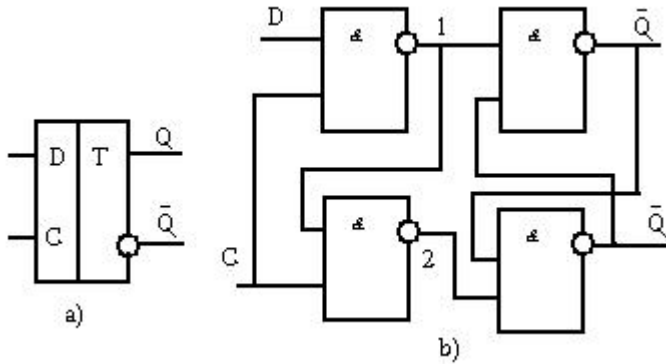
Şəkil 3.9.

S, R və E növlü triggerlər əsasən rəqəm sistemlərinin idarəetmə qurğularında tətbiq edilir.

3.7 D-növdü (gejikirji) trigger

Bunlar iki dayanıqlı vəziyyətli olub, bir informasiya girişinə – D (Delay –gejikdirmə), bir də taktlayıcı J girişinə malikdir.

Şəkil 3.10-da VƏ-DEYİL məntiqi elementlər üzərində qurulmuş D-triggerin şərti işarəsi (a), struktur sxemi (b) göstərilmişdir.



Şəkil 3.10.

Əgər sinxronlaşdırıcı (taktlayıcı) girişdə $J=0$ məntiqi signal olarsa, onda triggerin vəziyyəti sabitdir və informasiya girişindəki signalın səviyyəsindən asılı deyil. Sinxronlaşdırıcı girişə $J=1$ signalı verildə, triggerin düz juxışındakı informasiya D girişinə verilən informasiyanı təkrar edir. Beləliklə, $J=0$ halında, $Q^{n+1}=Q^n$.

Lakin $J=1$ halında $Q^{n+1}=D$ olur.

3.8 İK-növlü trigger

Bu iki dayanıqlı vəziyyətə, bir sinxronlaşdırıcı (S) və iki informasiya girişlərinə (İ,K) malikdir. $\bar{I}=K=0$ halında trigger öz əvvəlki vəziyyətini dəyişmir (yəni saxlama rejimində olur), $\bar{I}*K=1$ şərtində, bir-birinin ardınca gələn takt impulsları triggerin vəziyyətini ardıcıl olaraq dəyişir (yəni triggerin vəziyyəti 1- dən 0-a və əksinə keçir).

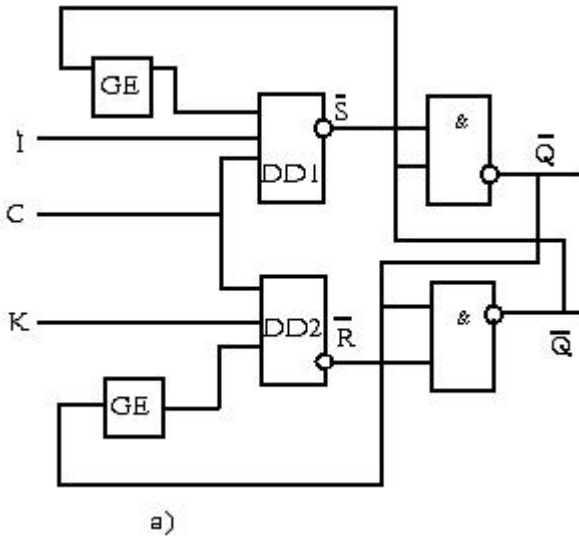
Digər şərtlər daxilində İK-trigger özünü RS-trigger kimi aparır, belə ki, İ girişi S-ə, K girişi R girişinə ekvivalent olur. Jox vaxt İK-triggerin sxeminə əlavə olaraq S və R girişi daxil edilir.

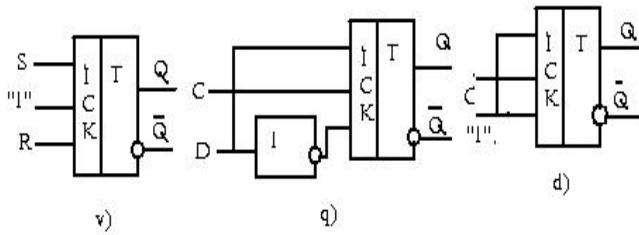
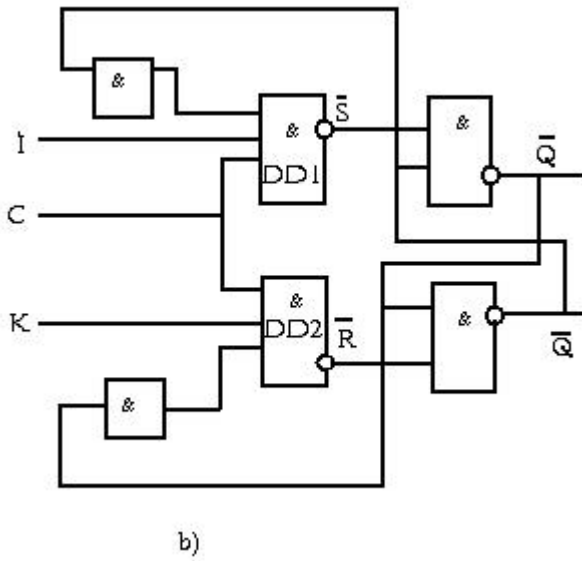
İK-triggerin xarakteristik tənliyi aşağıdakı şəkildə yazıla

$$\text{bilər. } Q^{n+1} = \overline{K^n} * Q^n + J^n * Q^n;$$

Şəkil 3.11 -də İK-triggerin sadə struktur sxemi (a), VƏ,VƏ-DEYİL elementləri əsasında qurulan struktur sxemi (b) və onun müxtəlif trigger rejimlərində işləməsi üçün tətbiq sxemləri göstərilmişdir (v,q,d).

İ girişinə məntiqi 1 signalı verildərsə ($\dot{I}=1$), onda trigger (a), uyğun sxem vasitəsilə 1 vəziyyətinə, yəni $Q=1$, $\bar{Q}=0$, K girişinə 1 ($K=1$) verildərsə, trigger 0 vəziyyətinə ($Q=0$, $\bar{Q}=1$) gəlir. $\dot{I}=K=1$ vəziyyətində hər bir sinxronlaşdırıcı signalın sonunda, trigger əks vəziyyətə keçir ($Q^{n+1}=\overline{Q^n}$).





Şəkil 3.11

JK-trigger universal qurğudur. Onun əsasında RS (v), D(q) və T(d) növlü triggerləri asanlıqla almaq olar.

4.İmpuls sayğajları

İmpuls sayğajları-onların girişinə verilən impulsların miqdarını saymaq, impulsların sayına uyğun jıxışda ikilik kod yaratmaq və yadda saxlamaq üçün işlədilən qurğudur. Bundan başqa, sayğajlar həm də zaman intervallarını təyin etmək üçün, tezlik bölünüsü kimi, idarəetmə sistemlərində ünvanın formalaşdırılması və s. üçün tətbiq edilir.

Sayğajlar vəzifələrinə görə jəmləyiji, çıxıji və reversiv; strukturuna görə ardijil (asinxron), paralel (sinxron) və kombinasiyalı; sayma əmsalına görə ikilik və ixtiyari say əmsallı olurlar.

Sayğajın əsas parametrləri- sayma əmsalı(say modulu) və jəldişləmə qabiliyyətidir. K_{say} – sayğaj vasitəsilə impulsların sayıla bilən həddidir. Jəldişləmə-sayğaja gələn sayılajaq impulsların maksimal tezliyi (t_{say}) və sayğajın çıxışında kodun qurulma vaxtı (t_{qur}) ilə müəyyən edilir.

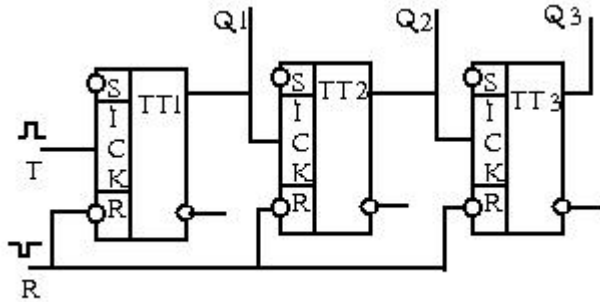
Sayğajın tərkib hissəsi bir-birinə zənjirvari qoşulmuş triggerlərdən ibarətdir, bu triggerlərin miqdarı sayğajın dərəcəliliyindən asılıdır.

4.1 Ardijil (asinxron) ikilik sayğajlar

Ardijil (asinxron) ikilik sayğajda-sayılajaq impulslar birinji (kiçik) dərəcənin J girişinə verilir. Daha sonra hər bir kiçik dərəcəli triggerin çıxış informasiya signalı, özündən sonra gələn yüksək dərəcəli trigger üçün idarəediji signal rolunu oynayır. Beləliklə, bir dərəcəli elementin çıxışı o birisi üçün giriş signalı yaradır (sayğaj düz istiqamətdə sayır, yəni signallar toplanır).

Üç dərəcəli ikilik, ardijil (asinxron) sayğajın struktur sxemi şəkil 4.1 -də göstərilmişdir.

Tutaq ki, sayğajın çıxışlarının ilkin vəziyyəti, ikilik 000 ədədinə uyğundur (yəni sayğaj R signalı ilə informasiyadan təmizlənmişdir)



Şəkil 4.1 Bilavasitə əlaqəli asinxron (ardıjl) üçdərəcəli
ikilik sayğaj.

Birinji impuls birinji triggerin J girişinə gələn kimi, impulsun arxa jəbhəsi (kəsiyi) ilə trigger çevrilir ($Q_1=1$) və sayğajın çıxışlarında ikilik 001 kodu qurulur. İkinci impuls birinji triggeri ilk vəziyyətə qaytarır (yəni $Q_1=0$), o da öz növbəsində ikinci triggeri çevirir ($Q_2=1$) və sayğajın çıxışlarında onluq 2 ədədinə uyğun ikilik 010 kodu yaranır. Beləliklə, sayma əməliyyatı davam edir və ardıjl olaraq, hər bir triggerin çıxışındakı signalın kəsiyi ilə növbəti trigger işə düşür və ona informasiya yazılır.

Hər bir takt impulsunun gəlməsi ilə birinji triggerin vəziyyəti dəyişir, ikinci trigger əvvəlkinə nisbətən iki dəfə az çevrilir və i.ə. Deməli, hər bir böyük dərəcə özündən əvvəlki dərəcədən iki dəfə az çevrilir.

Göstərdiyimiz ikilik sayğaj üçün ona gələcək impulsların maksimal tezliyi aşağıdakı ifadə ilə təyin edilə bilər.

$$t_{\text{say}} = 1 / (t_i + t_{\text{qur}}) ,$$

burada, t_i – impulsların davam etmə müddəti, $t_{\text{qur}} = n \cdot t_{\text{or.gej.}}$

$$t_{or.gec.} = 0,5(t_{gec.}^{01} + t_{gec.}^{10});$$

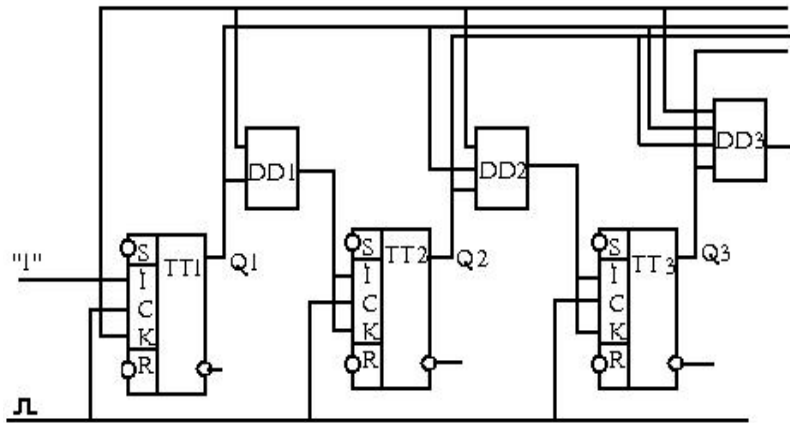
burada, n- triggerlərin sayı (sayğajın dərəcəliliyi), $t_{or.gej.}$ –triggerlərin çevrilməsi zamanı orta geijkmədir. Bu sayğaj çox sadədir, lakin jəldişləmə qabiliyyəti aşağıdır.

4.2 Paralel (sinxron) ikilik sayğajlar

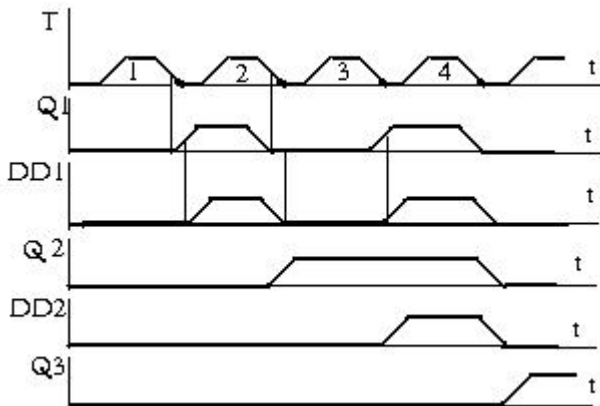
Paralel (sinxron) ikilik sayğajlarda-sayılajaq impulslar, bütün dərəcələrin sayıjı girişlərinə eyni vaxtda verilir, lakin n-ji triggerin vəziyyətinin (dərəcənin) dəyişməsi, özündən əvvəlki dərəcələrin müəyyən vəziyyətlərində baş verir. Belə sayğaj üçün maksimal tezlik,

$$t_{say} = 1/(t_i + t_{qur}) ; \text{ burada } t_{qur.} = t_{or.gej.}$$

Sinxron 3-dərəcəli ikilik sayğajın struktur sxemi (a) və zaman diaqramları (b) şəkil 4.2 - də göstərilmişdir.



a) Üçdərəcəli sinxron ikilik sayğacı



b) Üçdərəcəli sinxron ikilik sayğacın zaman diaqramları

Şəkil 4.2

Şəkilə göstərilən funksional sxem və zaman diaqramlarının köməyi ilə bir sayma tsikli müddətində sayğacın işini nəzərdən keçirək.

Birinji giriş (takt) impulsu – eyni vaxtda bütün triggerlərin sinxronlaşdırıcı girişlərinə gəlir. TT1-in J və K girişlərində məntiqi «1» signalı təsir göstərdiyinə görə, yalnız TT1-triggeri öz vəziyyətini dəyişir, yəni məntiqi «0» vəziyyətindən məntiqi «1» vəziyyətinə keçir. Sayğajın çıxışında onluq 1 ədədinə uyğun ikilik 001 kodu yaranır.

İkinci giriş impulsu – eyni vaxtda bütün triggerlərin sinxronlaşdırıcı girişlərinə gəlir. Bu zaman TT1 və TT2- triggerləri öz vəziyyətlərini dəyişirlər, çünki TT1-in və TT2-nin (DD1-in vasitəsilə) J və K girişlərində məntiqi «1» səviyyəsi təsir göstərir. TT1- trigger məntiqi «1» vəziyyətindən məntiqi « 0 » vəziyyətinə, TT2-triggeri isə «0» vəziyyətindən «1» vəziyyətinə keçir. Sayğajın çıxışında onluq 2 ədədinə uyğun ikilik 010 ədədi yazılır.

Üçüncü giriş impulsu – eyni vaxtda bütün triggerlərin sinxronlaşdırıcı girişlərinə verilir. Anjaq TT1-triggeri çevrilir. O, «0» vəziyyətindən «1» vəziyyətinə keçir. Sayğajın çıxışında 011 (onluq 3 ədədi) kodu alınır.

Dördüncü giriş impulsu – eyni vaxtda bütün triggerlərin sinxronlaşdırıcı girişlərinə verilir. Bütün triggerlər çevrilib əks vəziyyətə keçirlər. Belə ki, TT1 və TT2 (DD1-in köməyi ilə) triggerləri «1» vəziyyətindən «0» vəziyyətinə, TT3 (DD2-nin vasitəsilə) triggeri isə «0» vəziyyətindən «1» vəziyyətinə gəlirlər. Sayğajın çıxışında 100 kodu (onluq 4 ədədi) alınır.

Beşinci giriş impulsu- eyni zamanda bütün triggerlərin sinxronlaşdırıcı girişlərinə verilir. Yalnız TT1-çevrilir və «0» vəziyyətindən «1» vəziyyətinə keçir. Nəticədə 101 kodu (onluq 5 ədədi) alınır.

Altıncı giriş impulsu-eyni zamanda bütün triggerlərin sinxronlaşdırıcı girişlərinə gəlir. Bu zaman iki trigger çevrilir. TT1-triggeri «1» vəziyyətindən «0» vəziyyətinə, TT2-triggeri isə «0» vəziyyətindən «1» vəziyyətinə keçir. Nəticədə 110 kodu (onluq 6 ədədi) alınır.

Yeddiinci giriş impulsu-eyni zamanda bütün triggerlərin sinxronlaşdırıcı girişlərinə gəlir. Anjaq TT1- triggeri çevrilir və o, öz vəziyyətini «0»-dan «1» vəziyyətinə dəyişir. Sayğajın çıxışında 111 kodunu (onluq 7 ədədini) alır.

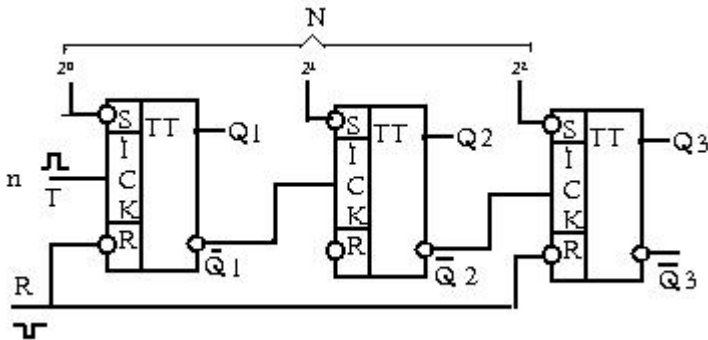
Səkkizinji giriş impulsu eyni zamanda bütün triggerlərin sinxronlaşdırıcı girişinə gəlir. Bu zaman bütün triggerlər «1» vəziyyətindən məntiqi «0» vəziyyətinə keçirlər. Sayğajın çıxışında 000 kodu (onluq 0 ədədi) yaranır, yəni sayğaj ilk (informasiyadan təmizlənmiş) vəziyyətə qaydır. Beləliklə, sinxron ikilik sayğaj, onun sinxronlaşdırıcı girişinə gələn impulsları sayaraq çıxışda uyğun ikilik kod yaradır.

Bu sayğajın üstün jəhəti, onun yüksək dərəcədə jəld işləməsidir, çünki t_{qr} dərəcələrin sayından asılı deyil. Çatışmayan jəhəti isə əlavə olaraq n -girişli uyğun sxemlərin (məsələn, VƏ elementlərinin) tələb olunması (n -sayğajın dərəcəsinin sıra sayıdır) və həm də triggerin çıxışlarının qeyri- bərabər yüklənməsidir.

4.3 Çıxıcı asinxron ikilik sayğajlar

Çıxıcı asinxron ikilik sayğajlar-sayğajda yazılmış N ədədi ilə onun T girişinə gələn impulsların n -sayı arasındakı fərqi almaq üçün tətbiq edilir (sayğaj böyük ədəddən kiçik ədədə doğru, yəni əks istiqamətdə sayır).

Şəkil 4.3 -də üçdərəcəli ikilik çıxıcı sayğajın funksional sxemi verilmişdir.



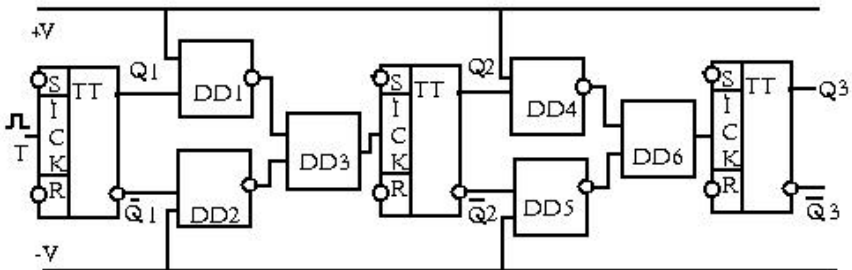
Şəkil 4.3 .Asinxron üçdərəcəli çıxıji sayğaj.

Düz təsirli (jəmləyiji) sayğajlardan fərqli olaraq, çıxıji sayğajlarda hər bir triggerin sinxronlaşdırıji girişi, özündən əvvəl gələn kiçik dərəcəli triggerin inkar çıxışına birləşdirilir. Deməli, hər bir yüksək dərəcəni idarə edən signal, özündən əvvəlki kiçik dərəcənin inkar çıxışından verilir.

Qeyd etmək lazımdır ki, sayma əməliyyatından əvvəl, xüsusi S girişi vasitəsilə sayğaja azalan ədədin ikilik kodu –111 (üçdərəcəli sayğaj üçün onluq 7 ədədi) yazılır, vahidlik, ikilik və dördlük dərəcələrinin hər birinə məntiqi «1» yazılır. Sayma zamanı çıxıji sayğaja gələn hər bir takt impulsu, onun tərkibinə yazılmış informasiyanın bir ədəd azalmasına səbəb olur.

4.4 Reversiv sayğajlar

Bu sayğajlar həm jəmləmə, həm də çıxma əməliyyatlarını aparmaq üçün işlədilə bilər. İdarəediji signaldan asılı olaraq sonrakı triggerlərin say (sinxronlaşdırıji) girişləri özündən əvvəldə olan triggerlərin düz və ya inkar informasiya çıxışları ilə birləşdirilir (şəkil 4.4)



Şəkil 4.4 İkilik reversiv sayğaj

Jəmləmə rejimində (düz saymada) sayğajın $+V$ girişinə məntiqi «1» ($+V=1$) və $-V$ girişinə məntiqi «0» verildərsə, onda DD1, DD4 elementləri açılır və hər bir sayılan impulsun gəlməsi ilə sayğajın göstərişi 1 (bir) ədəd artır.

Cədvəl 4.1

İmpul sıra sayı	Q 3	Q 2	Q 1	Onluq ədəd
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1
2	0	1	0	2
3	0	1	1	3
4	1	0	0	4
5	1	0	1	5
6	1	1	0	6
7	1	1	1	7
8	0	0	0	0

İmpul sıra sayı	Q 3	Q 2	Q 1	Onluq ədəd
0	1	1	1	7
1	1	1	0	6
2	1	0	1	5
3	1	0	0	4
4	0	1	1	3
5	0	1	0	2
6	0	0	1	1
7	0	0	0	0
8	1	1	1	7

Çıxma rejimində (əks saymada), sayğajın $+V$ girişinə məntiqi «0» ($+V=0$) və $-V$ girişinə məntiqi «1» verildərsə, DD2, DD5 elementləri açılır və bir impulsun gəlməsi ilə sayğajın göstərişi 1 ədəd azalır.

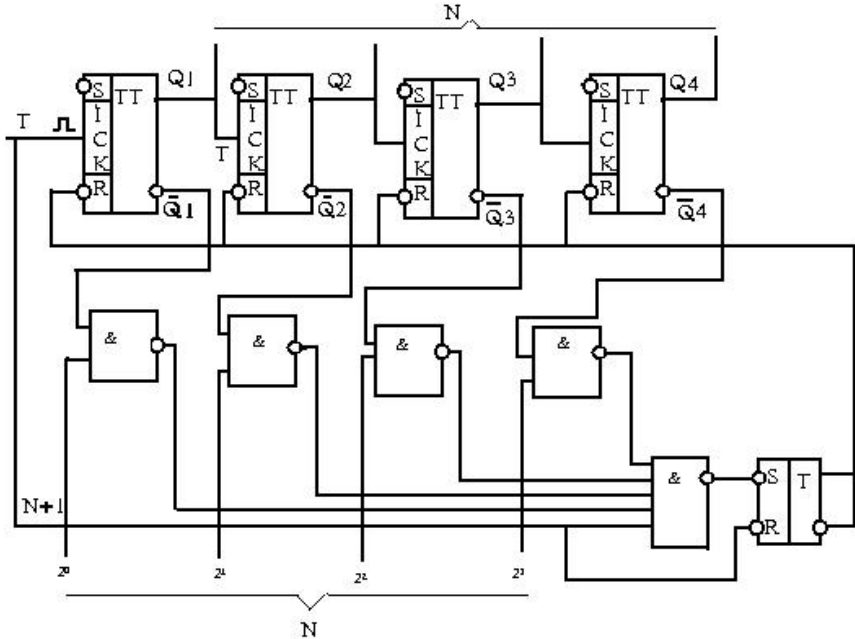
Jədvəl 4.1 - də üçdərəcəli reversiv sayğajın uyğun olaraq jəmləmə və çıxma recimlərindəki vəziyyətləri verilmişdir.

4.5 İxtiyari say əmsallı sayğajlar

Bu sayğajlar ($K_{say}=1 \dots 2^n$) ikilik sayğajlar əsasında qurulur. Bu sayğajların iş prinsipi say əmsalı 2^n olan ikilik sayğajdan, M qədər dayanıqlı «artıq» vəziyyətlərin çıxarılmasına əsaslanmışdır. Belə ki, qadağan olunmuş vəziyyətlərin sayı $M=2^n - K_{say}$.

İxtiyari qaydada sayma sayğajlarında sayma qaydası 0-dan başlanır və $K_{say}-1$ ədədi ilə qurtarır. Tələb edilən say əmsalı əks əlaqə sxemi ilə təmin olunur.

Şəkil 4.5 -də ixtiyari (təbii) qaydada sayma (say əmsalı ixtiyari olaraq tənzimlənir) sayğajının funksional sxemi göstərilmişdir.

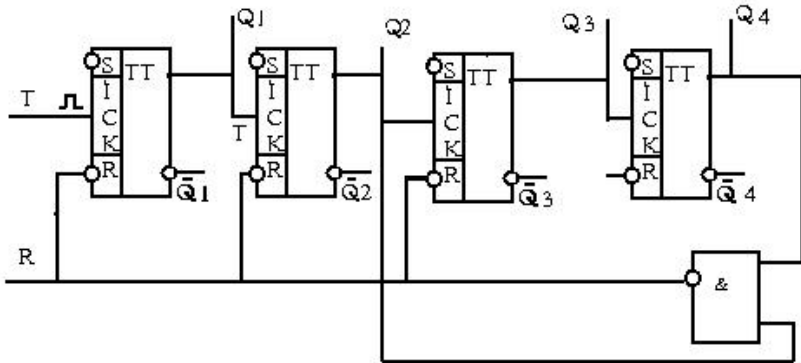


Şəkil 4.5 İxtiyari say əmsallı sayğaj

Burada say əmsalı ($K_{say}=N+1$), idarəediji girişlərin ($2^0, 2^1, 2^2, 2^3$) verdiyi N kodu ilə müəyyən olunur.

Say əmsalı $K_{say}=10$ olan ardıcıl ikilik sayğajın funksional sxemini və iş prinsipini nəzərdən keçirək (şəkil 4.6).

Sayğaj 0000-dan 1001-ə qədər (onluq say sistemində 0-dan 9-a qədər) saymalıdır. Ona görə də sayğajın tərkibində təklik, ikilik, dördlük və səkkizlik dərəcəli rəqəmlər üçün 4 ədəd trigger olmalıdır. Bildiyimiz kimi 4-dərəcəli sayğajın say əmsalı $K_{say}=16$ -ya qədər ola bilər. Onu $K_{say}=10$ qiymətinə çatdırmaq üçün sxemə bir ədəd «VƏ-DEYİL» məntiqi elementi daxil edilir.



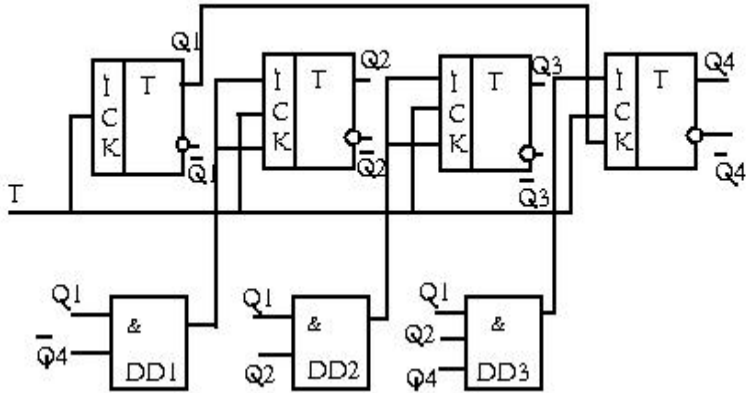
Şəkil 4.6 Say əmsalı $K_{say}=10$ olan 4-dərəcəli
ardııl (asinxron) ikilik sayğaj.

Bu sxemdə «VƏ-DEYİL» elementi, sayğaja 10-ju impuls (1001 sayandan sonra) gələn anda triggerləri «0» vəziyyətinə keçirir (sayğaj informasiyadan təmizlənir), çünki ikilik və səkkizlik dərəcələrinə məntiqi «1» (1010) verilən kimi, məntiqi elementin çıxışında yaranan «0» signalı triggerlərin «0» vəziyyətinə keçməsinə səbəb olur.

Deməli, «VƏ-DEYİL» elementinin köməkliyi ilə say əmsalı müxtəlif olan sayğajlar qurmaq olar.

Göstərilən sxemdə sayğajın say əmsalı $K_{say}=10$ olduğuna görə ona bəzən onluq (və ya dekad) sayğaj deyilir.

Şəkil 4.7 -də ixtiyari say əmsallı (modullu), təbii qaydada sayan 4-dərəcəli paralel (sinxron) onluq sayğajın struktur sxemi göstərilmişdir.



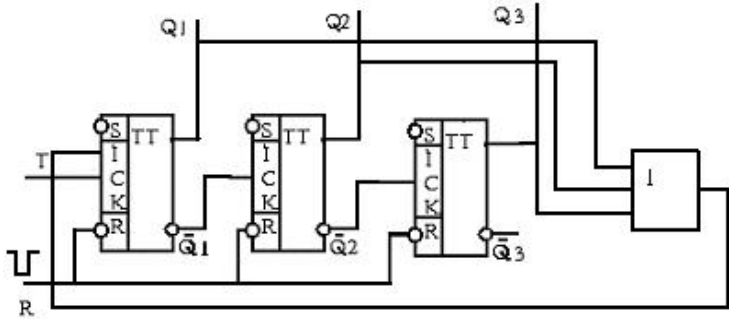
Şəkil 4.7 Təbii qaydada sayan 4-dərəcəli paralel sayğaj

Şəkildən göründüyü kimi sayğajın təbii sayma prosesi gələn hər bir impulsun arxa jəbhəsi (kəsiyi) ilə işə düşən birinci triggerin vəziyyətindən asılıdır. Q_1 signalı bütün «VƏ» elementlərinin vəziyyətlərini müəyyən edir.

4.6 Öz-özünə dayanan sayğajlar.

Çıxışı sayğajlar əsasən tsiklik növlüdür. Sayğaj (məs.: 3-dərəcəli), 000 vəziyyətinə gələn kimi, o yenidən sayı (çıxmanı) 111 (onluq 7) ikilik ədəddən başlayır, yəni sonra ədəd 110 və s. qiymətlər alır.

Bəzi hallarda ardıcıl olaraq sayma (çıxma) əməliyyatı qurtaran kimi (sayğaj 000 vəziyyətinə gələn kimi), sayğajın dayandırılması lazım gəlir. Belə bir sayğajı asinxron çıxışı sayğajın sxemində bir «VƏ-YA» məntiqi elementi əlavə etməklə almaq olar (şəkil 4.8).



Şəkil 4.8 *Özü-özünə dayanan sayğaj.*

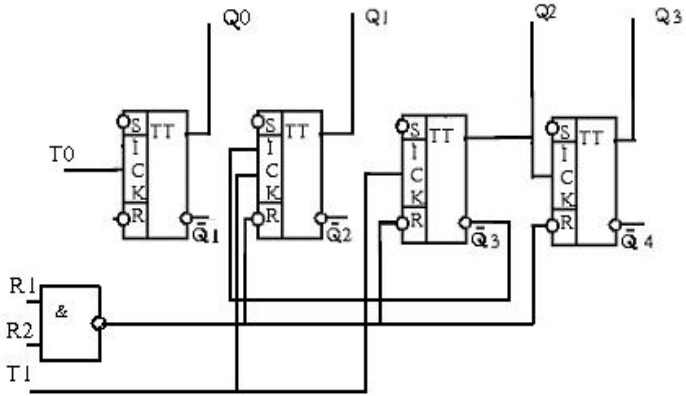
Bu sayğajın Q_1 , Q_2 , Q_3 çıxışlarında 000 vəziyyəti yaranan kimi, «VƏ YA» elementi birinci triggerin C və K girişlərinə məntiqi «0» signalı verir və sayğaj saymanı dayandırır. Deməli, sayğaj 000 kodu ilə yadda saxlama reciminə keçir. Sayğajı yenidən sayma (çıxma) reciminə keçirmək üçün, onun R girişinə məntiqi «0» signalı vermək lazımdır. Bu zaman sayğajda ikilik 111 (onluq 7) kodu yazılacaq və sayğaj yenidən çıxma əməliyyatına başlayacaq.

Qeyd etmək lazımdır ki, bir məntiqi element və ya onların kombinasiyasından istifadə etməklə, əvvəldən verilmiş ikilik ədəd qiymətində düz və əks istiqamətlərdə saymanı saxlamaq mümkündür. Onun üçün məntiqi elementin çıxışı birinci triggerin C və K girişlərinə birləşdirilməlidir.

4.7 Tezlik bölüyü sayğajlar

Bunlar rəqəm sistemlərində geniş tətbiq edirlər. Adi asinxron sayğajın zaman diaqramlarından görünür ki, hər bir yüksək dərəcəli trigger, özündən əvvəlki triggerdən 2 dəfə az öz qiymətini dəyişir. Deməli, sayğaja (birinci kiçik dərəcəli triggerə) daxil olan impulsların sayı hər bir sonrakı triggerdə iki dəfə azalır, yəni 2-yə bölünür.

Şəkil 4.9 -də bölmə (say) modulu 2 və 8 olan 4-dərəcəli ikilik bölüyü sayğajın struktur sxemi göstərilmişdir.



Şəkil 4.9 Bölmə modullu 2 və 8 olan bölüjü-sayğaj.

Sayğaj iki hissədən ibarətdir: 2-yə bölüjü (takt girişi T_0 ; çıxışı- Q_0) və 8-ə bölüjü (takt girişi T_1 ; çıxışlar Q_1 - Q_3).

Göstərdiyimiz sayğaj 2 recimdə işləyir. Əgər R_1 və R_2 girişlərinə məntiqi «1» signalı verilmişsə, onda sayğajın çıxışında 0000 vəziyyəti yaranmışdır və o, yadda saxlama recimindədir. Əgər R_1 və R_2 girişlərinə digər kombinasiyalı signallar verilərsə, onda sayğaj sayma (yəni bölmə) reciminə keçir.

Əgər göstərdiyimiz sayğaj vasitəsilə 16-ya bölmə əməliyyatı aparmaq tələb olunursa, onda T_1 girişi ilə Q_0 çıxışı birləşdirilir. Bu zaman T_0 girişinə verilən ardıcıl takt impulsları 16-ya bölünür və nəticə signalı Q_3 çıxışından çıxarılır.

Tezlik bölüjü sayğajlar rəqəm-elektron saatlarında (avtomobil, qol saatları və s.), müxtəlif elektron qurğularında (tezlikölçən, rəqəm ossilloqrafi, televiziya signal generatorları və s.) geniş tətbiq edilir.

5. Regİstrlər

Regİstr-İkİlİk ədədləri qəbul etmək, yadda saxlamaq və ötürmək üçün işlədİlən qurğudur. O, həm də ədədləri müəyyən qədər dərəcələrə sürüşdürməyə İmkan verir, paralel kodu ardıcıl koda və əksinə çevirir.

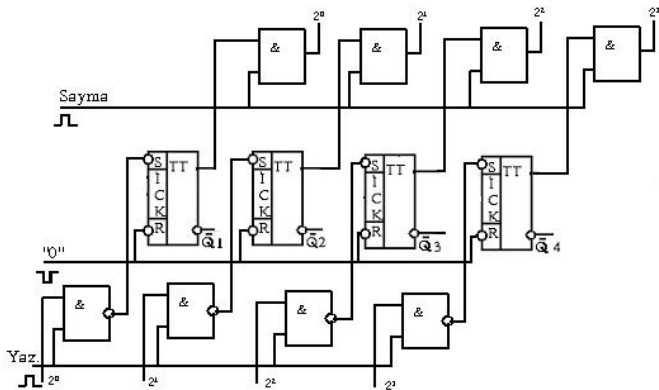
Regİstrlərin tərkibinə triggerlər və kodu qəbul edİb, sonra da ötürməni idarə edən bəzi məntiqi elementlər daxİldır. Regİstrin tərkibində olan triggerlərin sayına görə onun dərəcəliliyi müəyyən edilir. Onlarda sayğajlarda olduđu kimi qadağan edİji daxili əks əlaqələr yoxdur.

İnformasiya daxil edilməsi və çıxarılması üsulundan asılı olaraq paralel, ardıcıl və paralel-ardıcıl regİstr növlərini göstərmək olar.

5.1 Paralel təsirli regİstrlər (yaddaş regİstri)

Bunlarda kodun bütün dərəcələri regİstrə eyni zamanda daxil edilir və eyni zamanda da çıxarılır. Şəkil 5.1-də CK – triggerlər üzərində qurulan 4-dərəcəli paralel təsirli regİstrin struktur sxemi verilmişdir.

n-dərəcəli paralel təsirli regİstr qurarkən n ədəd triggerdən istifadə edilir. Paralel regİstrlər əsasında operativ yaddaş sistemləri yaradılır.



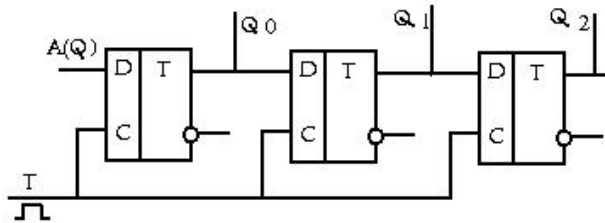
Şəkil 5.1

5.2 Ardıjıl (sürüşdürüjü) registr

Bunlar kodun dərəcələrinin ardıjıl yazılışını təmin edir. Takt girişinə gələn sürüşdürüjü impulsar yazılmış informasiyanı dərəcədən dərəcəyə, sağa və ya sola ötürür (sürüşdürür).

Bir takth sürüşdürüjü registrlərdə, bir ədəd taktlayıcı impulsun gəlməsi ilə, bütün ədədin eyni zamanda bir dərəcə sağa və ya sola sürüşdürülməsi təmin olunur. Registrin dərəcələrinin girişlərinə informasiya gətirən kanalların sayından asılı olaraq, registrlər jütfaz (hər bir dərəcənin girişlərinə informasiya iki kanalla Q və \overline{Q} daxil olur) və birfazlı (informasiya reqistrə anjaq bir kanalla daxil olur, Q və ya \overline{Q}) növlərinə ayrılırlar. Sürüşdürüjü registrlərin qurulmasında RS, D və CK növlü triggerlərdən istifadə edilir. Ən sadə registrlərdə D- triggerlər daha çox tətbiq edilir.

Şəkil 5.2 - də bir takth, 3-dərəcəli, ardıjıl sürüşdürüjü registrin struktur sxemi göstərilmişdir.



Şəkil 5.2

Burada əvvəlki dərəcənin Q – çıxışı növbəti triggerlərin D- girişi ilə birləşdirilir. Onun nətişində hər bir takt impulsu sonrakı triggeri əvvəlki triggerin vəziyyətinə gətirir, yəni informasiya bir dərəcə sağa sürüşdürülür. Q_i –girişi (birinji dərəcənin) informasiyanı registrə ardıjıl kod şəklində qəbul etmək üçündür. Hər bir takt impulsu ilə bu giriş informasiya kodunun yeni dərəcəsi verilir.

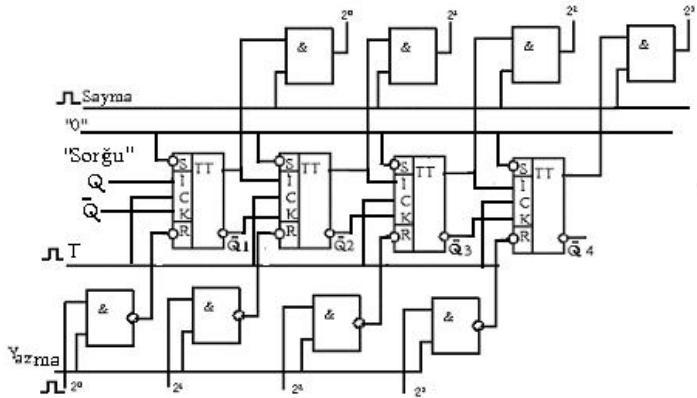
Axırıncı triggerin Q_2 – çıxışından ardıl giriş koduna nisbətən registrin dərəcələrinin sayına bərabər takt impulslarının sayı qədər (müddətdə) gecikdirilmiş ardıl kod çıxarılır.

Tutaq ki, 101 (A) kodu dərəcələr üzrə ardıl olaraq registrin informasiya girişinə verilir. Birinci takt impulsu (T_1) gələn kimi, onun jəbhəsi ilə, hər bir triggerə onun girişində olan informasiya yazılır, yəni $Q_0=1$; $Q_1=0$; $Q_2=0$. Bu informasiya ikinci T_1 gələnə qədər triggerlərdə saxlanılır. İkinci T_1 S-girişinə verilən kimi, onun jəbhəsi ilə triggerlər işə düşür, onlarda olan informasiya bir dərəcə sağa sürüşür, triggerlərə yeni informasiya, yəni birinci triggerə kodun ikinci dərəcəsi $Q_0=0$; ikinci triggerə birinci triggerin çıxış signalı $Q_1=1$ və üçüncü triggerə isə ikinci triggerin çıxış signalı $Q_2=0$ yazılır. Üçüncü T_1 hər bir triggerdəki informasiyanı bir dərəcə sağa sürüşdürür və beləliklə, registrin çıxışlarına $Q_0=1$; $Q_1=0$; $Q_2=0$ signalları (101 kodu) alınır.

Deməli, ardıl registrdə yazılmış informasiya, onun çıxışlarından həm paralel kod şəklində, həm də əlavə takt impulslarının vasitəsilə yüksək dərəcəli çıxışdan (Q_2) ardıl kod şəklində çıxarıla bilər.

Qeyd etmək lazımdır ki, sürüşdürüjü registrlərdə impulsun jəbhəsi ilə sinxronlaşdırılan triggerlər tətbiq olunmalıdır. Əks təqdirdə (səviyyə ilə sinxronlaşmada) sinxroimpulsun (T -takt impulsunun) davametmə müddətində sonrakı triggerlərin vəziyyətləri dəyişə bilər, yəni o müddətdə registrdəki informasiya bir dərəcə deyil, bir neçə dərəcəni ötə bilər və hər bir taktla dəyişmə prosesi (registrin normal işi) pozular.

Sürüşdürüjü registrlər, paralel kodu ardıl koda və əksinə çevirmək üçün tətbiq olunurlar. Ona görə də kodun qəbul edilməsi üçün registrin hər bir dərəcəsi əlavə girişə malik olmalıdır. Ardıl kodun paralel koda çevrilməsi, registrin bütün triggerlərinin vəziyyətlərinin eyni zamanda sorğusu ilə yerinə yetirilir (şəkil 5.3).



Şəkil 5.3 4-dərəcəli sürüşdürüjü registr əsasında, paralel kodu ardıcıl koda və əksinə çevirən çeviriji

İnformasiyanı dərəcələr üzrə hər iki istiqamətə (sola və ya sağa) ötürə bilən sürüşdürüjü registr, reversiv registr adlanır. Belə bir registr almaq üçün paralel-ardıcıl registrin sxemində sadə əks əlaqə dövrəsi yaratmaq lazımdır (şəkil 5.4 -də qırıq-qırıq xətlə göstərilmişdir – xarici signal A_{m-2} əvəzinə, həmin girişə sonrakı dərəcənin inkar çıxışı \overline{Q}_{m-3} birləşdirilmişdir).

Sağa sürüşdürmə signalın $M=1$ qiymətində, sola sürüşdürmə $M=0$ qiymətində yerinə yetirilir.

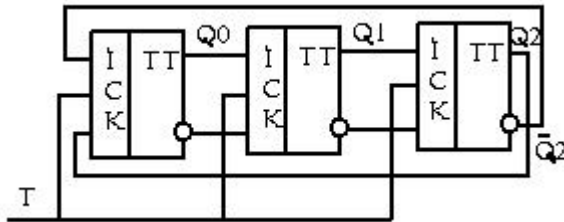
Ədədin sola və ya sağa bir dərəcə sürüşdürülməsi, onun 2-yə vurulması və ya bölünməsinə uyğundur. Buna əsaslanaraq sürüşdürüjü registrlərdən vuruju və bölüjülərin qurulmasında istifadə edilir.

zamani hər bir trigger məntiqi «0» vəziyyətindən məntiqi «1» vəziyyətinə keçir və takt impulsunun (Tİ) davam etmə periodu ərzində həmin vəziyyətdə qalır. Dairəvi sayğajın bu xüsusiyyəti impuls paylayıcılarında istifadə edilir. Bu halda kod vahidi, Tİ tezliyinin sayğajdakı triggerlərin sayına (n) olan nisbətində bərabər tezlikli çıxış signalı kimi alınır. Belə ki, say əmsali $K_{say}=n$ olur.

Dairəvi sayğajın çatışmayan jəhəti ondadır ki, böyük say əmsali lazım olan halda çox miqdarda trigger tələb olunur. Bu nöqsan çarpaz əks əlaqəli registr-sayğajlarda (Jonson sayğajı) aradan götürülür.

5.4 Jonson sayğajı

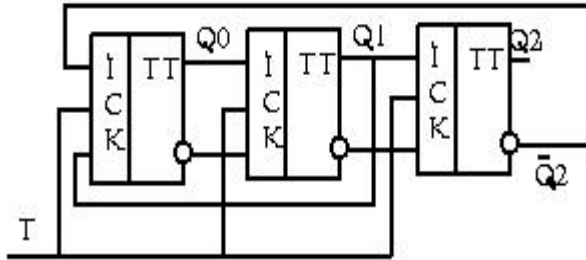
Jonson sayğajı, onun tərkibində olan triggerlərin sayından iki dəfə artıq say əmsalına malikdir. (şəkil 5.6)



Şəkil 5.6 Çarpaz əks əlaqəli registr.

(Jonson sayğajı, say əmsali $K_{say}=6$).

Bu sayğajın işinin xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, sayma vaxtı əvvəlcə birinci triggerdən axırıncıya qədər «1» dalğası, sonra isə «0» dalğası yayılır. Əgər «tək» say əmsallı (yəni $K_{say}=2n-1$) sayğaj tələb olunursa, onda birinci triggerin C- girişi axırıncı triggerin $Q_n \cdot (Q_2)$ çıxış ilə, birinci triggerin K-girişi isə axırdan bir ədəd qabağda yerləşən triggerin $Q_{n-1}(Q_1)$ çıxışı ilə birləşdirilir (şəkil 5.7).



Şəkil 5.7 «Tək» say əmsallı ($K_{say}=5$) Jonson sayğacı

Dairəvi və Jonson sayğajlarında əlavə «1» şəklində siqnallar (yanlış «1» və ya «0») yaranı bilər, yaxud lazım olan kod vahidləri itə bilər. Bu halı aradan qaldırmaq üçün dairəvi sayğajın sxeminə, axırınjı triggerdən «1» signalını birinji triggerə yazmağa (digər triggerlər məntiqi «0» vəziyyətində olmalıdır) imkan verən məntiqi dövrə daxil edilir.

5.5 Universal sürüşdürüjü registr

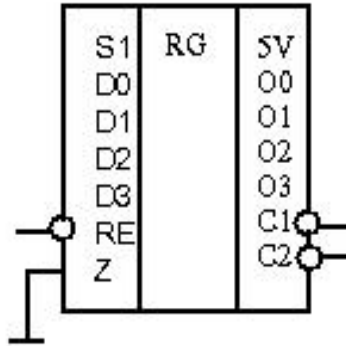
Məlumat kitabçalarından aydındır ki, elektron sənayesi tərəfindən bir çox seriyalı vahid gövdəli integral mikrosxəmlər şəklində registrlər buraxılır. Bunlardan 7495 növlü registri göstərmək olar. (şəkil 5.7)

7495 mikrosxem 4-dərəcəli iki istiqamətli (reversiv) universal sürüşdürüjü registrdir. O, çox məqsədli sürüşdürüjü registr olub, müxtəlif xarakteristikalara malikdir və informasiyanı sola və sağa sürüşdürür. Verilənləri (informasiyanı) bu registrə həm ardıcıl, həm də paralel şəkildə daxil etmək mümkündür. Bir neçə 7495 növlü mikrosxemi kaskad şəklində birləşdirməklə, 8 və daha çox dərəcəli sürüşdürüjü registr almaq və nəhayət bu registrdə informasiyanı dairəvi surətdə sürüşdürmək olar.

Bu registr, verilənlər üçün bir ardıcıl (S1) və dörd paralel (D0-D3) girişlərə, həm də hər bir triggerdən çıxarılan dörd

$(Q_0 - Q_3)$ informasiya çıxışına malikdir. Registrin 2 takt girişi vardır, $\overline{C1}$ və $\overline{C2}$. Hər hansı informasiya girişinə verilən kod, sinxron olaraq çıxışa ötürülür.

Sürüşdürüjü registrin şərti qrafiki işarəsi şəkil 5.8- də verilmişdir.



Şəkil 5.8 Sürüşdürüjü registr.

Registrin paralel yüklənməsinə ijasə verən \overline{RE} girişi, iş recimini seçmək üçündür. Əgər \overline{RE} girişinə məntiqi «1» signalı gələrsə, onda $\overline{C2}$ takt girişinə, iş düşməyə ijasə verilir. Bu girişə takt impulsunun mənfi jəbhəsi gələn kimi, registr paralel girişlərdən ($D0 - D3$) verilən informasiya ilə yüklənir (informasiya registrə yazılır).

Əgər \overline{RE} girişində məntiqi «0» signalı təsir göstərsə, $\overline{C1}$ takt girişinə iş düşmək ijasəsi verilir. Ardıjıl takt impulslarının mənfi jəbhəsi ilə, $S1$ girişinə gələn informasiya (verilənlər) ardıjıl olaraq Q_0 , Q_1 , Q_2 və Q_3 çıxışlarına, yəni sağa sürüşdürülür. Registr üzrə verilənlərin sola sürüşdürülməsi üçün $D2$ girişi Q_3 çıxışı ilə, $D1$ girişi Q_2 çıxışı ilə və $D0$ girişi Q_1 çıxışı ilə birləşdirilməlidir.

Registri paralel recimə keçirmək üçün \overline{RE} girişinə yüksək səviyyəli gərginlik vermək lazımdır. Hər iki takt girişində alçaq

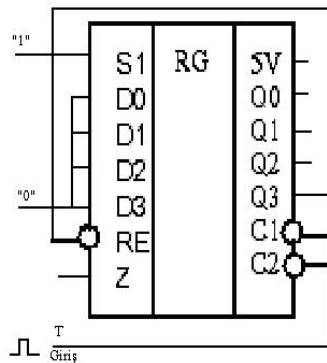
səviyyə təsir göstərdiyi halda \overline{RE} girişində gərginliyi dəyişmək olar. Lakin əgər $\overline{C1}$ girişində gərginlik alçaq səviyyədədirsə (məntiqi «0»), onda \overline{RE} girişində gərginliyin alçaq səviyyədən yüksək səviyyəyə keçirilməsi çıxışların vəziyyətlərini dəyişmir.

7495 registrinin (mikroşxemin) maksimal takt tezliyi 25 Mhz-dir.

Registrlər əsasən EHM-da, çoxdərəcəli hesablama qurğularında, müxtəlif say əmsalına malik bölüjülərdə, MP və MP sistemlərində və ümumiyyətlə, rəqəm idarəetmə sistemlərində geniş tətbiq edilir.

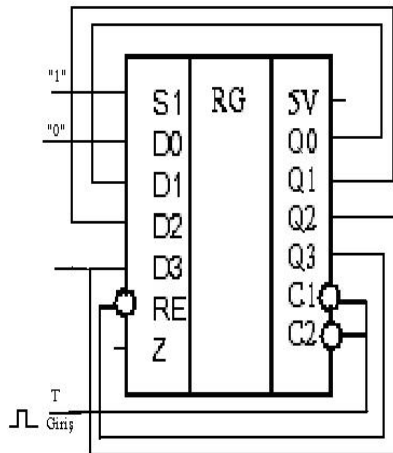
İndi də 7495 növlü registrin müxtəlif say əmsallı (bölmə modullu) bölüjülərdə tətbiq sxemlərini göstərək.

5-ə bölmə sxemi:



Şəkil 5.9 Registrin verilənlərin 5-ə bölmə sxeminə

($K_{say}=5$) tətbiqi



Şəkil 5.10 Registrin 8-ə bölmə sxemində tətbiqi

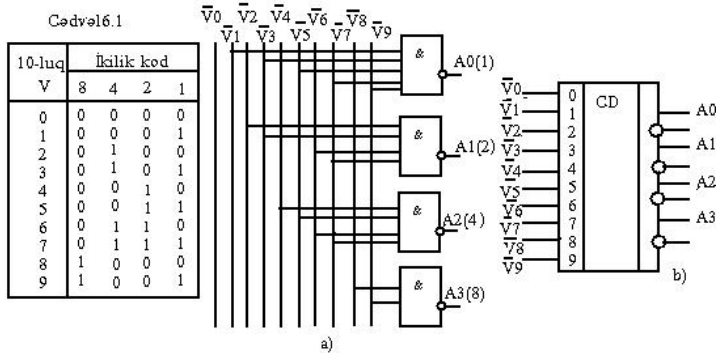
6. Kombinasional qurğular

Kombinasional məntiqi qurğu məntiqi elementlərin sintezi nəticəsində yaranır. O, bir və ya bir neçə bul funksiyası ilə şərh olunan yaddaşsız rəqəm avtomatının işləmə qanununu modelləşdirən kombinasional funksional qovşaqdır.

6.1 Şifratorlar

Şifrator onluq say sistemində verilmiş ədədləri ikilik koda çevirən qurğudur. Şifrator m sayda girişə və n sayda çıxışa malikdir. Girişlərin hər hansı birinə müəyyən signal verildikdə çıxışlarda o giriş signallarının simvoluna uyğun n-dərəcəli ikilik kod yaradır.

Şəkil 6.1- də şifratorun vəziyyət jədvəli (jədvəl 6.1), prinsipial sxemi (a) və şərti qrafiki işarəsi (b) göstərilmişdir.



Şəkil 6.1 Şifrator.

Qeyd etmək lazımdır ki, şifratorun giriş və çıxış siqnallarının aktiv səviyyələri alçaq gərginlikdir. Əgər şifratorun bütün 9 girişinə yüksək səviyyəli gərginlik verilsə, onda çıxışda «0» kodu yaranır.

Şifratorlardan müxtəlif giriş qurğularında informasiyanı rəqəm sistemlərinə daxil etmək üçün geniş istifadə edilir.

6.2 Deşifrator

Deşifrator n -dərəcəli ikilik kodu idarəediji siqnalların kombinasiyasına çevirən qurğudur. Deşifrasiya olunan kodun dərəcəliyindən və məntiqi integral sxemlərin funksional imkanlarından asılı olaraq, birpilləli (və ya xətti) və çoxpilləli deşifrasiya sxemləri əsasında deşifratorlar hazırlamaq mümkündür. Deşifratoru hazırlamaq üçün çoxpilləli deşifrasiya sxemləri sırasında düzbujaqlı (matrisli) və piramidal sxemləri ayırmaq olar. Deşifratorlar informasiyanı çıxarma və idarəetmə qurğularında geniş istifadə edirlər.

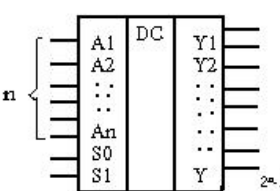
6.2.1 Xətti deşifrator

Bunlar VƏ sxemi yığımindan ibarət olub, yalnız çıxışların birində idarəediji siqnal formalaşdırır, digər çıxışların heç birində siqnal olmur. Ona görə də bu növ deşifratorları çox vaxt seçiji sxem

adlandırırlar. Deşifratorun işini vəziyyət jədvəli və ya məntiqi funksiyalar şəkilində (şəkil 6.3) ifadə etmək olar.

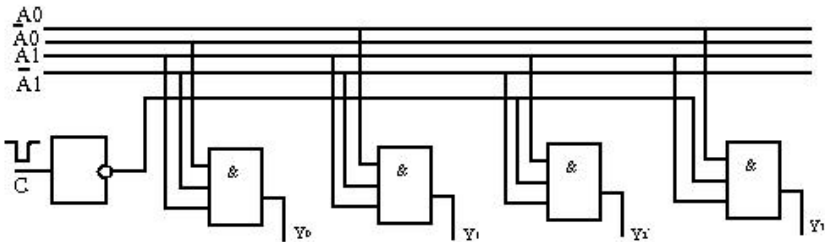
Cədvəl 6.2

Girişlər						Çıxışlar					
A_n	A_{n-1}	...	A_1	A_0		Y_0	Y_1	Y_2	...	Y_{2^n-1}	
0	0	...	0	0		1	0	0	...	0	
0	0	...	0	1		0	1	0	...	0	
0	0	...	1	0		0	0	1	...	0	
...	
...	
1	1	...	1	1		0	0	1	...	1	



Şəkil 6.3

İki girişli xətti deşifratorun sadə prinsipial sxemi şəkil 6.4 - də göstərilmişdir.



Şəkil 6.4 İki girişli xətti deşifrator.

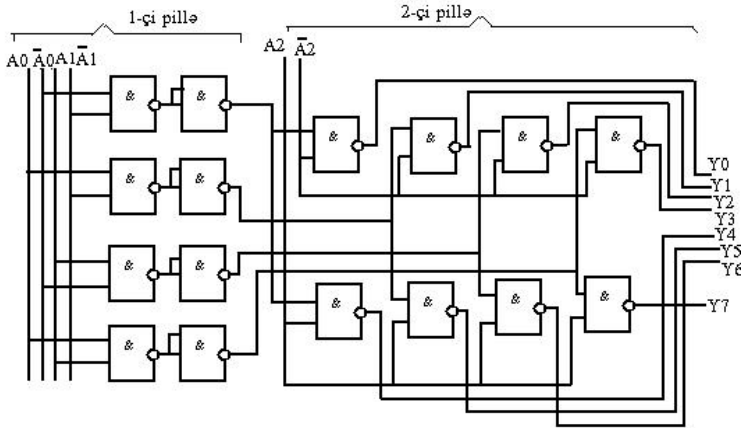
Xətti deşifratorun səmərəliliyi o vaxt yüksək olur ki, giriş kodun dərəcəliliyi deşifratorun tərkibindəki VƏ məntiqi sxemlərin girişlərinin sayından artıq olmasın. Onun jəldişləməsi digər deşifrasiya sxemlərinə nisbətən böyükdür, belə ki, deşifratorun çıxışında idarəetmə signalının yaranma vaxtı ($t_{qur.}$) adi RİM-in orta gecikdirmə vaxtına bərabərdir:

$$t_{qur.} = t_{or.gej.}$$

Qeyd etmək lazımdır ki, bu deşifratorun girişinə qoşulan registr elementləri (triggerlərin sayı) böyük yüklənmə qabiliyyətinə malik olmalıdırlar, $M_{tr.} = 2^{n-1}$

6.2.2 Piramidal deşifratorlar

Bu tip n-girişli deşifratorlar $K=n-1$ sayda pilləyə malikdirlər. Hər bir pillədə yalnız iki girişli VƏ-DEYİL sxemləri işlədilir (şəkil 6.5)



Şəkil 6.5

Piramidal deşifratorlar üçün VƏ-DEYİL elementlərinin ümumi sayı

$$N = \sum 2^{n-1}$$

düsturu ilə hesablanır. Bu deşifratorun əsas çatışmamazlığı pillələrinin sayının çox olmasına görə jəldişləmənin aşağı düşməsidir.

$$t_{qur.} = K t_{or.gej.}$$

6.2.3 Düzbujaqlı deşifratorlar

Bunlarda n girişləri jüt olarsa $n/2$ dəyişənləri olan iki qrupa bölünür, tək olarsa qrupların tərkibi $(n+1)/2$ və $(n-1)/2$ qədər dəyişənlərdən ibarətdir.

Hər bir qrup üçün xətti deşifrator qurulur. Bu deşifratorlar deşifrasiyanın birinci pilləsini təşkil edirlər. Sonra matris sxemi üzrə iki girişli şini o biri deşifratorun hər bir çıxış şini ilə birləşdirilir və beləliklə deşifrasiyanın ikinci pilləsi yaranır.

Düzbujaqlı iki pilləli deşifratorun reallaşdırılması üçün tələb olunan VƏ-DEYİL elementlərinin ümumi sayı aşağıdakı ifadələr ilə müəyyən edilir:

*əgər n jütdürsə, $N=2^n+2*2^{n/2}$;*

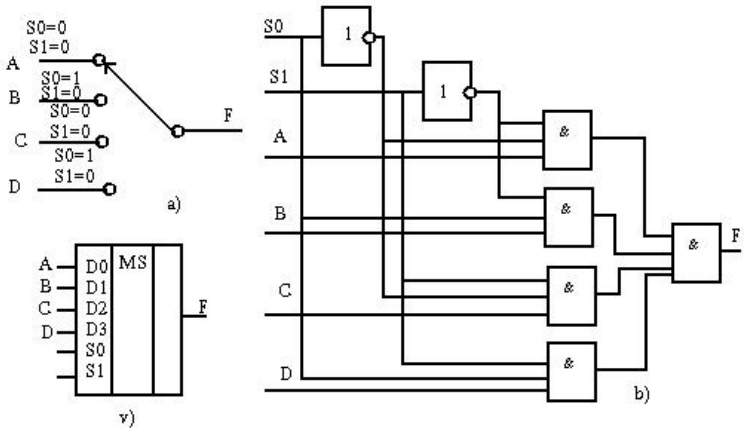
əgər n təkdirsə, $N=2^n+2^{(n-1)/2}+2^{(n+1)/2}$

Burada matrisli deşifrator üçün 2^n sayda iki girişli VƏ-DEYİL sxemi, yəni birinci xətti deşifrator üçün 2^x sayda X-girişli, ikinci xətti deşifrator üçün isə 2^{n-x} sayda $n-x$ girişli VƏ-DEYİL elementi tələb olunur.

6.3 Multipleksorlar

Multipleksor bir neçə giriş xətti ilə gələn informasiyanı ayrılıqda bir çıxış xəttinə keçirmək üçün işlədilən məntiqi siqnallar kommutatorudur. Giriş xəttinin seçilməsi qurğuya verilən ünvan kodu vasitəsilə işlə olunur. m ünvan girişi üçün $N=2^m$ ünvan siqnallar kombinasiyası qurmaq olar. Belə ki, hər bir kombinasiya M giriş xətlərindən birinin seçilməsini təmin edir.

Multipleksor ünvan deşifratoru, VƏ və birləşdiriji VƏ YA sxemlərindən ibarətdir. Multipleksorun (kommutatorun) ekvivalent və funksional sxemləri şəkil 6.6 -da göstərilmişdir.



Şəkil 6.6 Multipleksor

Göstərdiyimiz multipleksor 4 informasiya və 2 ünvan kodu girişlərinə malikdir.

Sxemdə iki ünvan kodu girişi olduğuna görə dörd ikilik kod kombinasiyası işləyə bilər:

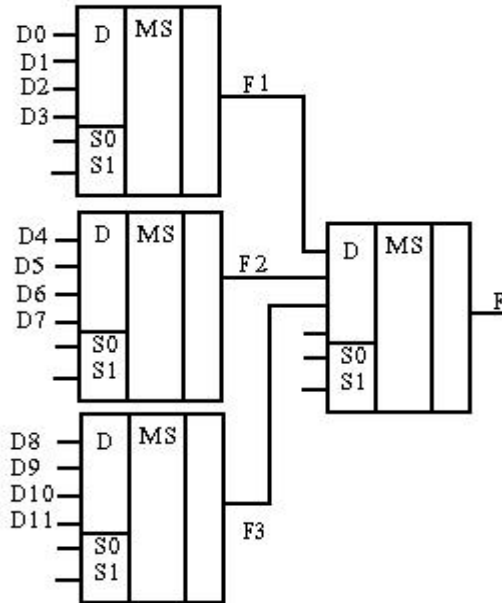
$S_0=0, S_1=0; S_0=0, S_1=1; S_0=1, S_1=0; S_0=1, S_1=1;$

Ünvan girişlərinə təsir göstərən ikilik kod VƏ sxemlərdən birini açır, axırıncı da öz növbəsində çıxış xəttini uyğun giriş xətti ilə birləşdirir. Bu zaman çıxışda alınan informasiya yalnız seçilmiş giriş kanalının vəziyyəti ilə müəyyən olunur, yəni digər kanalların çıxış informasiyasına təsiri olmur.

Əgər ünvan kodu 10 (S_0, S_1) olarsa, bu kod S girişini F çıxışı ilə birləşdirir.

Multipleksordan, bir neçə dəyişəni (A, B, \dots, K) olan məntiqi funksiyaların sintezi üçün istifadə etmək, onun köməyiylə çox sayda dəyişəni olan məntiqi funksiyanın reallaşdırılmasını sadələşdirmək məsələlərini həll etmək olar.

Əgər çox girişli multipleksor qurğusu tələb olunursa, onda multipleksorları multipleksor ağacı deyilən sxem üzrə birləşdirmək lazımdır (şəkil 6.7). Multipleksor ağajından nəinki kanalların kommutasiyası, hətta dəyişənlərin sayı 5-dən çox olan məntiqi funksiyaların sintezi üçün də istifadə edilir.

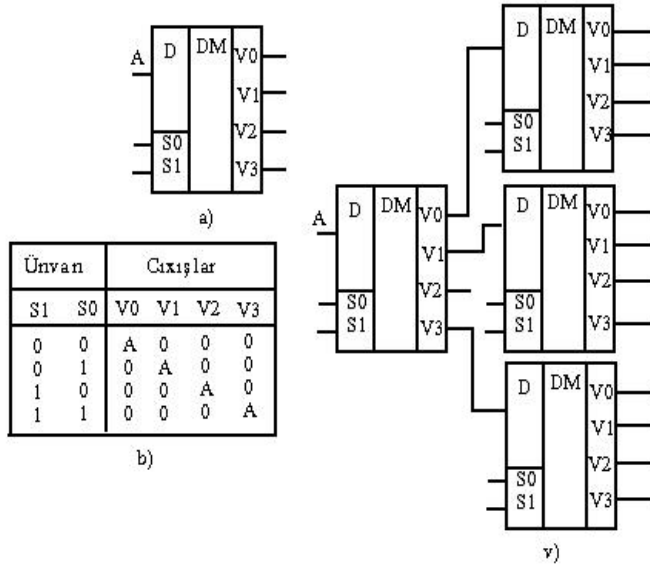


Şəkil 6.7 Multipleksor ağı.

6.4 Demultipleksor

Demultipleksor –məntiqi siqnalların kommutatoru olub, bir girişə daxil olan informasiyanı ünvanı (ünvan kodundan) asılı olaraq çıxışların birinə keçirir.

Deməli, demultipleksor multipleksorun əksinə olaraq bir informasiya girişi və bir çox çıxışa malikdir.



Şəkil 6.8 Demultipleksor

7. Hesab-məntiq qurğuları

Mikroprosessor və EHM-in ən əsas funksional bəndləri hesab-məntiq qurğularıdır (HMQ). Bu qurğular iki çoxdərəcəli operandlar üzərində tələb olunan hesablama (toplama, çıxma, vurma, bölmə və s.) və məntiqi (dizyunksiya, konyuksiya, inkar, sürüşdürmə, müqayisə etmə və s.) əməliyyatlar aparırlar. Bütün bu əməliyyatların icra edijisi əsasən jəmləyijilərdir.

7.1 Jəmləyijilər

Jəmləyiji ikilik və ikilik-onluq kodla verilən ədədlər üzərində hesablama və məntiqi əməliyyatlar aparan qurğudur. Ümumiyyətlə, jəmləmə əməliyyatı, ya kiçik dərəcədən başlayaraq ardıcıl, yaxud da bütün dərəcələr eyni zamanda toplanmaqla paralel aparılır. İkilik ədədlərdə yalnız iki rəqəm (0,1) iştirak etdiyinə görə onların toplanması asanlıqla yerinə yetirilir.

Məsələn,

$$\begin{array}{r}
 0 \\
 +0 \\
 \hline
 0
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 0 \\
 +1 \\
 \hline
 1
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 1 \\
 +1 \\
 \hline
 10 \\
 \text{└─ 1 Kəçirmə}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 1 \\
 1 \\
 +1 \\
 \hline
 11 \\
 \text{└─ 1 Kəçirmə}
 \end{array}$$

Göründüyü kimi onluq ədədlərin toplanmasında $1+1=2$ olduğuna görə, bu jəm ikilik 10, $1+1+1=11$ ədədləri şəklində yazılmalıdır. Ona görə də ikilik jəmdə 1 rəqəmi bir dərəcə sağdan sola keçirilmişdir (sürüşdürülmüşdür).

7.2 Yarıjəmləyijilər

Rəqəm sistemlərində jəmləmə əməliyyatı aparmaq üçün bir və çoxdərəcəli, iki və üçgirişli jəmləyiji qurğudan istifadə edilir. İkiqirişli jəmləyijilər yarıjəmləyiji adlanırlar.

Yuxarıdakı misalların nəticələrinə görə jəmləyijinin iki funksiyanı yerinə yetirə bilən «Jəm» və «Keçirmə» çıxışları olmalıdır. Bununla əlaqədar olaraq, yarıjəmləyijinin çıxış funksiyalarını bul ifadəsi və vəziyyət jədvəli (jədvəl 7.1) ilə aşağıdakı kimi göstərmək olar. Qurğunun «Jəm» çıxışı (S) üçün,

$$S = \overline{A} * B + A * \overline{B} = A \oplus B;$$

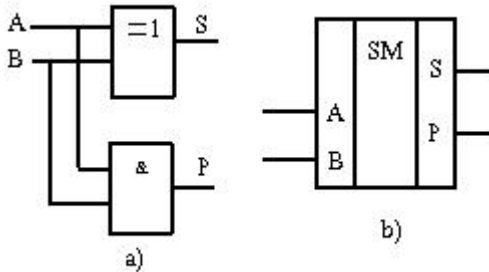
«Keçirmə» çıxışı (P) üçün

$$P = A * B;$$

Jədvəl 7.1

<i>Girişlər</i>		<i>Çıxışlar</i>	
<i>V</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>P</i>
0	0	0	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	0	1
<i>İkilik ədədlər- toplananlar</i>		<i>Jəm</i>	<i>Keç.</i>
		<i>=1</i>	

Yazdığımız ifadələrdən aydın olur ki, jəm əməliyyatını aparmaq üçün iki «VƏ» və bir «VƏ YA» məntiqi element (yaxud da bir ikigirişli «VƏ YA-nı istisna edən» element), keçirmə əməliyyatı üçün isə bir «VƏ» elementi tələb olunur. Buna əsaslanaraq, yarıjəmləyişinin iki məntiqi elementdən ibarət funksional sxemini göstərə bilərik (şəkil 7.1).

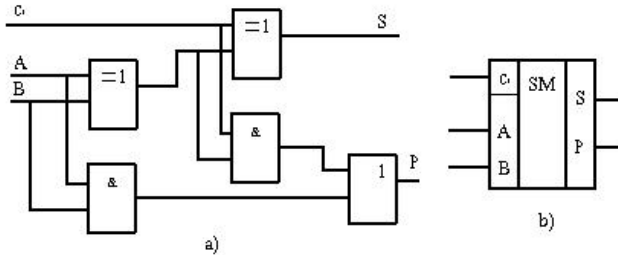
*Şəkil 7.1*

Yarıjəmləyişi, ədədlərin yalnız vahidlər dərəcələrindəki rəqəmləri toplayır (yəni o birdərəcəlidir). İkiliklər, dördlükələr,

səkkizliklər və i.a. dərəcələrdə ikilik toplama əməliyyatı aparmaq üçün tam jəmləyijdən istifadə edilir.

7.3 Tam jəmləyijlər.

Tam jəmləyijlər, vahidlər dərəcəsindən başqa, yerdə qalan bütün dərəcələrdə toplama əməliyyatı aparırlar. Onlarda əlavə olaraq «Keçirmə» girişi nəzərdə tutulmuşdur. Tam jəmləyijinin ən sadə kombinasiyalı məntiqi strukturu (a), şərti qrafiki işarəsi (b) və vəziyyət jədvəli (v) şəkil 7.2 - də verilmişdir.



Jədvəl 7.2

Girişlər			Çıxışlar	
J_i	B	A	S	P
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

<i>Keçirmə</i>		<i>Jəm</i>	<i>Keç.</i>
$+B+A$			

V) Şəkil 7.2

Birdərəcəli tam jəmləyişi 3-girişli sxemdir, burada iki yarıjəmləyişi və bir «VƏ YA» məntiqi elementdən istifadə edilir. Bu məntiqi struktur üçün aşağıdakı bul ifadələrini yazmaq olar.

$$S = A \oplus B \oplus C_i$$

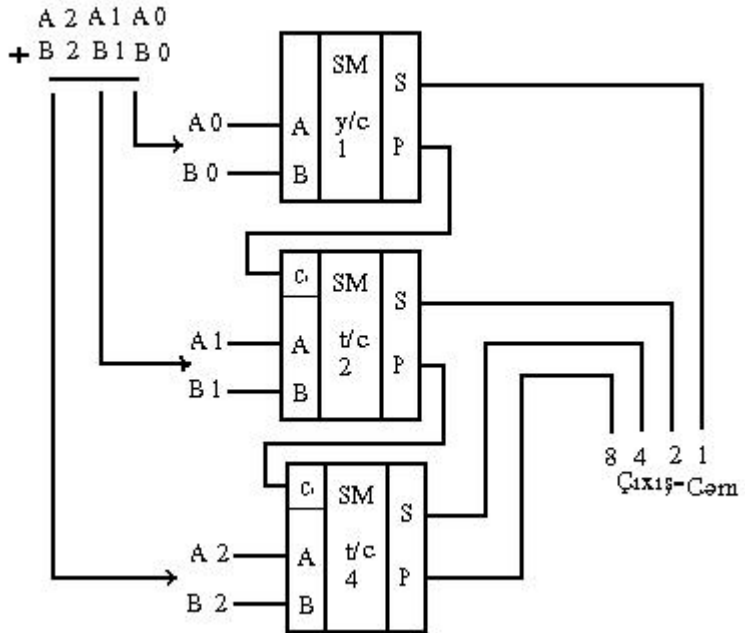
$$P = A * B + C * (A * B).$$

Adətən, yarıjəmləyişi və tam jəmləyişlərdən birlikdə istifadə edilir. Yarıjəmləyişi, ikilik ədədlərin vahidlər dərəcəsində, tam jəmləyişlər isə ikiliklər, dördlülklər və i.ə. dərəcələrdə jəmləmə əməliyyatı aparmaq üçün işlədilir. Qeyd etmək lazımdır ki, sxemdə olan «VƏ» və «VƏ YA» elementlərini 3 ədəd «VƏ- DEYİL» məntiqi elementə dəyişmək olar.

7.4 Çoxdərəcəli paralel jəmləyişlər.

Əgər yarıjəmləyişi və tam jəmləyişləri müəyyən qaydada bir-birilə birləşdirsək, çoxdərəcəli jəmləyişinin sxemini alarıq.

Şəkil 7.3 - də 3-dərəcəli paralel jəmləyişinin funksional sxemi göstərilmişdir.



Şəkil 7.3 3-dərəcəli paralel jəmləyiji

Burada, ikilik $A_2 A_1 A_0$ və $B_2 B_1 B_0$ toplanan ədədlərdir. Toplananların vahidlər (birinci) dərəcəsinin qiymətlərinə uyğun siqnallar, yarıjəmləyijinin girişlərinə verilir. Yarıjəmləyijidə bu siqnallar (rəqəmlər) toplanır, jəm siqnalı çıxışa, keçirmə siqnalı (P) isə, birinci tam jəmləyijinin J_1 girişinə verilir. Birinci tam jəmləyijinin digər girişlərinə A_1 və B_1 dərəcələri daxil olur. Burada hər üç siqnal toplanır, jəm siqnalı çıxışa, keçirmə siqnalı (P) isə, ikinci tam jəmləyijinin J_1 girişinə keçirilir. Eyni zamanda bu tam jəmləyijinin digər girişlərinə toplananların üçüncü dərəcədəki rəqəmlərinin (A_2, B_2) qiymətlərinə uyğun informasiya daxil olur və bütün siqnallar burada toplanır. Axırınjı jəmləyijinin həm jəm və həm də keçirmə siqnalları çıxışa verilir.

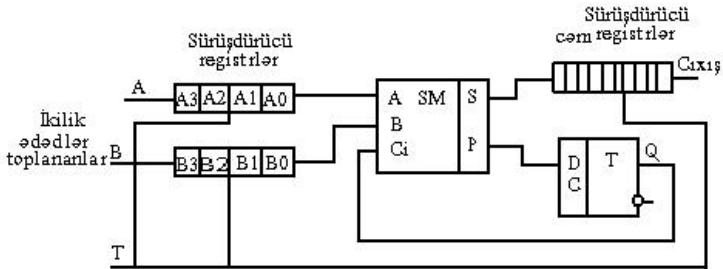
Beləliklə, ikilik kodda verilən 3-dərəcəli iki ədədin jəminin nəticəsi jəmləyijinin çıxışında 8421 kodu ilə şərh olunur.

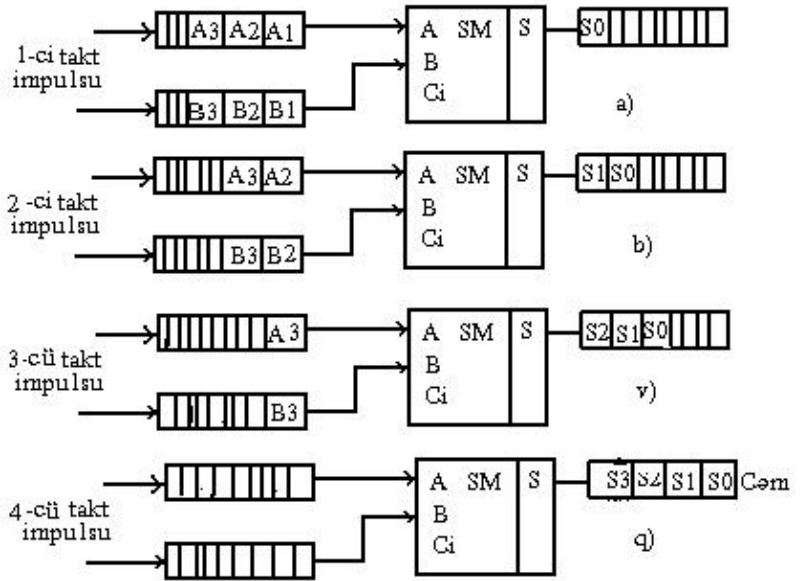
Paralel jəmləyijidə informasiyanın bütün dərəcələrinə olan bitlər jəmləyijinin girişlərinə eyni zamanda verilir, jəmləmənin nəticəsi isə dərhal çıxışında görünür. Informasiyanı (verilənləri) jəmləyijilərin giriş və çıxışlarında qeyd etmək (yadda saxlamaq) üçün, adətən, müxtəlif əlavə registrlərdən istifadə edilir.

7.5 Ardıjıl jəmləyijilər.

Ardıjıl jəmləyiji qurğuda paralel jəmləyijidən fərqli olaraq, hər bir ikilik dərəcə üçün deyil, bütün dərəcələr üçün yalnız bir tam jəmləyijidən istifadə edilir.

Şəkil 7.4 - də 4-dərəcəli ardıjıl jəmləyijinin funksional sxemi və iş prinsipi göstərilmişdir.





Şəkil 7.4. 4-dərəcəli ardıcıl jəmləyiji və onun iş prinsipi

Bu sxemdə tam jəmləyijinin A və B girişlərinə iki sürüşdürücü registr (A və B) qoşulmuşdur. Çıxış informasiyası (jəm) jəm registrində (S) yığılır. İlk vəziyyətdə A və B registrləri ikilik A_3, A_2, A_1, A_0 və B_3, B_2, B_1, B_0 toplananlarla yüklənir. Jəmləmə əməliyyatı takt impulsları vasitəsilə başlayır. Birinci takt impulsunda (T) vahidlər dərəcəsinin qiymətləri (A_0 və B_0) toplanır, jəmləmənin nəticəsi jəm registrində (S_0) hasil olur (keçirmə signalı D -triggerin J girişinə verilir (a)). İkinci takt impulsunda ikinci dərəcənin rəqəmləri və gecikdiriji triggerdən jəmləyijinin J_i girişinə gələn keçirmə signalı (P) toplanır. Nəticə (S_1) jəm registrinə daxil edilir. Əvvəlki jəm (S_0) sağa sürüşdürülür (b). Üçüncü takt impulsunda A_2, B_2 və J_i girişinə gələn yeni keçirmə signalı toplanır. Nəticədə (S_2) yuxarıda göstərilədiyi kimi jəm registrində yerləşdirilir (v). Dördüncü (axırnjı) takt impulsunda A_3, B_3 və J_i girişində olan keçirmə signalının jəmlənməsi yerinə

yetirilir. Alınan sonunju jəm (S_3) jəm registrinə göndərilir (q) və məsələ həll olunur. Dörd takt impulsundan sonra jəm registrində ikilik $S_3 S_2 S_1 S_0$ qeyd olunur.

Aydındır ki, hər bir takt impulsunda yalnız iki bit toplanır. Toplanan bitlər sürüşdürüjü registrlərdən (A və B) ardijil olaraq tam jəmləyijiyə verilir. Ona görə də bu sistem ardijil jəmləyiji adlanır. Ardijil jəmləyijinin çatışmamazlığı, onun jəldişləmə qabiliyyətinin kiçik olmasıdır, belə ki, iki n dərəcəli ədədin jəmlənmə müddəti

$$t_{jəm} = n * T,$$

burada T - takt impulsların tam periodudur.

7.6 Çıxıjılar

Hesablama qurğularında çıxma əməliyyatından geniş istifadə edilir. Yarıçıxıji və tam çıxıjılar eyni adlı jəmləyijilərə oxşardırlar. İkilik çıxmanın riyazi və həqiqilik jədvəli şəklində ifadələrini nəzərdən keçirək. (Jədvəl 7.3)

Jədvəl 7.3

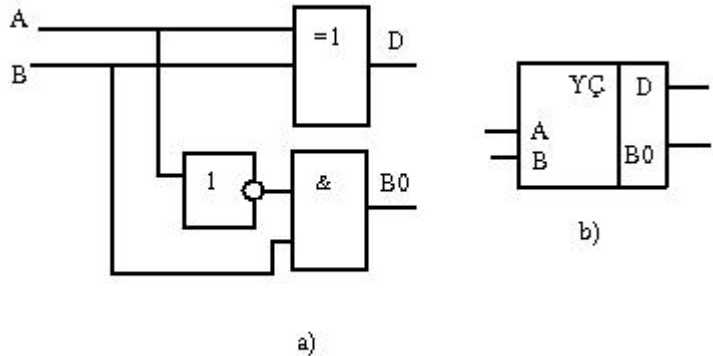
Girişlər		Çıxışlar	
A	A	D	B_0
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0
$A - B$		Fərq	Borj

Jədvəldən görüldüyü kimi A ilə B -nin fərqi D çıxışında hasil olur. Əgər $B=1$ və $A=0$ olarsa (jədvəlin ikinci sətiri), qonşu böyük dərəcədən borj (B_0) almaq lazımdır.

Jədvəldə verilən informasiya əsasında yarıçıxığın reallaşdırdığı məntiqi funksiyaları D və B_0 çıxışları üçün aşağıdakı kimi yazmaq olar.

$$D = A \oplus B; \quad B_0 = \overline{A} * B;$$

Hər iki ifadəni birləşdirməklə, yarıçıxığın məntiqi strukturunu tərtib edərk.



Şəkil 7.5 Yarıçıxığı

a) funksional sxemi, b) şərti qrafiki işarəsi

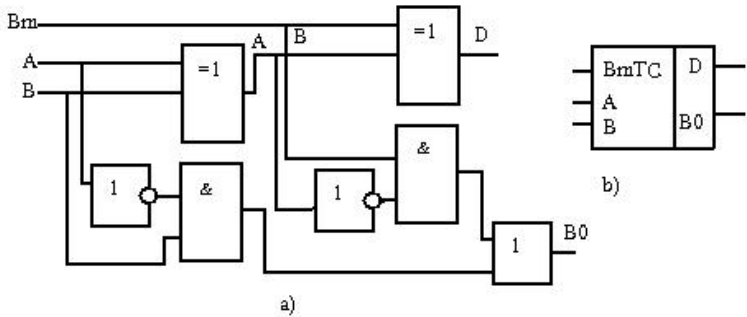
Çoxdərəcəli ikilik ədədləri çıxmaq üçün böyük dərəcələrdə «1»-lərin borj alınmasını nəzərdə tutmaq lazımdır.

Jədvəl 7.4

<i>Girişlər</i>			<i>Çıxışlar</i>	
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>B_m</i>	<i>D</i>	<i>B₀</i>
<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>0</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>1</i>
<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>1</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>A-B-B₀</i>			<i>Fərq</i>	<i>Borj</i>

İkilik ədədlərin çıxılmasında yarana biləcək bütün kombinasiyalar həqiqilik jədvəlində (jədvəl 7.4) göstərilmişdir. Məsələn, yuxarıdakı misal üçün vahidlər dərəcəsində çıxmanın nəticəsi 5-ji sətirin göstərişlərinə uyğun gəlir. İkiliklər dərəcəsində çıxma 3-jü sətirə, dördlüklər dərəcəsində 6-ji sətirə, səkkizliklər dərəcəsində 3-jü sətirə, 16 çəkili dərəcədə 2-ji sətirə və 32 çəkili dərəcədə 6-ji sətirə uyğun gəlir.

Tam çıxıcı qurğunun prinsipial sxemi şəkil 7.6 - da göstərilmişdir.



Şəkil 7.6 Tam çıxıcı

a) prinsipial sxemi, b) şərti qrafiki işarəsi.

Bu çıxıcı iki yarıçıxıcıdan təşkil olunmuşdur. Hər bir yarıçıxıcıda

$$D = A \oplus B; \quad B_0 = \overline{A} * B$$

məntiqi funksiyalar yerinə yetirilir. Sxem yuxarıdakı vəziyyət hədəvinə uyğun işləyir. Şəkildə D- fərq çıxışı, B₀- borj çıxışı, B_m borj girişidir.

Əgər çoxdərəcəli çıxıcılardan istifadə edilsə (hər bir dərəcədə çıxma əməliyyatı üçün bir çıxıcı işlədilir), onda hər bir çıxıcının borj çıxışı (B₀) özündən sonrakı böyük dərəcəli çıxıcının borj girişində (B_m) birləşdirilir.

8. Taktlayıcı və uzlaşdırıcı qurğular.

İmpuls generatorları və formalaşdırıcıları

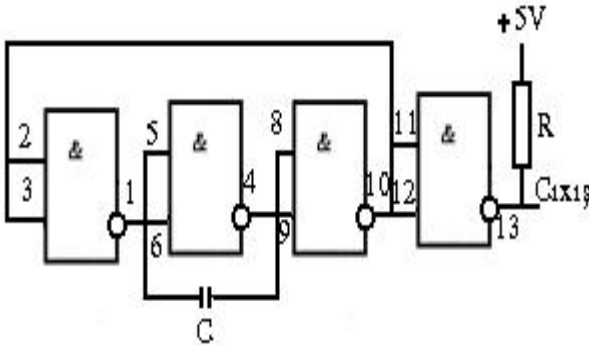
Ümumiyyətlə heç bir rəqəm sistemi, onun fəaliyyətini müəyyən edən daxili və ya xarici impuls (taktlayıcı, sinxronlaşdırıcı) generatoru olmadan işləyə bilmir.

Butun rəqəm elektron sxemlərində takt (sinxronlaşdırıcı) impulsları, generatorları və ya formalaşdırıcılarından geniş istifadə olunur.

İmpuls generatoru və ya formalaşdırıcısı kimi müxtəlif sxemlər tətbiq edilir. Məsələn, analoq, rəqəm mikrosxemləri (məntiqi elementlər) və ya taymer üzərində qurulan generator, avtogenetor recimində işləyən multivibrator, gözləyici (idarə olunan vibrator) multivibrator və s.

Rəqəm elektron qurğularında məntiqi elementlər əsasında müxtəlif impuls generatorları yığılır. Onlardan bəzilərini nəzərdən keçirək.

Şəkil 8.1-də göstərilən impuls generatoru 7401 mikrosxemi əsasında yığılmışdır. Burada (açıq kollektorlu “2 VƏ-DEYİL” elementlərindən istifadə edilir) geniş tezlik diapazonlu (hs-lərdən khs-lərə qədər) impuls yaradılır.



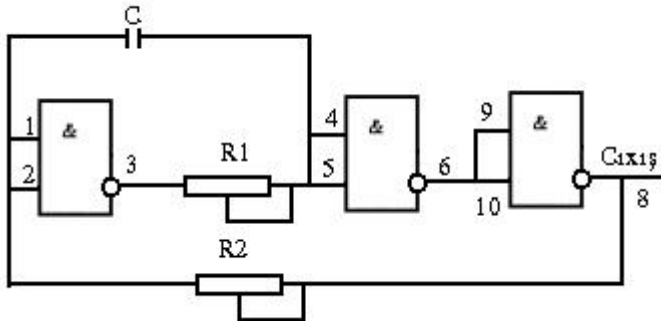
Şəkil 8.1

Çıxış impulslarının tezliyi, kondensatorun tutumundan (pf) asılıdır. Bu asılılıq aşağıdakı təxmini düsturla müəyyən edilə bilər.

$$f \approx 3 \times 10^5 / C$$

Çıxış gərginlik impulsunun dərinliyi 2-yə yaxındır. Bu generatorun mənfəi jəhəti ondadır ki, əgər qida mənbəyinin gərginliyi 0,5V-a düşərsə, çıxış tezliyi 20% azalır.

Şəkil 8.2- də 7401 mikrosxemi üzərində qurulan davamətmə müddəti tənzimlənən impuls generatorunun prinsipal sxemi göstərilmişdir.

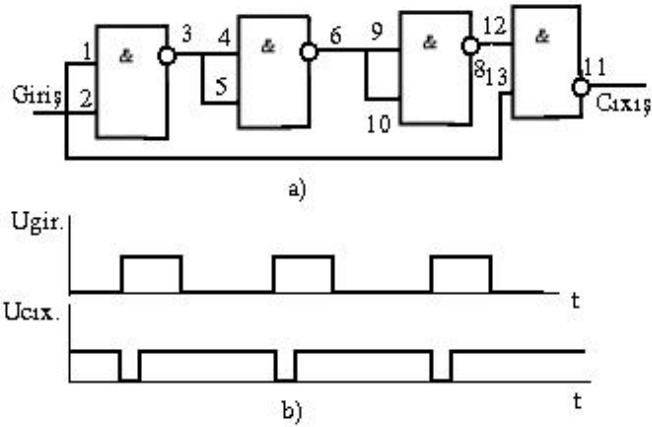


Şəkil 8.2. Davamətmə müddəti tənzimlənən impuls generatoru

Bu sxemdə impulsların davamətmə müddəti $R2$ dəyişən rezistoru (impuls dərinliyi 1,5-dən 3-ə qədər dəyişir) tezliyi isə $R1$ rezistoru vasitəsilə tənzim olunur. Məsələn, əgər $J=0,1\text{mkF}$ götürsək və $R2$ rezistorunu sxemdən çıxarsaq, onda generasiya edilən impulsların tezliyini $R1$ rezistoru vasitəsilə 8-dən 125 khz-ə qədər dəyişmək olar. Digər tezlik diapazonu almaq üçün J kondensatorunun tutumunu dəyişmək lazımdır.

Jox vaxt muxtəlif növ rəqəm elektron qurğularında sayğajları sıfıra gətirmək, yəni informasiyadan təmizlənmək, registrlərlə informasiya yazılışında, MP və mikro EHM –in bloklarının və s. qurğuların ardıcılıqla normal işləməsi üçün sinxronlaşdırıcı (takt) impuls kimi, giriş signalının jəbhə və ya kəşiyi üzrə formalaşdırılan qısa müddətli impulslar tələb olunur.

Giriş signalının jəbhəsi ilə mənfi qısa müddətli impulsların formalaşma sxemi (a) və zaman diaqramları (b) şəkil 8.3-də göstərilmişdir.

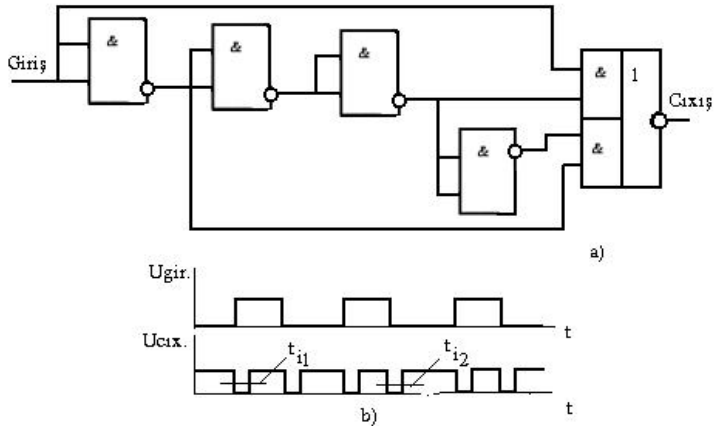


Şəkil 8.3

Burada giriş gərginliyi (U_{gir}) alçaq səviyyədən (məntiqi «0»-dan) yüksək səviyyəyə (məntiqi «1»-ə) qədər dəyişəndə, bu dəyişmə gecikdirilmədən axırıncı məntiqi elementin 13 girişinə verilir. Eyni zamanda həmin elementin 12 girişində, giriş signalının 3 elementdən keçməsi üçün lazım olan müddətdə (75 nsan) məntiqi «1» signalı saxlanılır. Ona görə də bu müddətdə çıxışda məntiqi «0» signalı təsir göstərir. Elementlərdən keçən gecikmiş signal sonuncu elementin 12 girişinə gələn kimi, orda məntiqi 0 səviyyəsi qurulur və onun nətişində çıxışda məntiqi «1» səviyyəsi yaranır. Beləliklə, jəbhəsi giriş signalının jəbhəsi ilə üst-üstə düşən mənfi qısa müddətli impuls formalaşır.

Belə bir qurğudan giriş signalının kəsiyi ilə formalaşan qısa mənfi impuls almaq üçün istifadə edilərsə, onda formalaşdırıcının girişinə bir invertor əlavə etmək lazımdır.

Şəkil 8.4-də giriş signalının həm jəbhə, həm də kəsiyi üzrə qısa mənfi impuls formalaşdırıcının prinsipal sxemi (a) və zaman diaqramları (b) göstərilmişdir.



Şəkil 8.4

Hər bir formalaşmış impulsun davam etmə müddəti aşağıdakı düsturlar təyin edilə bilər.

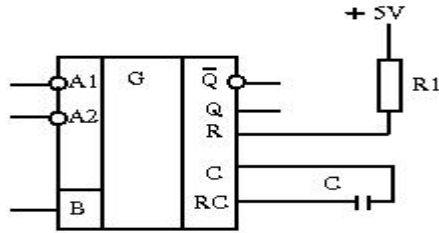
$$t_{i1} = t_{i2} = n * \frac{1.0}{t_{\text{gec}}} + (n+1) * \frac{1.0}{t_{\text{gec}}}$$

Burada n-signalın gecikləndirilməsində iştirak edən elementlərin jüt sayıdır.

Bu formalaşdırıcının iş prinsipi yuxarıda göstərilən mənfi impuls formalaşdırıcılarının iş prinsipinə oxşardır.

İmpuls formalaşdırıcıları 7401 seriyalı tamamlanmış integral mikrosxemlər şəklində də hazırlanırlar.

Məsələn, 7401 mikrosxemi – birkanallı gözləyiçi multivibratorudur (birvibrator). O, stabil davam etmə müddətinə malik kalibrləşmiş impulslar formalaşdırır. Multivibrator üç girişə (A1, A2, B), iki Q və \overline{Q} impuls çıxışlarına və xarici zamanverici dövrə üçün çıxışlara malikdir.



Şəkil 8.5

Birtivibrator həm müsbət, həm də mənfi giriş signalı vasitəsilə çevrilir. Əgər B girişinə yüksək səviyyə gərginliyi (məntiqi «1») verilərsə, birtivibrator A girişindən birinə verilən mənfi giriş signalı ilə, əgər A girişindən birində alçaq səviyyə gərginliyi (məntiqi «0») olarsa, onda B girişinə verilən müsbət giriş signalı üzrə çevrilir, yəni çıxışda impuls formalaşır.

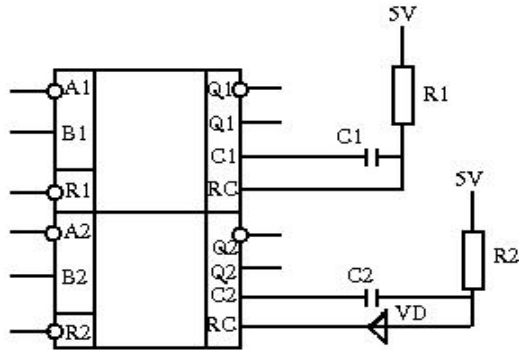
Çıxış impulsunun davam etmə müddəti R və J parametrlərindən asılıdır və aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir.

$$t_j = R * J * \ln 2 = 0,7 * R * J$$

*Burada $R = 2k + R_{xar} * 2k\Omega$ -daxili rezistorun müqavimətidir. Əgər multivibratora zamanveriji dövrənin elementləri qoşulmamışsa, onda çıxış impulsunun davam etmə müddəti 35nsan.-dən çox olmur.*

Eyni seriyalı K155AQZ mikrosxemin gövdəsində iki gözəlayiji multivibrator yerləşir. (DD1.1, DD1.2). Hər bir multivibrator Q və \bar{Q} impuls çıxışlarına, R-«atma» girişinə (alçaq aktiv səviyyəli), iki «buraxma» girişlərinə (B – düz yüksək aktiv səviyyəli, A- inkari alçaq aktiv səviyyəli) və zamanveriji çıxışlara malikdir.

Şəkil 8.6-da 7401 mikrosxeminin zamanveriji dövrələrlə birləşmə variantları göstərilmişdir.



Şəkil 8.6

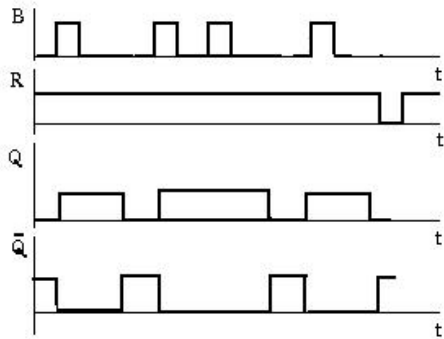
Burada da hər bir multivibrator, ya B və R gərginliklərində yüksək səviyyə gərginliyində A girişinə verilən mənfi giriş signalı ilə, yaxud da A girişində alçaq R girişində isə yüksək səviyyə gərginliyində B girişinə verilən müsbət giriş signalı üzrə işə düşür.

Çıxış impulsunun davam etmə müddəti zamanveriji dövrənin zaman sabiti (RJ) ilə müəyyən edilir. Əgər zamanveriji dövrəyə qoşulmuş J kondensatorunun tutumu 1000 PF-də böyük olarsa, impulsun davam etmə müddəti

$$t_j = 0,28 * R * J * (1 + 0,7/R)$$

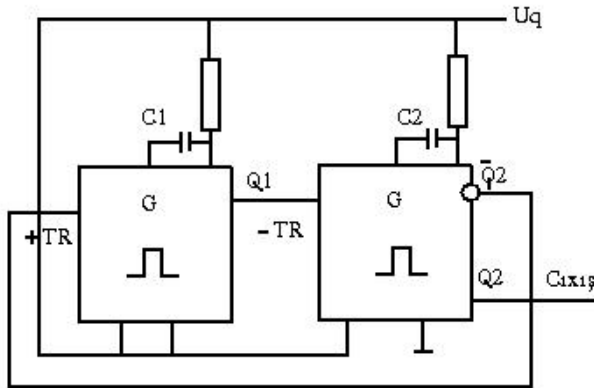
düsturu ilə təyin edilə bilər.

A girişinə alçaq (və ya B girişinə yüksək) səviyyəli gərginlik verməklə multivibratorun çıxış impulsunu ($Q=1$) davam etdirmək olar. Bu əlavə əməliyyatın başlanğıcından impulsun sonuna qədər R, J zamanveriji elementlər ilə müəyyən olunan çıxış zamanı keçir, deməli, impulsun davam etmə müddəti çıxış qədər artır. R -«atma» girişinə alçaq səviyyəli gərginlik verməklə impuls formalaşdırma prosesi dayandırılır. Bu əməliyyatın gedişini aydınlaşdıran diaqramlar şəkil 8.7-də verilmişdir.



Şəkil8.7

Əgər AQ3 mikrosxemində hər iki gözləyiçi multivibrator dairəvi sxemlə birləşdirilərsə multivibratorun avtogenerator sxemi alınar (şəkil8. 8)



Şəkil8.8

Sxemədə formalaşan çıxış impulslarının t_1 və t_2 davametmə müddətləri zamanveriji dövrələrin parametrləri (J_1 , R_1 və J_2 , R_2) ilə müəyyən edilir .

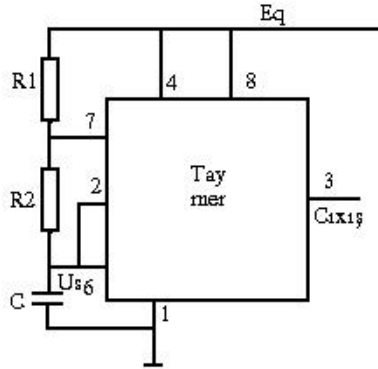
8.1 İntegral taymer

Taymer anlayışı – zaman integralı tapşırıqçısı kimi, müxtəlif elektron sistemlərində və kompyuterlərdə uyğun qovşaqları həm də xüsusi mikrosxemləri adlandırmaq üçün geniş yayılmışdır. MP və mikro EHM- də xüsusi proqramla işləyən taymerlərdən istifadə edilir.

Taymer, müəyyən bərabər zaman fasiləsində ardıcıl düzbujəqlı impulslar formalaşdırən qurğudur.

Mikrosxemlər arasında taymerin əsas iş xüsusiyyətlərinə ən yaxşı uyğun gələn integral mikrosxem İS 555-dir. İS 555-taymerin tətbiq sahəsi genişdir. O, dəqiq sinxronlaşdırıji sxemlərdə impuls generatorlarında, eninə – impulsu modulyasiya, fəz-impulsu modulyasiya, ardıcıl taklama sxemlərində və s. qurğularda daha çox istifadə edilir.

Taymer 555 aftogenerator və gözləyiji multivibrator recimlərində işləyə bilər. Davam etmə müddəti bir neçə mikrosaniyədən bir neçə saata qədər olan zaman intervallarını (impulsları) formalaşdırmağa qadirdir. O, impuls signallarının dərinliyini tənzim etməyə imkan verir, həm də TTM sxemlərini idarə edir. Taymerin (İS 555) temperatur tezlik sabilliyi hər bir dərəcəyə 0,005%-dir. Əlavə «buraxma» və «atma» girişləri nəzərdə tutulmuşdur. «Buraxma» və «atma» əməliyyatları məntiqi «0» signalı ilə ijrə olunur. Sxemin multivibrator recimində çıxış impulslarının tezliyi və dərinliyi iki xarici rezistor və bir kondensator (zamanveriji dövrə) ilə müəyyən edilir. Rəqəm və MP qurğularında takt impulsları generatoru kimi multivibratordan geniş istifadə edilir. Avtogenerator recimində işləyən taymerin girişində (6) gərginlik (2/3) E qiymətinə çatıb, onu keçən anda analoq komparatoru KP1 işə düşür, yəni çevrilir. (Şəkil 8.9)



Şəkil 8.9

Kondensatorda U_j gərginliyinin artması

$$U_j(t) = (E/3) \exp[-t/(R1+R2) * J] + E * (1 - \exp[-t/(R1+R2) * J])$$

tənliyi ilə, gərginliyin azalması isə

$$U_j(t) = (2E/3) \exp(-t/R * J)$$

tənliyi ilə ifadə olunur.

Göstərilən tənlikləri uyğun olaraq

$$U_{yüx.həd} = 2E/3 \text{ və } U_{aş.həd} = E/3$$

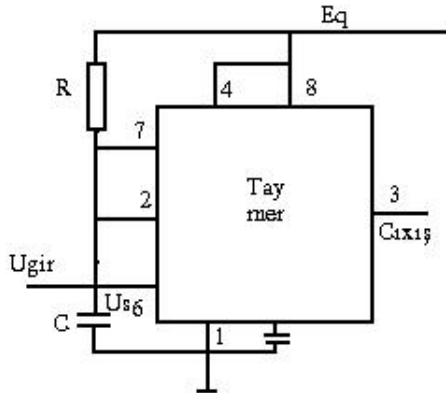
tənliklərinə bərabərləşdirməklə, U_j gərginliyinin artma və azalma zaman intervallarını hesablayıb, onları jəmləməklə sxemin rəqs periodu aşağıdakı düsturla təyin etmək olar.

$$T = (R1 + 2 * R2) * J * \ln 2.$$

Əgər $R1 = R2$ olarsa, impulsların dərinliyi 1,5 olar.

Taymerin (İS 555) müsbət jəhəti ondadır ki, qida gərginliyi 5 V- dən 15 V-a qədər dəyişdikdə onun stabil işi pozulmur. Adətən, $R1$ və $R2$ müqavimətləri 1 kOm-dan 1MOm-a qədər götürülür. Zamanveriji dövrənin parametrlərindən asılı olaraq, taymer əsasında impuls formalaşdırıcısının çıxış siqnallarının maksimal tezliyi 20 hj-dən 100 khj-ə dəyişə bilər.

İS 555 – taymer, sxemə şəkil 8.10-də göstəriləyi kimi qoşularsa, onda giriş signalının alçaq səviyyəsi ilə (yəni giriş signalının «1»-dən «0»-a dəyişməsi ilə) işə buraxılan gözləyiji multivibratorun sxemini alırıq.



Şəkil 8.10

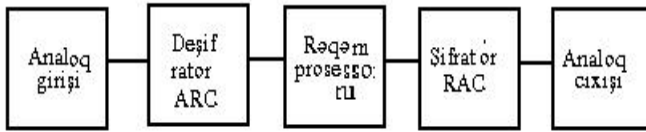
Alınmış impulsun davamətmə müddəti

$$t_{imp} = R * J * \ln 3$$

kimi hesablanı bilər.

8.2 Rəqəm və analog sxemlərin uzlaşdırılması

Bir çox hallarda rəqəm elektron sistemlərinin (MP –sistemləri və ERM-lərin) giriş və ya çıxış informasiyası analog siqnalları (məsələn, rəqəm ölçmə cihazı vasitəsilə ölçülən gərginlik, texnologici proseslərin avtomatik idarə olunmasında verijinin çıxış signalı və ya işra mexanizminin elektrik mühərriki, yaxud elektromaqnitin işləməsi üçün lazım olan kəmiyyət), yəni fasiləsiz dəyişən informasiya (gərginlik, jərəyan və s.) şəklində təsir göstərir. (Şəkil 8.11)



Şəkil 8.11

Analoq signallarını rəqəm qurğularında emal etməkdən ötrü onları rəqəm signalı (ikilik kod) şəklinə, rəqəm signalından analoq qurğularında istifadə etmək üçün ikilik kodu fasiləsiz dəyişən kəmiyyət şəklinə salmaq lazımdır. Bu məqsədlə xüsusi uzlaşdırıcı analoq-rəqəm və rəqəm-analoq çevirijilərindən istifadə olunur.

8.3 Rəqəm analoq çevirijiləri

Rəqəm-analoq çevirijisi (RAJ)-xüsusi növ deşifratorudur. O, rəqəm signalını avtomatik olaraq uyğun analoq (fasiləsiz) signalına çevirən (kod açan) qurğudur. Bəzən bu qurğu kod-analoq çevirijisi adlanır.

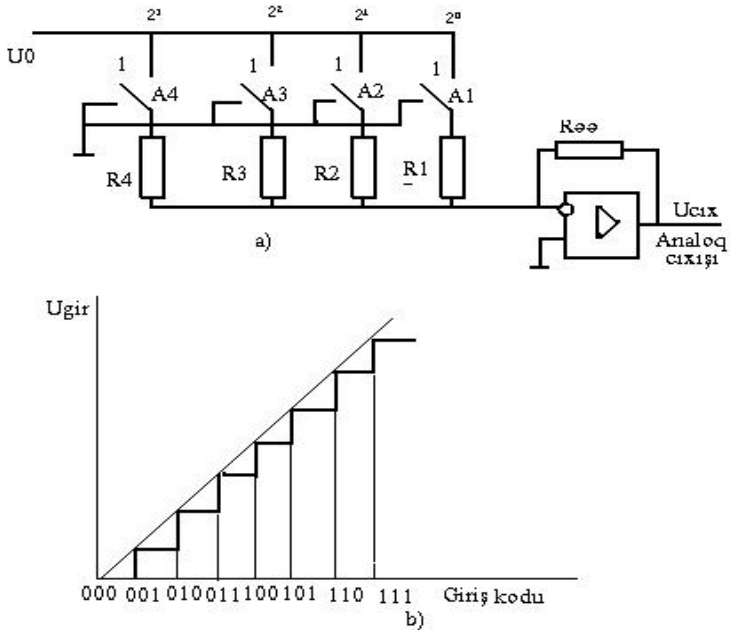
İkilik kodla verilmiş informasiyanı gərginliyə çevirmək üçün ən sadə və etibarlı sxem, jəmləyici əməliyyat gücləndirijisi və «çəkici» ilə ikilik- asılı muqavimətli rezistiv matrisdən ibarət rəqəm-analoq çevirijisidir.

Bu çevirijinin ani çıxış gərginliyi girişə verilən kodun «çəkisinə» və ya onun onluq ekvivalentinə mütənasibdir. Dəyişən giriş informasiyası çıxışda hasil olan gərginliyin qiymətini müəyyən edir.

RAÇ-ın çıxışında yaranan gərginlik, giriş kodunun dərəcələrində olan «vahid»lərə uyğun gərginliklərin jəminə bərabərdir. Məsələn, girişə 1001 kodu verilən RAÇ-ın çıxış gərginliyi (əgər birinci dərəcədə «vahid»ə mütənasib U_0 gərginliyini qəbul etsək) aşağıdakı kimi təyin olunur.

$$U_{\text{çıx}} = 1 \cdot (2^3 \cdot U_0) + 0 \cdot (2^2 \cdot U_0) + 0 \cdot (2^1 \cdot U_0) + 1 \cdot (2^0 \cdot U_0) = 9U_0$$

Şəkil 8.13-də sadə RAÇ-ın prinsipal sxemi (a) və çıxış gərginliyinin giriş rəqəm signalından asılılıq qrafiki (b) göstərilmişdir.



Şəkil 8.12

RAÇ əsasən üç hissədən: rezistiv sxem, əməliyyat güjləndirijisi və açarlardan təşkil olunmuşdur. Rezistiv sxem R1, R2, R3, R4 (R1=150kOm, R2=75kOm, R3=37,5kOm, R4=18,7kOm) rezistorları üzərində yığılmışdır, jəmləyiji güjləndiriji isə əməliyyat güjləndirijisi (ƏG) və əks əlaqə rezistorundan (R_{əə}=10k) ibarətdir. Əməliyyat güjləndirijisi üçün xüsusi qida mənbəyindən (+12V) istifadə edilir. Göstərilən RAÇ-da dayaq gərginliyi U₀=3V halı üçün girişinə verilən kod kombinasiyalarına görə çıxış gərginliyinin yaranması prosesini izləyək.

İlk halda bütün açarlar açıqdır. Ona görə ƏG-nin giriş və çıxışında gərginliklər sıfırdır.

Tutaq ki, A1 açarı bağlanmışdır (bu vəziyyət 4-dərəcəli kodun birinci dərəcəsinə müvafiqdir), onda ƏG-nin girişinə 3V-a yaxın gərginlik qoşulacaqdır.

ƏG-nin gərginliyə görə güjləndirmə əmsalı K_u , $R_{\partial\partial}$ və $R1$ rezistorların müqavimətlərindən asılıdır.

$$K_{\partial\partial}=R_{\partial\partial}/R1=10000/150000=0,066$$

Çıxış gərginliyi, dayaq gərginliyi U_0 ilə güjləndirmə əmsalının (K_u) hasilinə bərabərdir.

$$U_{\text{çıx}}=K_u*U_0=0,066*3=0,2V$$

Çıxışda yaranmış gərginlik (0,2V) RAÇ-ın girişinə verilən 0001 koduna uyğundur.

İndi də A2 açarını bağlamaqla RAÇ-ın girişinə 0010 ikilik kombinasiyasını verək. Bu zaman 3V-a yaxın gərginlik ƏG-nin girişinə qoşulur. ƏG-nin gərginliyə görə güjləndirmə əmsalı

$$K_u=R_{\partial\partial}/R2=10000-750000=0,133$$

Çıxış gərginliyi isə

$$U_{\text{çıx}}=K_u*U_0=0,133*3=-0,4 \quad \text{olajaqdır.}$$

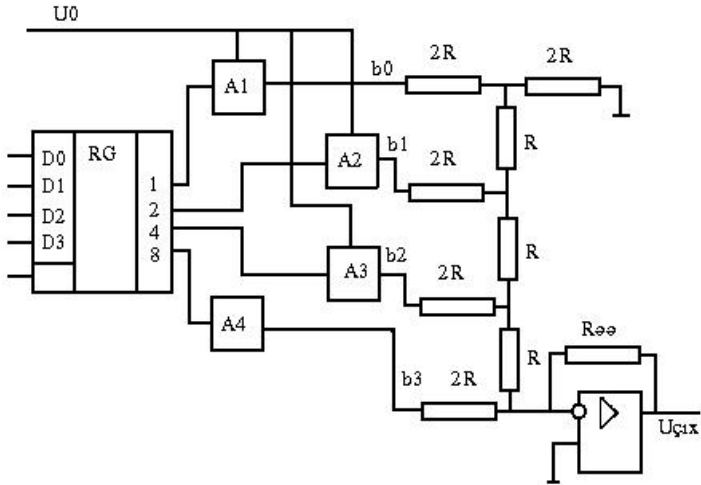
Beləliklə, ikilik kodun hər növbəti (dərəcələr üzrə) «vahid» artımı çıxış gərginliyinin 0,2V (dayaq gərginliyinin 3V qiymətində) artmasına səbəb olur. Bu artma müxtəlif rezistorların ($R1$, $R2$, $R3$ və $R4$) qoşulması ilə ƏG-nin giriş jərəyanının dəyişməsi nəticəsində, güjləndirijinin gərginliyə görə güjləndirmə əmsalının artması hesabına təmin olunur.

Əgər sxemdə bütün açarlar məntiqi «1» vəziyyətinə qoşulmuşsa onda ƏG-nin çıxışda yaradığı gərginlik 1111 ikilik koda uyğun 3 V-a yaxın olajaqdır.

Dayaq gərginliyi kimi, ƏG-nin qida mənbəyi gərginliyindən böyük olmayan ixtiyarı gərginlikdən istifadə etmək lazımdır. Burada ikilik dərəcələrin sayını da artırmaq mümkündür. Ondan ötrü sxemə müəyyən «çəkili» rezistorlar və açarlar əlavə etmək lazımdır.

Şəkil 8.13-də göstərilən sxemin iki çatışmayan jəhəti vardır: birincisi- yüksək dərəcələrdə rezistorların müqavimətlərinin dəqiqliyi və sabitliyi, ikinci – bu sxemdə daxili müqaviməti çox kiçik olan dayaq gərginliyi mənbəyi tələb olunur (əks təqdirdə çevirmənin dəqiqliyi azalır).

Şəkil 5.13 -də göstərilən 4-dərəcəli RAÇ-ın sxemi yuxarıda gətirilən çatışmamazlıqlardan azaddır.



Şəkil 8.13

Buk sxemdə RAÇ-ın əsasını R - $2R$ rezistiv matris, $A1$, $A2$, $A3$, $A4$ formalaşdıran registr və əməliyyat gücləndiriji təşkil edir.

A – açarları registrin çıxışlarından gələn kodun tərkibindəki məntiqi «1» signalı ilə iş düşürlər. Bu zaman girişinə məntiqi «1» signalı verilən açar dövrəsində olan rezistoru əməliyyat gücləndirijisinə qoşur və o dövredən uyğun jərəyan axır. Nəticədə rezistorların dövrlərindən axan jərəyanlar jəmlənir. Çıxış gərginliyi

$$U_{\text{çix}} = (U_0 * R_{00} / 16 * R) * (b_0 * 2^0 + b_1 * 2^1 + b_2 * 2^2 + b_3 * 2^3)$$

kimə təyin edilir.

Burada b_0 – b_3 registrin uyğun dərəcələrinin (uyğun açarlar vəziyyətindən asılı olaraq alınan «0» və ya «1») qiymətləridir.

R – $2R$ rezistorlar matrisi 301HP seriyalı, RAÇ – K572PA, K594PA, K1108PA, K1118PA seriyalı integral mikrosxemlər (BİS) şəklində buraxılırlar. Məsələn BİS K572PA1B 10 mksan., K594PA1 – 12 ikilik giriş dərəcəsinə malikdir, çıxış gərginliyinin yaranma vaxtı 3,5 mksan.-dir.

Rəqəm – analoq çevirijiləri rəqəm elektron sistemlərinin ayrılmaz tərkib hissələridir, EHM-lərin daxiletmə-xarijetmə qurğularında geniş tətbiq edirlər.

8.4 Analıq – rəqəm çevirijiləri.

Analoq – rəqəm çevirmə prosesi, fasiləsiz dəyişən siqnalları səviyyəyə görə kvantlama və zamana görə diskretləməyə əsaslanır.

Səviyyəyə görə kvantlamada analoq kəmiyyətinin mümkün dəyişmə həddi müəyyən kiçik kvantlama intervallarına (addımlarına) parçalanır. Kvantlamanın nətijsində analoq kəmiyyətinin həqiqi qiymətləri kvantlama səviyyəsi adlanan diskret qiymətlərlə əvəz edilir.

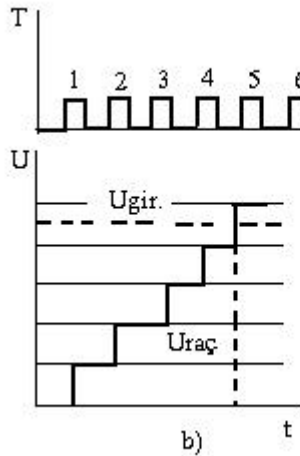
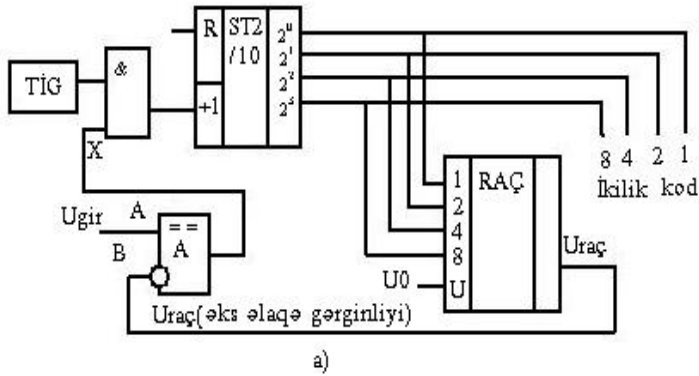
Zamana görə diskretləmə prosesində müəyyən anlarda, analoq siqnallarının jəri qiymətləri diskret kəmiyyətləri kimi qeyd edilir.

Bütün bu məsələlər analoq – rəqəm çevirijisində həll olunur. Bu xüsusi nov şifratorudur. O, zamana görə fasiləsiz dəyişən (analoq) giriş siqnalını (məsələn, gərginliyi) avtomatik olaraq ekvivalent çıxış rəqəm siqnalına (ikilik koda) çevirir.

Analoq – rəqəm çevirijisinin sadə nümayəndəsi ardijıl yaxınlaşma ilə sayma qurğusudur (ardijıl ARÇ). 4-dərəcələri ardijıl ARÇ-nin funksional sxemi (a) və zaman diaqramı (b) şəkil 8.14-də göstərilmişdir. Analıq – rəqəm çevirijisinin tərkibinə əsasən gərginlik (analoq) komparatoru, «VƏ» məntiqi elementi, ikilik onluq sayğaj və RAÇ daxildir.

ARÇ-nin (komparatorun) A girişinə fasiləsiz dəyişən giriş gərginliyi – U_{gir} qoşulur.

ARÇ işə buraxılan kimi («VƏ» elementinin X girişinə yüksək səviyyə gərginliyi təsir göstərir və element «açıqdır») takt impulsları generatorundan gələn ardijıl impulsları saymağa başlayır və onun çıxışında müntəzəm artan rəqəm siqnalı şəklində ikilik ədəd (kod) yaranır.



Şəkil 8.14

Bu signal ARÇ-nın çıxışına və həm də RAÇ-ın girişinə verilir. Giriş informasiyasının müəyyənləşdirdiyi qanunla dəyişən RAÇ-ın çıxış gərginliyi ($U_{raç}$) əks əlaqə dövrəsi vasitəsilə komparatorun ikinci (B) girişinə gəlir və komparatora ARÇ-nın giriş gərginliyi ilə müqayisə edilir. $U_{raç}$ gərginliyi U_{gir} gərginliyinə bərabərləşib onu keçən anda, komparatorun çıxış signalı məntiqi «0» vəziyyətini alır və onunla da «VƏ» elementini «bağlayır». Bu zaman sayğaj dayanır, ARÇ-nın çıxışında U_{gir} gərginliyinin qiymətinə uyğun ikilik kod alınır.

Sonra sayğaj informasiyadan təmizlənərək yenidən saymağa başlayır və çevirmə prosesi davam edir.

Analoq – rəqəm çevirmə prosesini daha aydın dərk etməkdən ötrü 4-dərəcəli ARÇ-nın sxemindən istifadə etməklə həqiqilik jədvəli ilə verilmiş misalı nəzərdən keçirək.

Tutaq ki, giriş gərginliyi U_{gir} 0-dan 3 B-a qədər dəyişə bilər. Bu dəyişmə həqiqilik jədvəlində verilmişdir (jədvəl 8.17).

Fərz edək ki, ARÇ-nın analoq girişinə 0,55 V giriş gərginliyi qoşulmuşdur. Eyni zamanda komparatorun çıxışında – X nöqtəsində məntiqi «1» səviyyəsi təsir göstərir və sayğaj 0000 vəziyyətindədir. X nöqtəsindən məntiqi «1» siqnalı «VƏ» məntiqi elementini «açır» və takt generatorundan birinci impuls sayğajın girişinə daxil olur. Sayğaj 0001 vəziyyətinə keçir. Bu ikilik kod həm ARÇ-nın çıxışına həm də RAÇ-ın girişinə verilir.

Jədvəl 8.17

Analoq girişi və ya Uraç., V	İkilik girişi				Analoq girişi və ya Uraç., V	İkilik girişi			
	8	4	2	1		8	4	2	1
0	0	0	0	0	1.6	1	0	0	0
0.2	0	0	0	1	1.8	1	0	0	1
0.4	0	0	1	0	2.0	1	0	1	0
0.6	0	0	1	1	2.2	1	0	1	1
0.8	0	1	0	0	2.4	1	1	0	0
1.0	0	1	0	1	2.6	1	1	0	1
1.2	0	1	1	0	2.8	1	1	1	0
1.4	0	1	1	1	3.0	1	1	1	1

Jədvəldə göstərilən qiymətlərə görə ikilik 0001 ədədinə, RAÇ-ın 0,2 B çıxış gərginliyi uyğun gəlir. Bu gərginlik komparatorun B girişinə verilir. Komparator onun girişlərinə verilən gərginlikləri (0,55 və 0,2 B) müqayisə edir. B girişində gərginlik böyük olduğuna görə komparatorun çıxışında məntiqi «1» siqnalı davam edir, bu siqnal «VƏ» elementini «açıq» saxlayır, və axırınjı, növbəti takt impulsunu

sayğaja buraxır. Sayğajın yükü «vahid» qədər artır, onun çıxışında 0010 ikilik kodu yaranır. Həmin kod kompasiyası RAÇ-ın girişlərinə və ARÇ-nin çıxışlarına ötürülür.

Jədvəl göstərijilərinə görə 0010 ikilik ədədə RAÇ-ın 0,4 V çıxış gərginliyi uyğun gəlir. Bu gərginlik komparatorun B girişinə verilir. Komparator yenə də giriş gərginliklərini müqayisə edir.

U_{gir} əvvəlki kimi böyük olduğuna görə «açıq» «VƏ» elementi vasitəsilə sayğaja üçüncü takt impulsu daxil olur. Bu dəfə sayğajın göstərişi 0011-ə qədər artır. Bu ikilik kombinasiya RAÇ-ın girişlərinə verilir. Həmin koda uyğun RAÇ-ın çıxış gərginliyi -0,6 V komparatorun B girişinə gəlir. Komparator yenidən hər iki girişdəki gərginlikləri müqayisə edir, lakin bu dəfə $U_{raç} > U_{gir}$. Ona görə komparator çıxışda (X nöqtəsində) məntiqi «0» signalı yaradır. Bu signal «VƏ» elementini «bağlayır», heç bir impuls sayğajı keçə bilmir, sayğaj 0011 sayında dayanır. Deməli, 0,55 V giriş analoq gərginliyinin rəqəm ekvivalenti 0011 ikilik ədəddir (kod).

Əgər giriş gərginliyi 1,2V olarsa sayğaj 0000-dan 1110-a qədər sauar və ARÇ-nin çıxışında o gərginliklərə uyğun ikilik kod kombinasiyalarını alırıq.

Qeyd etmək lazımdır ki, rəqəm ölçmə cihazlarında tətbiq edilən izləyişi ardıcıl analoq – rəqəm çevirijilərinin tərkibində iki «VƏ» elementi və reversiv sayğaj iştirak edir. Burada reversiv sayğaj analoq signalının dəyişməsinə görə jəmləmə və ya çıxma recimlərində işləyir.

Analoq – rəqəm çevirməsinin statik xətası RAÇ və komparatorun statik xətalarının jəmi kimi təyin olunur. Baxdığımız ARÇ-nin dərəcələrin sayı (n) ilə müəyyən edilir. Bu nov ARÇ-nin çevirmə vaxtı dəyişəndir və giriş gərginliyinin səviyyəsindən asılıdır. Maksimal giriş gərginliyinə uyğun maksimal çevirmə vaxtı aşağıdakı ifadə ilə təyin edilə bilər.

$$t_{cev,max} + (2^n - 1) * T_{say}$$

Burada $T_{say} = 1/f_{say}$ –sayılan impulsların getmə periodudur. ARÇ-nin dərəcələrinin sayı əvvəljədən verildiyinə görə, çevirmə vaxtı impulsların tezliyi (və ya periodu) ilə təyin edilir.

İmpulsların minimal periodu $T_{say,min}$ sxemdə iştirak edən bütün elementlərdə keçid proseslərinin qərarlaşma vaxtlarına görə seçilməlidir. Şəkil 8.15-də göstərilən sxem üçün

$$T_{say.min} = t_{say} + t_{raç} + t_k + t_m ,$$

Burada t_{say} - sayğajda keçid prosesinin maksimal qərarlaşma vaxtı, $t_{raç}$ RAÇ-ın qərarlaşma vaxtı. T_k , t_m –komparator və məntiqi «VƏ» elementinin uyğun çevrilmə vaxtlarıdır.

Yuxarıda yazdıqlarımızı bir misal ilə aydınlaşdıraraq.

Tutaq ki, tərkibindəki elementlərin keçid vaxtları $t_{say}=150$ nsan. $T_{raç}=400$ nsan; $t_k=50$ nsan; $t_m=30$ nsan olan 8 dərəcəli ARÇ üçün takt (sayma) impulslarının tezliyini - f_{say} və maksimal çevirmə vaxtını - $t_{çev.max}$ təyin etmək lazımdır.

Onun üçün yuxarıda göstərdiyimiz ifadələrə görə impulsların minimal periodunu təyin edirik.

$$T_{say.min} = 150 + 400 + 50 + 30 = 630 \text{ nsan.}$$

Buradan

$$f_{say} = 1/630 = 1,6 \text{ Mhz, və}$$

$$t_{çev.max} = (2^8 - 1) * 630 \text{ nsan} = 160 \text{ mksan. olar.}$$

Deməli, baxdığımız ARÇ saniyədə 6250 çevirmə əməliyyatı apara bilər.

Analoq – rəqəm çevirijiləri RAÇ-lar kimi rəqəm elektron texnikasının müxtəlif sahələrində geniş tətbiq edilir. Belə ki, onlar rəqəm ölçmə cihazlarının, informasiya emal etmə və təstiq etmə qurğuları və sistemlərinin, avtomatik nəzarət və idarəetmə sistemlərinin, EHM-in informasiya daxil etmə – xaric etmə qurğularının ayrılmaz tərkib hissələridir.

ARÇ-lər tamamlanmış integral mikrosxemlər (BİS) şəklində buraxılırlar. Məsələn K572PB, 12 – dərəcəli universal çoxfunksiyalı ardıcıl ARÇ-dir. Onun giriş gərginlik həddi 0 – 10 V və ya -5- V-a qədər, çevirmə vaxtı 100 mksan-dir. K1113PB, ardıcıl (dərəcə üzrə tarazlaşan) 10- dərəcəli ARÇ-dir. Onun giriş gərginlik həddi 0 -11 V(-5,5 - +5,5 B), çevirmə vaxtı isə 30mksan-dir.

Mikroprosessor sistemləri və mikroEHM-lərlə xarici obyektlərlə uzlaşdırıcı qurğular kimi , böyük jəldişləmə qabiliyyətinə malik olan RAÇ və paralel ARÇ-lərdən, təhrif və maneələrə qarşı yüksək dayanıqlığa malik olan integrallayıcı və paralel analoq – rəqəm çevirijilərindən daha çox istifadə edilir.

9. Proqramlaşdırılan kontrollerlər

Proqramla idarə olunan sistemlərin bir qrupu (tsikilli idarəetmə sistemləri) nisbətən sadə olduqları üçün geniş yayılmışdır.

Tsikilli sistemlərdə texnoloci avadanlığın işləmə tsikli (ardıjıllığı) proqramlaşdırılır, işçi orqanların yerdəyişmələri isə əvvəljədən sazlanan yol açarları vasitəsilə tapşırıılır.

Beləliklə, tsikilli sistemlərin işləmə proqramı iki yerdən –idarə olunan pultdan və qurğunun özündən tapşırıılır. Yol açarlarının sazlanması mürəkkəb olduğundan belə sistemlər, əsasən, kütləvi və böyük seriyalı istehsalatda tətbiq olunur.

İşləmə tsiklini proqramlaşdırmaq üçün son illər proqramlaşdırılan kontrollerlərdən (PK) geniş istifadə olunur. Bu mikroelektronika qurğuları əsasında yaranmış sistemlər rele- kontakt idarəetmə sxemlərini müvəffəqiyyətlə əvəz edir.

Texnoloci qurğuların əənəvi idarəetmə sxemləri konkret məntiqi əməllər yerinə yetirir. Bu sistemlərin quruluşu elektroavtomatika sisteminin iş alqoritmini bilavasitə əks etdirir, buna görə də hər konkret qurğunun idarəetmə sxemi anjaq onun özünə uyğun olur, yəni sərt proqram əsasında işləyir.

Daha geniş və müxtəlif imkanları olan müasir idarəetmə sxemlərini proqramlaşdırılan kontrollerlər vasitəsi ilə qurmaq olar.

Əlbəttə, bu məqsədlə standart mini-EHM-dən də istifadə etmək mümkündür, lakin iqtisadi nöqteyi- nəzərdən bu məqsədəuyğun hesab olunmur. Proqramlaşdırılan kontrollerlərin quruluşu daha sadə, qiyməti isə ujuzdur.

PK-lar müxtəlif məntiqi alqoritmləri reallaşdırmağa imkan verir, rele- kontakt və məntiqi sxemləri əvəz edir.

Əgər rele- kontakt sxemi hər konkret qurğu üçün hazırlanırsa, kontroller yenidən sazlanaraq başqa avadanlığın işini proqramla idarə edə bilər.

PK-ə sadələşdirilmiş mini- EHM kimi baxmaq olar, lakin o, mini – EHM – dən aşağıdakılarla fərqlənir:

Yalnız məntiqi əməlləri yerinə yetirmək imkanının olması ilə;

1. Çıxış və giriş qurğuları ilə geniş təchiz olunması və bununla istehsal şəraitində işləyə bilməsi ilə;
2. Proqramlaşdırmanın sadəliyi – prinsiplə sxemlər və ya məntiqi ifadələr əsasında müxtəlif alqoritmləri realizə etmək imkanı verir.

PK-ların vasitəsi ilə sxemin giriş elementlərinin (idarə düymələri, yol açarları) çıxış elementləri ilə (kontaktlar, elektromaqnit muftalar və s.) əlaqəsi yaranır.

Qurulma prinsipinə görə proqramlaşdırılan kontrollerlər üç əsas qrupa bölünür:

1. *Sərt strukturlu PK-lar – onlar «sərt » proqram avtomatı prinsipi əsasında qurulur və daxilində matris tipli sabit yaddaş qurğusu olur.*
2. *Əməli yaddaş qurğusu olan PK – lar – onların işləmə proqramı hər konkret obyektin işinə uyğun olaraq pultdan və ya proqramatordan tapşırılır.*
3. *İdarəedici EHM əsasında qurulan PK- lar.*

Proqramlaşdırılan kontrollerin tərkibində obyektə əlaqəsi olan iki qrup blok olur.

Birinci qrup – giriş blokları – texnologi parametrləri ölçən verijilərin, hərəkət edən orqanların vəziyyətini qeyd edən yol açarlarının, əl ilə idarə olunan düymələrin, açarların və çevirgəjlərin siqnallarını PK –ların girişinə ötürür.

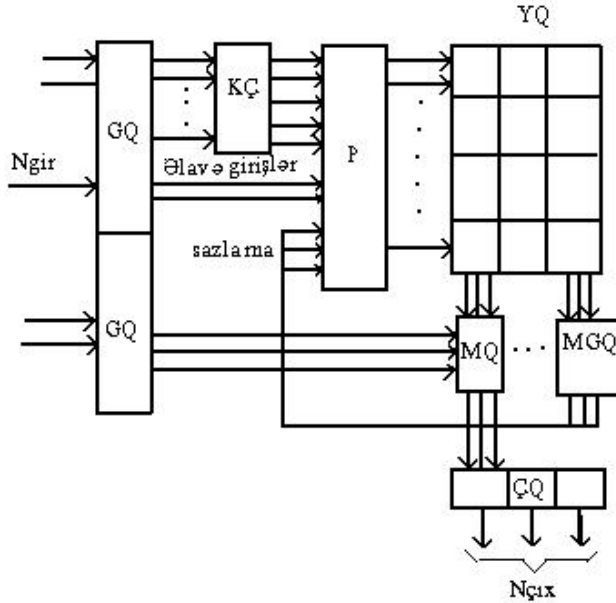
İkinci qrup – çıxış blokları – PK – nın idarəetmə siqnallarını işra orqanlarına ötürür. Əksər hallarda bu siqnallar diskret xarakterli işra orqanlarına, yəni rele və maqnit buraxılışlarının sarğılarına, elektromaqnit muftalara, elektromaqnitlərə və s. verilir.

Beləliklə, proqramlaşdırılan kontroller işra orqanlarını idarə edən rele-kontakt sxemini məntiqi əməlləri yerinə yetirən sxemlə əvəz etməyə imkan verir. PK-in tətbiqi o zaman əlverişli olur ki, onların vasitəsi ilə obyektləri idarə edən çoxlu sayda qurğu olsun.

Hazırda PK-lər bəzi inkişaf etmiş ölkələrdə, o cümlədən, Almaniyada istehsal olunur. Onların mərtəbələrinin sayı 4-24 bit, yaddaşın həjmi 2-8 Ksöz olur. Tipik sərt proqram avtomatı prinsipi əsasında qurulmuş proqramlaşdırılan kontrollerin tərkibində (şəkil 9.1)

diodlu matris şəkilində qurulmuş yaddaş qurğusu (YQ), sayğaj və deşifratorlardan ibarət olan paylayıcı (P), 32 girişli iki ədəd giriş qurğusu (GQ), 16 çıxışlı üç ədəd çıxış qurğusu (ÇQ), kod çevirijisi (KÇ), məntiqi qurğu (MQ) və müddəti gecikdirən qurğu (MGQ) olur.

Yaddaş qurğusunun (matrisin) horizontal şinləri işləmə tsiklinin ayrı-ayrı pillələrinə, vertikal şinləri isə çıxış komandalarına uyğundur. Xüsusi qeyd etmək lazımdır ki, matrisdə horizontal və vertikal şinlərin diodlarla birləşdirilməsi həmin matrisin proqramlaşdırılması zamanı aparılır. Başqa sözlə, sərt proqram konkret bir idarə sxeminin işini əks etdirir. Kontrollerin işləməsi zamanı diodlu matrisin horizontal şinləri paylayıcı vasitəsilə ardıcıl olaraq girişlərə qoşulur. Onlardan hər hansında əmr signalı olduqda, müvafiq vertikal şində də çıxış signalı alınajaq.



Şəkil 9.1

Paylayijının yeni bir pilləyə qoşulması yalnız o zaman baş verir ki, onun girişinə jari əməliyyatın qurtarması haqqında signal verilmiş olsun. Həmin signal yol açarından, idarə pultundan və s. qurğulardan verilə bilər.

Sərt strukturlu PK-lardan fərqli olaraq, əməli yaddaş qurğusu olan proqramlaşdırılan kontrollerlərdə iş proqramı avtomatik və ya yarımavtomatik proqramatorun vasitəsilə yazılır.

Belə PK-nın struktur sxemi aşağıdakı kimidir (şək. 9.2). Onun daxilində mərkəzi prosessor /1/, sabit yaddaş qurğusu /2/, giriş /3/ və çıxış /4/ qurğuları və onları idarə edən impuls generatoru-skanator /5/ olur. PK-nı sazlamaq üçün ona xüsusi xarəji qurğuproqramator /6/ qoşula bilər. Bu qurğunun vasitəsilə proqramlaşdırma və proqramın korreksiyası əməlləri aparılır. Kontrollerin yaddaş qurğusu konkret proqrama uyğun sazlandıqdan sonra işləmə tsikli müddətində həmin proqram dəyişmir.

Ümumi halda giriş qurğusuna siqnallar yol açarlari, idarə düymələri, taxogenerator və başqa verijilərdən ötürülə bilər. Kontrollerin çıxış qurğusu isə dəzgahın (maşın) müxtəlif ijrə orqanlarını: məs.,elektromaqnitləri, mühərrikləri, elektromaqnit muftaları və s. idarə edir.

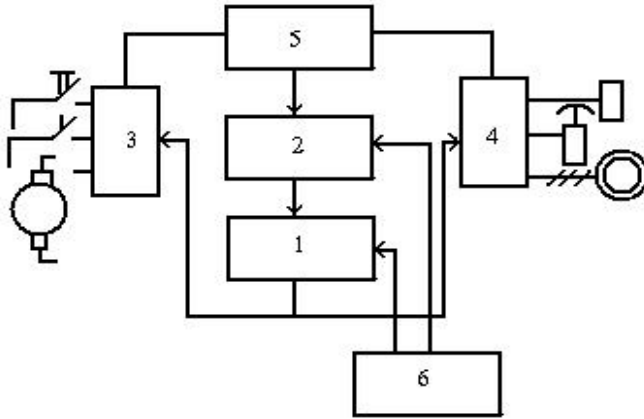
İşləmə zamanı skanator ardijıl olaraq giriş və çıxış dövrələrini prosessorə qoşur. Prosessorda proqrama uyğun olaraq giriş siqnallarını çıxış siqnallarına çevirən məntiqi əməllər aparılır. Skanator apardığı «sorğu» müddətində girişlərin vəziyyəti dəyişərsə, prosessor tapşırılmış proqram əsasında çıxışların vəziyyətlərini də dəyişəjək.

Proqramlaşdırılan kontrollerin iş tsikli üç hissədən ibarətdir:

-kontrollerin giriş elementlərinin skanator tərəfindən yoxlanması («sorğu» recimi);

-yaddaşda yazılmış komandalar əsasında proqramın yerinə yetirilməsi;

-idarəetmə siqnallarının kontrollerin çıxış qurğusuna verilməsi;



Şəkil 9.2.

Kontrollerin maşın tsiklinin müddəti jəmi bir neçə millisaniyə təşkil etdiyinə görə onun qiyməti texnoloci avadanlığın vəziyyətinin dəyişmə müddətindən qat-qat kiçikdir. Bununla əlaqədar olaraq işləmə müddətində kontroller öz çıxış siqnallarını dəfələrlə təkrar edir ki, bu da siqnalların fasiləsiz verilməsi effektini yaradır.

9.1Kontrollerin proqramlaşdırılması

Kontrollerin iş proqramı onun yaddaş qurğusunun proqramlaşdırılması əsasında qurulur.

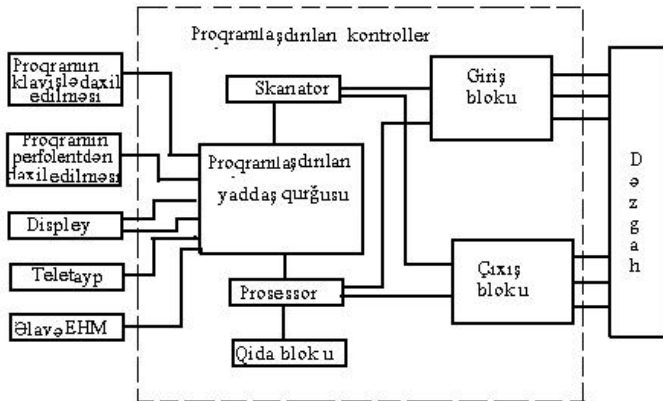
Ümumiyyətlə PK-lar bir sıra proqramlaşdırıcı və indikasiya qurğuları ilə təhiz olunur. Onların yaddaşına işləmə proqramı pultdan (klavişlər vasitəsilə) və ya perfolentdən, həmçinin teletayp vasitəsilə daxil oluna bilər (şək. 9.3).

Proqramlaşdırıcı qurğu daxil olunan proqrama display vasitəsilə nəzarət etmək imkanı verir. Bundan başqa, proqramın istənilən hissəsini operator displayə çağırıb orada hər hansı dəyişiklikləri edə bilər. PK-nın başqa EHM-lər ilə də əlaqəsi ola bilər.

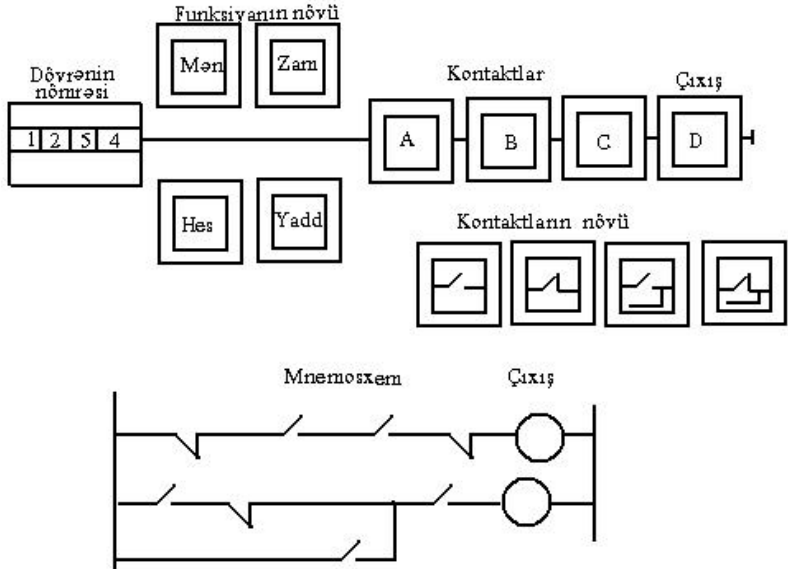
Proqram idarə pultu vasitəsilə tapşırıldıqda, bilavasitə prinsiplə rele sxemindən istifadə etmək olur. Pultun ön panelində

(şək. 9.4) hərəsi rele sxeminin müəyyən simvoluna uyğun olan klavişlər yerləşir. Bu klavişlər sayına uyğun olaraq prinsipial sxemin hər dövrəsində eyni miqdarda (məsələn 4) ardıcıl və ya paralel qoşulmuş kontakt olmalıdır. Buna görə verilmiş sxem əvvəljə proqramlaşdırma üçün hazırlanmalıdır.

Şəkildə göstərilmiş pultda kontaktlar A, B, J və D sahələrində yerləşməlidir. Əgər verilmiş rele-kontakt sxeminin hər hansı dövrəsində kontaktların sayı 4-dən fərqlənirsə, həmin sxemdə müəyyən dəyişikliklər etmək tələb olunur. Kontaktların sayı çatışmayanda, onları şərti olaraq həmin dövrəyə təkrarən qoşurlar, əksinə, kontaktlar çox olanda sxemə aralıq rele daxil olunur.



Şəkil 9.3



Şəkil 9.4

Bundan sonra sxemin bütün elementləri proqramlaşdırma simvolları ilə işarə olunmalıdır. Kontaktlara PK-nın girişlərinin nömrələri, aparatların sarğılarına isə çıxışlarının nömrələri verilir. Klavişli paneldə dövrlərin və kontaktların nömrələrini yığmaq üçün dekada açarları yerləşir. Klavişlər vasitəsilə kontaktların növü və nömrələri, funksiyanın növü (məntiqi, zaman və s.) və çıxışların nömrələri tapşırıılır.

Proqram yaddaş qurğusuna daxil olduğundan sonra proqramlaşdırılan kontroller verilmiş prinsipial rele-kontakt sxeminin funksiyasını yerinə yetirərk.

Misal Şək.9.5 –də verilmiş prinsipial sxemi dördkontaktlı PK-nın işini proqramlaşdırmaq üçün hazırlamalı.

Sxemdən görünür ki, ikinci dövrdə kontaktların sayı 4-dən artıqdır. Buna görə bu hissəni iki dövrəli sxem ilə əvəz edirik (əkil 9.5 b).

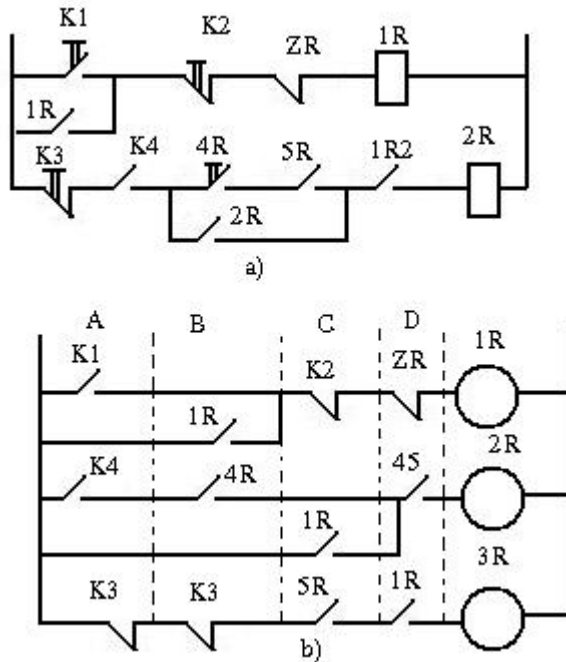
Beləliklə, alınmış dövrlərin üçündə də dörd kontakt ardıcıl qoşulmuş olur.

Bundan sonra kontaktları 1000-dən başlayaraq və çıxışları 1-dən başlayaraq nömrələyirik. Əlavə qoşulmuş aralıq relenin sarğısını ixtiyari bir nömrə ilə işarə edirik (məs. 45).

Proqramlaşdırma üçün hazırlanmış sxem proqram paneli vasitəsilə kontrollerin yaddaşına daxil olunur.

Proqramın tapşırılması məntiqi ifadələr əsasında da aparıla bilər. Elektroavtomatika qurğularının idarəetmə proqramını proqramlaşdırmaq üçün kontaktsiz idarə sxeminin işini təsvir edən alqoritmın məntiqi tənliklərindən istifadə etmək lazımdır. Hər hansı bir qurğunun rele-kontakt sxemi verildikdə, əvvəlcə onun işini məntiqi funksiyalar vasitəsilə təsvir etmək lazımdır.

Məsələn, dəzgahın güj başlılığının verilmiş idarəetmə sxemini nəzərdən keçirək (şək. 9.5 a)



Şəkil 9.5

Sxemin başlanğıj vəziyyətində P1 relesi jərəyan altındadır və özünün 1P1 kontaktı ilə sxemin işə düşməsini hazırlayır. 2KU, 3KU düymələri sıxılanda dövrün başlanmasında komanda verilir-P₂ relesi işə düşür və özünün 3P 2 kontaktı ilə elektromaqniti işə salır.

İşçi veriş başlanır, B1 yol açarı qapanır və P 2 relesinin dövrəsini bloklayır. Eyni zamanda, B 2 açarının kontaktları açılır, P1 dövrəsi açılır.

«İrəli» hərəkət zamanı işçi orqan zolotnik vasitəsilə «geri» hərəkətə keçirilir. Bundan əvvəl, P1 relesinin dövrəsi açılanda, 2KU və 3KU düymələrinin qidalanma dövrəsi də açılır. Buna görə bu düymələrin vəziyyətindən asılı olmayaraq hərəkət davam edir. Dövrün sonunda işçi orqan başlanğıj vəziyyətinə qayıdır, bununla B1 açılır və

B2 bağlanır, nəticədə P 2 releinin və EM elektromaqnitinin dövrələri açılır.

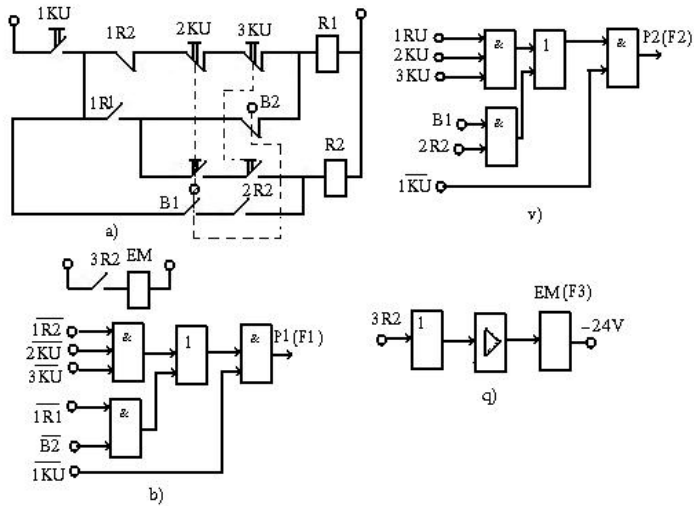
IP 2 kontaktı vasitəsilə sxem yeni tsiklə hazırlanır. Qəza şəraiti yarandıqda sxemi 1KU açarı ilə dövrədən açmaq olar.

Şəkil 9.6 a-da göstərilmiş idarəetmə sxemi yuxarıda verilmiş iş alqoritmini təmin edir. Bu sxemin işləməsini məntiqi ifadələrlə göstərmək olar:

$$\begin{aligned} F(P1) &= \overline{1KY} \wedge [(\overline{1P2} \wedge \overline{2KY} \wedge \overline{3KY}) Y (1P1 \wedge \overline{B2})]; \\ F(P2) &= 1KY \wedge [(1P1 \wedge 2KY \wedge 3KY) Y (B1 \vee 2P2)]; \\ F(EM) &= 3P2 \end{aligned}$$

Həmin tənliklər əsasında qurulmuş məntiqi sxemlər şəkl. 9.6 a,b,q-də verilmişdir. Məntiqi funksiyalar Kario kartları əsasında sadələşdirildəndən sonra, onların köməyi ilə idarəetmə proqramının kodu tərtib oluna bilər.

Həmin proqram PK-nın yaddaşına daxil olunduqdan sonra kontroller yuxarıda verilmiş idarə sxeminin funksiyasını yerinə yetirərkən.



Şəkil 9.6

Son illərdə yaranmış proqramlaşdırılan kontrollerlərin proqramlaşdırılması yüksək səviyyəli dillərdə aparılır.

Nəzərə almaq lazımdır ki, mikroprosessorlar əsasında qurulmuş PK-lar dəzgahlar və avtomatik xətlərin elektroavtomatika sxemlərinin aşağı səviyyəsinə uyğundur.

Bunların daha yüksək səviyyəli qurğuları ədədi proqram idarəetmə sistemləridir.

9.2 LOGO universal məntiqi modulu

LOGO universal məntiqi modulu məlumatların məntiqi emalı ilə sadə avtomatlaşdırma məsələlərini həll etməyə xidmət edir.

LOGO qapı və darvazaların intiqallarının, işıqlanma və ventilyasiya sistemlərinin, nasosların, tənzimləyici orqanların idarə olunmasında tətbiq edilə bilər.

LOGO Basij baza məntiqi modulu 6 giriş və 4 çıxışa malikdir. Modulu proqramlaşdırmaq üçün aşağıdakı funksiyalardan istifadə olunur:

Baza funksiyaları: $V\Theta$, $V\Theta\text{ YA}$, YOX , $V\Theta\text{-}YOX$, $V\Theta\text{ YA-YOX}$, *mustəsna* $V\Theta\text{-YA}$:

Xüsusilaşdırılmış funksiyalar: *qoşulmanın gecikdirilməsi, açılmanın gecikdirilməsi, impulsun formalaşdırılması, zamanın hesablanması, RS-trigger, takt generatoru, reversiv sayğaj və s.*

Bu universal məntiqi modulun aşağıdakı növləri var:

LOGO! Basij

LOGO! Pure

LOGO! Long

LOGO! Bas

LOGO! Pover

Bunlar bir-birindən girişlərin, çıxışların sayına, qidalanma gərginliklərinə görə fərqlənirlər.



Şəkil 9.7

Üçfazlı dəyişən jərəyan dövrələrini idarə etmək üçün universal məntiqi modullarla birlikdə səssiz LOGO! Jontajt kommutasiya modulundan istifadə olunur. Belə modullar 20A-ə qədər aktiv yükü 400V gərginlikli üçfazlı dəyişən jərəyan dövrələrini, 4kVt-a qədər güjülü qısa qapalı asinxron mühərriklərini kommutasiya etmək qabiliyyətinə malikdir.

Modulların işarələnməsi onların konstruktiv xüsusiyyətləri haqqında informasiya daşıyır:

12: =12V qida gərginlikli modul

24: =24V qida gərginlikli modul

230: =115/230V qida gərginlikli modul

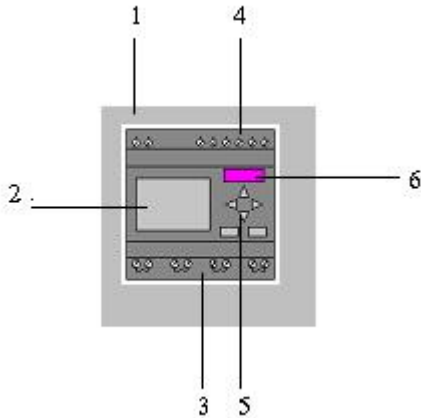
R: rele çıxışlı modul

J: saata qurulmuş modul

L: 12 giriş və 8 çıxışlı genişləndirilmiş funksiyalar yığımlı, uzun ijrəli modul.

B11: AS interfeysin aparıcı qurğusu kimi işləmək qabiliyyətli modul.

Aşağıdakı şəkildə göstərilmiş modulun işarələrinin təyinatı belədir:



Şəkil 9.8

1-qida mənbəyini qoşmaq üçün kontaktlar. Modifikasiyasından asılı olaraq bu kontaktlara =12V, =24V, =150V və ya =230V qoşula bilər.

2-Maye kristallik display. Bu proqramın daxil edilməsinə və parametrlərə nəzarət etməyə imkan verir. İşlədiyi müddətdə giriş və çıxışların vəziyyəti haqqında məlumat görünür, burada, həmçinin, tarixi, günü və jəri zamanı görmək olar.

3-Diskret çıxışlar. Bu kontaktlarla idrə olunan yüklər dövrəyə qoşudur.

4- Diskret girişlər. Bu kontaktlar vasitəsilə bilavasitə verijələr , düymələr, çevirijlər və s. qoşulur.

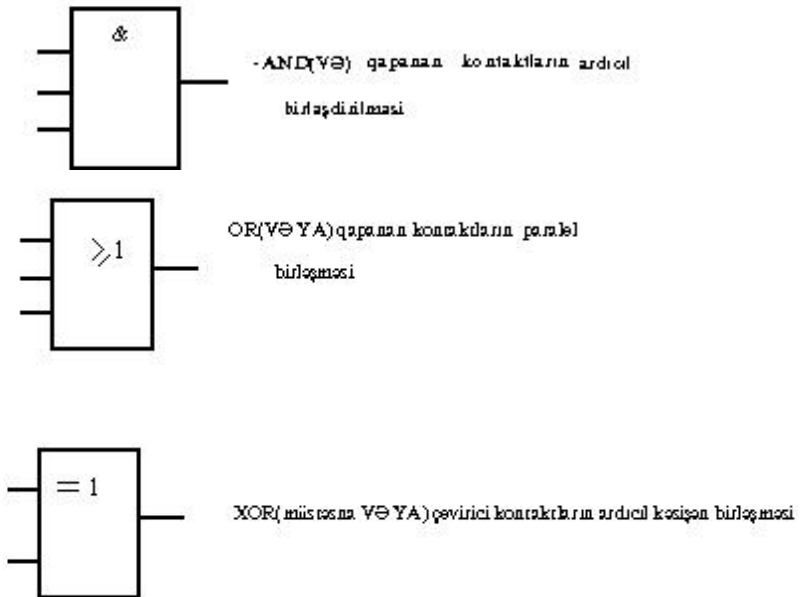
5-Operator klaviaturası. 6 klaviş vasitəsilə lazımi proqram yığılır və parametrlərin qiymətləri daxil edilir. Klavişlər modulda olan funksional blokların köməyi ilə tez və sadə proqramların tərtib edilməsinə imkan verir.

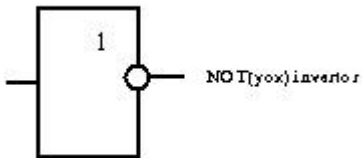
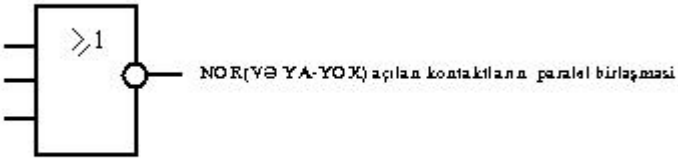
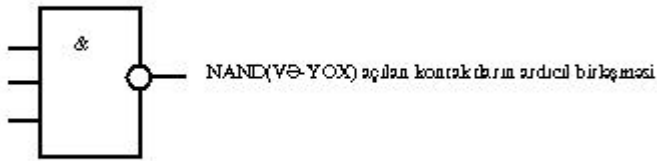
6-Modulun EEPROM yaddaşı və ya ENM-lə birləşdirilməsi interfeşi.

EEPROM modulu modulun məntiqi proqramını köçürmək və çoxsaylı istifadəyə imkan verir.

LOGO! Soft proqram təminatı proqramlaşdırma prosesini xeyli sadələşdirir.

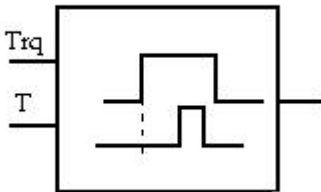
Əsas məntiqi funksiyalar:



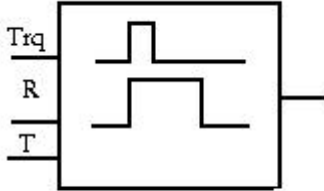


9.2.1 Xüsusi qurulmuş funksiyalar

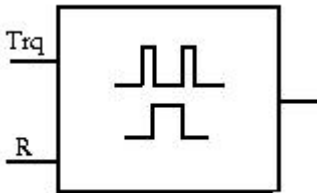
Qoşulmanın gecikdirilməsi. Bu Trq idarəediji signal verildikdən sonra çıxış dövrəsinin müəyyən tapşırılmış zamandan sonra qoşulmasını təmin edir.



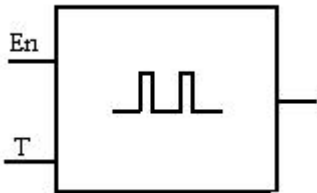
Açılmanın gecikdirilməsi. Bu Trq idarəediji signal verildikdən sonra çıxış dövrəsini qoşur və onu tapşırılmış T müddətdən sonra açır. R girişi T zaman gecikməsi qurtarmamış çıxış signalını sıfıra çevirməyə imkan verir.



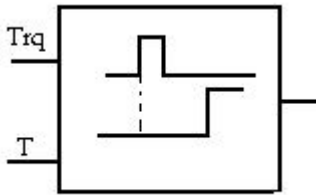
-impuls releşi. Bunlar takt impulsların tezliyinin yarıya bölünməsinə təmin edir.



-impuls generatoru. İmpulsun davamətmə müddəti T parametri ilə təyin edilir.

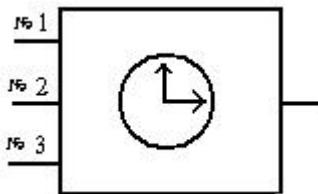


-yaddaşla qoşulmanın gecikdirilməsi. Bunlar idarəediji impuls verildikdən müəyyən müddət keçdikdən sonra çıxış dövrəsini qoşur.

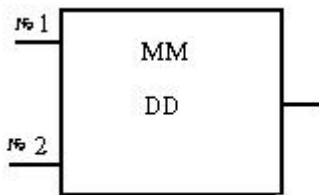


9.2.2 Əlavə daxil edilmiş xüsusi funksiyalar.

Saatlar. Bunlar program üsulu ilə çıxış dövrəsinin qoşulması və açılmasını təyin etməyə imkan verir. 3 vəziyyət həftənin günlərini, qoşulmanın və açılmanın müddətini təyin etməyə imkan verir.



Təqvim. Bunlar çıxış dövrəsinin qoşulması və açılması tarixini və zamanını təyin etməyə imkan verir



9.3 STEP - 7

STEP-7 - SIMATIC proqramlaşdırılan məntiqi kontrolləri konfigurasiya və proqramlaşdırmaq üçün istifadə edilən standart proqram təminatı paketidir. O, SIMATIC-in sənaye proqram təminatının bir hissəsini təşkil edir. STEP-7 standart paketinin aşağıdakı versiyaları vardır:
SIMATIC S7-200 üçün

-STEP-7 Micro/DOC və STEP-7 Micro/Win

- SIMATIC S7-300 və SIMATIC C7-620 üçün

STEP-7 Mini .

-SIMATIC S7-300/57-400, SIMATIC M7-300/M7-400 və SIMATIC C7-620 üçün STEP-7.

STEP-7 ilə avtomatlaşdırmanın həlli zamanı bir sıra mühüm məsələlər meydana çıxır.

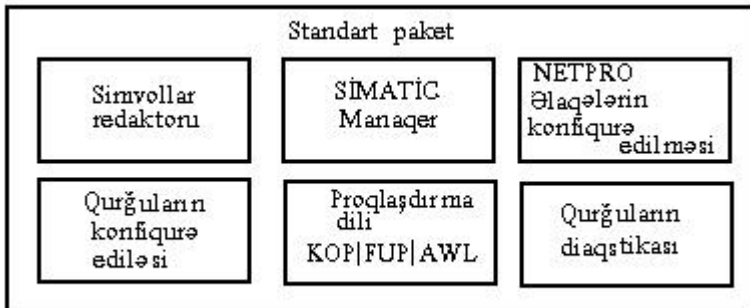
STEP-7-də proqramlaşdırma EN61131-3 və ya IEC1131-3 standartının tələblərinə uyğun tərtib edilmişdir.

Standart paket Windows 95/98/NT əməliyyat sistemində işləyir və Windows əməliyyat sisteminin qrafiki və obyekt- yönümlü işləmə fəlsəfəsinə uyğundur.

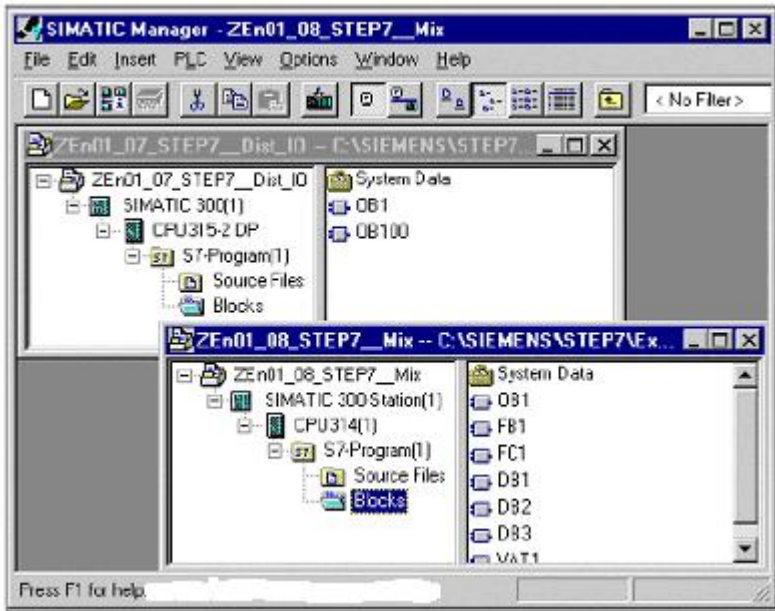
STEP-7 standart proqram təminatı istənilən səviyyədə avtomatlaşdırma məsələsini həll etməyə imkan verir:

- layihənin yaradılması və idarə olunması
- qurğunun və əlaqələrin parametrlərinin konfigurə edilməsi və təyinatı
- simvolların idarə edilməsi
- proqramın yaradılması; məs; S 7 proqramlaşdırılan kontroller üçün
- proqramlaşdırılan kontrollerlərə proqramın yüklənməsi
- avtomatlaşdırma sisteminin test edilməsi
- qurğunun nasazlığının diaqnostikası

STEP-7 standart proqram paketinin daxilində bir sıra aləm vasitələri vardır. (şəkil 9.9)



Şəkil 9.9



Şəkil 9.10

İşləmə prosesində ayrıca alətlər vasitəsinə açmaq lazım deyil, onlar uyğun funksiyaları seçdikdə və ya obyekt açıldıqda avtomatik olaraq işə buraxılır.

SIMATIC Manager onların hansı program idarəetmə sistemi (S7/M7/C7) üçün layihələndirilməsindən asılı olmayaraq avtomatlaşdırmanın layihələndirməsi üçün bütün verilənləri idarə edə bilər.

Seçilmiş verilənlərin redaktə edilməsi üçün lazım olan alət vasitələri SIMATIC Manager vasitəsilə avtomatik işə buraxılır.

9.4 Programlaşdırma dilləri

Kontakt plan, operatorlar siyahısı və funksionalplan S7-300 və S7-400 üçün standart paketin əsasını təşkil edir. Bu proqramların birindən digərlərinə asanlıqla keçmək olar.

9.4.1 Kontakt plan.

KOP- kontakt planın qısaldılmış işarəsidir.

LAD- onun beynəlxalq qısaldılmış (ingiliscə-Ladder Logic) yazılışdır. KOP qrafiki proqramlaşdırma dilidir. Əmrlərin sintaksisi kommutasiya müşahidəsinə imkan verir.

Bu proqramlaşdırma dilində tam proqram yaratmaq üçün lazım olan bütün elementlər vardır. O, baza əmrlərinin tam yığımını özündə birləşdirir və böyük ünvanlar diapazonuna malikdir. Funksiyalar və funksional bloklar proqramı KOP dilində əyani strukturlaşdırmağa imkan verir.

KOP proqram paketi STEP-7 standart proqram təminatının tərkib hissəsidir. Bu o deməkdir ki, STEP-7 proqram təminatını yerləşdirdikdən sonra bütün redaktə etmə funksiyalarından və testetmədən istifadə etmək olar.


KOP-dan istifadə etməklə inkrement redaktoda yeni tətbiqi proqram yaratmaq olar.

9.4.2 Element və bloklar

KOP əmrləri seqmetlərdə qrafiki birləşdirilmiş element və bloklardan ibarətdir.


STEP-7-də kontakt plan üçün ayrıca elementlər şəklində elə əmrlər vardır ki, onlar üçün nə ünvanlar, nə də parametrlər lazım deyil. (Jədvəl 9.1)

Jədvəl 9.1

<i>Ünvanızsız və parametrsiz element kimi kontakt planın əmri</i>	
<i>Element</i>	<i>Adı</i>
<p>NOT</p> 	<p><i>Məntiqi əməliyyatın (enerci axınının) nəticəsinin inkarı</i></p>

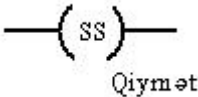
STEP-7-də kontakt planın bəzi əmrləri ünvanı daxil edilməsi lazım olan ayrışa elementlər kimi verilir. (Jədvəl 9.2)

(Jədvəl 9.2)

<i>Ünvanlı element kimi kontakt planın əmri</i>	
<i>Element</i>	<i>Adı</i>
<p>" Ünvan "</p> 	<p><i>Normal açıq kontakt</i></p>

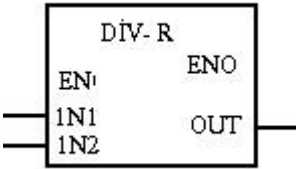
STEP-7-də kontakt plan üçün ayrışa elementlər kimi elə əmrlər vardır ki, bunlar üçün ünvan və qiymət (məs; zaman və hesablama qiyməti) daxil etmək lazımdır (Jədvəl 9.3)

Jədvəl 9.3

<i>Elemet</i>	<i>Adı</i>
<p>" Ünvən "</p> 	<i>Taymerli dolaq</i>

STEP-7-də kontakt planının bəzi əməlləri vardır ki, onlar giriş və çıxış xətti bloklar şəkilində verilir. Girişlər blokun sol tərəfində, çıxışlar isə sağ tərəfində yerləşir. Burada giriş parametrləri doldurulur. Çıxış parametrləri üçün çıxış informasiyanın yeri göstərilir. (Jədvəl 9.4)

Jədvəl 9.4

<i>Blok</i>	<i>Adı</i>
	<i>Həqiqi ədədin bölünməsi</i>

9.5 Bul məntiqi və həqiqilik jədvəli

KOP proqramı qidalandırıcı mənbədən enerji axınının giriş, çıxış, digər elementlər və bloklardan neçə keçdiyini əyani olaraq göstərir. Kontakt planının çox elementləri Bul məntiqinin prinsiplərinə uyğun olaraq işləyir.

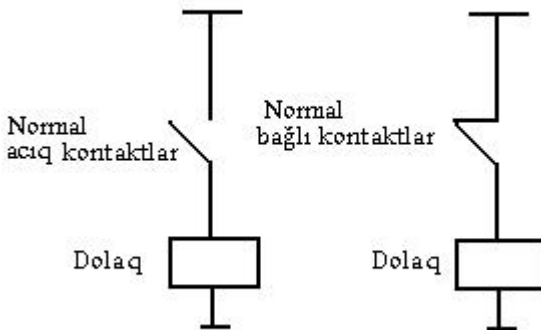
Hər məntiqi əməliyyat elektrik kontaktının 0 və ya 1 vəziyyətinə uyğun gəlir və buna uyğun nətiyə alınır. Sonra əməliyyat bu nətiyəni ya saxlayır, ya da sonrakı əməliyyatı üçün verir. Məntiqi əməliyyatın nətiyəsi RLO (SIMATIC-VKE) adlanır.

Bul məntiqinin prinsipi qapanan və açılan kontaktların köməyi ilə nümayiş etdirilir.

9.5.1 Normal açıq (qapanan) kontakt.

Aşağıdakı şəkildə bir kontaktlı rele-kontakt sxemi göstərilmişdir. Normal halda kontakt açıqdır. Əgər kontakt aktiv deyilsə, o açıq halda qalır. Açıq kontaktın siqnal halı (vəziyyəti) 0-dır (aktiv deyil). Əgər kontakt açıq qalarsa, qida mənbəyindən gələn enerji dövrünün axırında dolağı həyəjanlandırma bilməz. Əgər kontakt aktivləşərsə (kontaktın siqnal halı 1 olur), onda jərəyan dolaqdan keçər.

Solda göstərilmiş şəkildəki dövrə relenin normal açıq kontaktını göstərir. Aşağıdakı şəkildə kontaktın aktiv halda olduğunu göstərir.

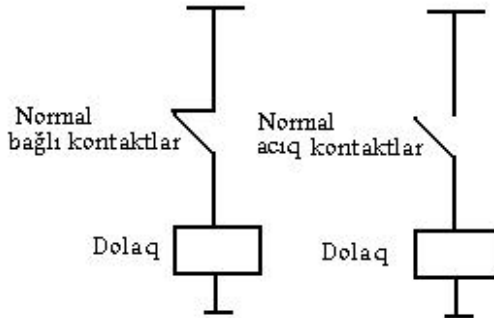


Şəkil 9.11

Əgər jərəyan axarsa onda nətiyə əmri 1, əks halda isə 0 olur.

9.5.2 Normal bağlı (açılan) kontakt

Aşağıdakı şəkildə bir kontaktlı rele-kontakt sxemi göstərilmişdir. Normal halda bu kontakt bağlıdır. Əgər kontakt aktiv deyilsə, onda kontakt qapalı halda qalır, qapalı kontaktın signal halı 0-a bərabər olur. Kontaktın aktivləşməsi (signal halı 1 olur) kontaktı açır və dolaqdan jərəyanın axmasını kəsir.



Şəkil 9.12

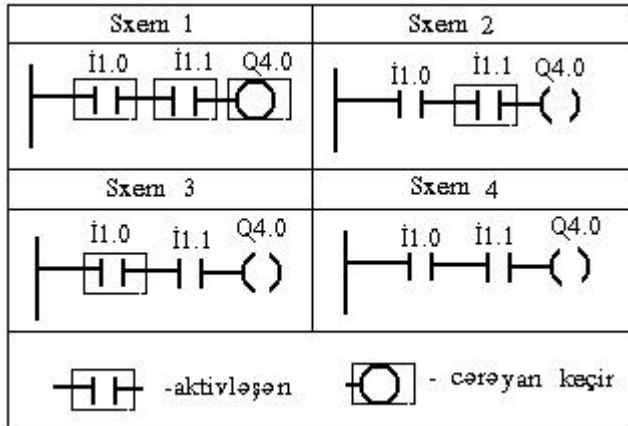
9.6 Ardıjıl birləşmiş kontaktların proqramlaşdırılması.

Şəkil 9.13 -də dolaqla ardıjıl birləşmiş iki normal açıq kontaktdan ibarət olan KOP-ın məntiqi əməliyyat dövrəsi göstərilmişdir. Kontaktlar "I" simvolu ilə göstərilmişdir ki, bu girişi, dolaq isə "Q" simvolu ilə göstərilmişdir ki, bu da çıxışı ifadə edir. Normal açıq kontaktın aktivləşməsi kontaktı qapayır. Əgər hər iki kontakt məntiqi dövrdə aktivləşərsə, yəni qapanarsa, onda qida mənbəyindən jərəyan axaraq dövrənin axırına qoşulmuş dolağı həyəjanlandırır, başqa sözlə desək, əgər hər iki

I 1.0 və I 1.1 kontaktları aktivləşərsə, onda dolaqdan jərəyan axar.

Sxem 1-də hər iki kontakt aktivləşmişdir. Normal açıq kontaktın aktivləşməsi kontaktları qapayır. Jərəyan qida mənbəyindən hər iki qapalı kontakt vasitəsilə keçərək, dövrənin sonunda dolağı həyəjanlandırır.

Sxem 2 və 3-də iki kontaktdan biri qeyri aktivdir, buna görə də jərəyan dolaqdan keçə bilmir və o həyəjanlanmur.



Sxem 4-də kontaktlardan heç biri aktivləşməmişdir, hər iki kontakt açıq vəziyyətdə qalır. Buna görə də jərəyan dolaqdan keçə bilmir və o həyəjanlanmur. Yuxarıdakı şəkildə verilmiş relenin dolağı ilə ardıcıl qoşulmuş iki normal açıq kontaktdan istifadə edilməklə kontakt plan şəklində proqramlaşdırma göstərilmişdir.

Məntiqi dövrdə birinci əmr normal açıq kontaktın signal halı ilə müəyyən edilir (I 1.0 girişi) və onun vəziyyəti 1 və 0 ilə nəticələnir. 1 nəticəsi onu ifadə edir ki, kontakt qapalıdır və jərəyan bu kontaktdan keçə bilər; 0 nəticəsi onu ifadə edir ki, kontakt açıqdır və jərəyan keçməsi kəsilir. Normal açıq kontaktın birinci əmri 1 və 0 halında proqramlaşdırılan məntiqi kontrollerin bit yaddaşına köçürülür. Bu bit "məntiqi əməliyyatın nəticəsi" (RLO) biti adlanır.

İkinci əmrlə məntiqi dövrdəki 2-ji ardıcıl qoşulmuş (I 1.1) normal açıq kontaktın signal halı müəyyən edilir və buna uyğun nəticə verilir. Kontaktın qapalı və açıq olmasından asılı olaraq nəticə 1 və 0 ola bilər. Bu anda normal açıq kontaktın ikinci əmri Bu məntiqi əlaqələndirməni yerinə yetirir. İkinci kontaktın signal halının sorğusundan alınan məlumata əsasən əmr nəticəni götürür və bu nəticəni RLO bitində saxlanılan qiymətlə məntiqi əlaqələndirir (birləşdirir).

Bu birləşmənin nəticəsi (1 və ya 0) RLO-un bitində saxlanılır və saxlanılan köhnə qiymətlə əvəz edilir. Çıxış dolağı əmri dolağın (çıxış Q 4.0) bu yeni qiymətini mənimsəyir.

Bu məntiqi əlaqələndirmənin mümkün nəticələri həqiqilik jədvəli şəklində göstərilə bilər. Bu zaman 1 "həqiqət", 0 isə "yalan" halı ifadə edir.

Mümkün məntiqi əlaqələndirmə və onların nəticələri aşağıdakı jədvəldə ümumiləşdirilmişdir. Bu zaman "kontakt bağlıdır" və "jəريان axa bilər" sözləri "həqiqət", "kontakt açıqdır" və "jəريان axa bilmir" sözləri "yalan" mülahizəsinə uyğundur.

Kontaktların ardıcıl birləşdirilməsi məntiqi VƏ əməliyyatına uyğundur.

<i>I 1.0 kontaktının signal halının nəticələri</i>	<i>I 1.1 kontaktının signal halının nəticələri</i>	<i>Məntiqi əməliyyatın nəticələri</i>
<i>1 (kontakt bağlıdır)</i>	<i>1 (kontakt bağlıdır)</i>	<i>1 (jəريان axa bilər)</i>
<i>0 (kontakt açıqdır)</i>	<i>1 (kontakt bağlıdır)</i>	<i>0 (jəريان axa bilməz)</i>
<i>1 (kontakt bağlıdır)</i>	<i>0 (kontakt açıqdır)</i>	<i>0 (jəريان axa bilməz)</i>
<i>0 (kontakt açıqdır)</i>	<i>0 (kontakt açıqdır)</i>	<i>0 (jəريان axa bilməz)</i>

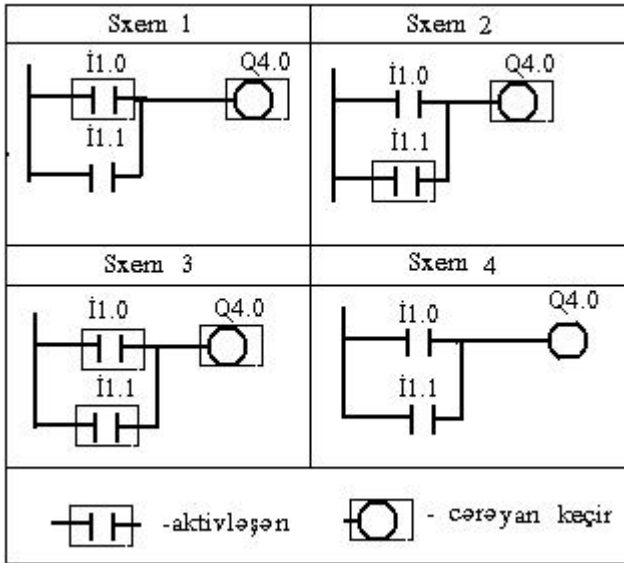
9.6.1 Paralel birləşmiş kontaktların birləşməsi

Aşağıdakı şəkildə dolağa paralel birləşmiş iki normal açıq kontaktın məntiqi əməliyyatının KOP-nun dövrəsi göstərilmişdir. Kontaktlar I simvolu ilə göstərilmişdir ki, bu girişə, dolaq isə "Q" ilə göstərilmişdir ki, bu da çıxışa uyğundur. Normal açıq kontaktın aktivləşməsi kontaktı bağlayır. Əgər məntiqi dövrədə kontaktlardan biri- ya I 1.1, ya da I 1.0 aktivləşərsə, yəni bağlanarsa, onda dolaqdan jəريان axar və dolaq həyəcanlanır.

(Q 4.0). Əgər məntiqi dövrədə hər iki kontakt aktivləşərsə, yenə də dolaq aktivləşər.

1 və 2 sxemlərində bir kontakt aktivdir, o biri isə aktiv deyildir. Normal açıq kontaktın aktivləşməsi kontaktı bağlayır. Bu

zaman jərəyan bağlı kontakt vasitəsilə mənbədən axır və dolağı həyəjanlandırır. Kontaktlar paralel birləşdiyindən dövrənin sonunda



dolağın həyəjanlanması üçün kontaktlardan yalnız birinin bağlı olması kifayətdir.

Sxem 3-də hər iki kontakt aktivləşmişdir, bu halda da jərəyan hər iki kontaktdan keçərək həyəjanlandırır.

Sxem 4-də heç bir kontakt aktivləşməmişdir, hər iki kontakt açıqdır. Bu halda dolaqdan jərəyan keçə bilmir və o həyəjanlanmır.

Yuxarıdakı şəkildə göstərilmiş relenin dolağına paralel qoşulmuş iki normal açıq kontaktdan ibarət olan dövrəni kontakt planında proqramlaşdırmaq olar.

Məntiqi dövrədə birinci əmrdə normal açıq kontaktın signal halı soruşulur (I 1.0 girişi) və buna uyğun nətiyə verir. Bu nətiyə 1 və ya 0 ola bilər. 1 nətiyəsi onu göstərir ki, kontakt bağlıdır və jərəyan kontaktdan axa bilər; 0 nətiyəsi isə onu göstərir ki, kontakt açıqdır, jərəyanın kontakt vasitəsilə axması kəsilir. Normal açıq kontaktın birinci əmri bu 1 və 0-ı proqramlaşdırılan məntiqi kontrollerin bit yaddaşına köçürür. Bu bit "məntiqi əməliyyatın nətiyəsi" (RLO) biti adlanır.

Normal açıq kontaktın ikinci əmri məntiqi dövrədə ikinci kontaktın (I 1.1) signal halını sorğu edir və buna uyğun nətiyə verir. Bu nətiyələr kontaktların bağlı və açıq olmasından asılı olaraq 1 və ya 0 ola bilər. Bu anda Normal açıq kontakt əmri məntiqi Bul əlaqələndirməni yerinə yetirir.

İkinci kontaktın signal hal sorğusundan alınan nətiyəni əmr qəbul edir və RLO-un bitində saxlanılan nətiyənin qiyməti ilə məntiqi əlaqələndirir. Bu əlaqələndirmənin nətiyəsi (1 və ya 0) RLO-un bitində söz halında saxlanılır və oradakı köhnə qiyməti əvəz edir. Çıxış dolağı əmri dolağın bu yeni qiymətini (Q 4.0) mənimsəyir.

Bu məntiqi əlaqələndirmənin mümkün olan nətiyələri həqiqilik jədvəli şəklində göstərilə bilər.

<i>I 1.0 kontaktının signal halı</i>	<i>I 1.1 kontaktının signal halı</i>	<i>Məntiqi əməliyyatların nətiyələri</i>
<i>1(kontakt bağlıdır)</i>	<i>0(kontakt açıqdır)</i>	<i>1(jəryan axa bilər)</i>
<i>0 (kontakt açıqdır)</i>	<i>1(kontakt bağlıdır)</i>	<i>1(jəryan axa bilər)</i>
<i>1(kontakt bağlıdır)</i>	<i>1(kontakt bağlıdır)</i>	<i>1(jəryan axa bilər)</i>
<i>0(kontakt açıqdır)</i>	<i>0(kontakt açıqdır)</i>	<i>0(jəryan axa bilməz)</i>

Kontaktların paralel birləşməsi məntiqi VƏ YA əməliyyatına uyğundur.

9.7 Funksional plan

FUP - funksional plan üçün qısaldılmış işarədir. FUP- Bul jəbrindən məlum olan məntiqi bloklarda məntiqi əməliyyatların qrafiki proqramlaşdırma dilində təsviri üçün istifadə olunur. Mürəkkəb funksiyalar (məs; riyazi funksiyalar) da vilavasitə məntiqi blokların birləşməsi şəklində verilə bilər.

FUP proqramlaşdırma dili lazım olan tam proqram yaratmaq üçün bütün elementlərə aid edilə bilər. O, özündə müxtəlif əsas əmrləri

və onların ünvanlaşdırma xüsusiyyətlərini birləşdirən geniş əmərlər toplusunun birləşdirir.

Funksiyalar və funksional bloklar FUP dilində proqramı əyani strukturlaşdırmağa imkan verir.

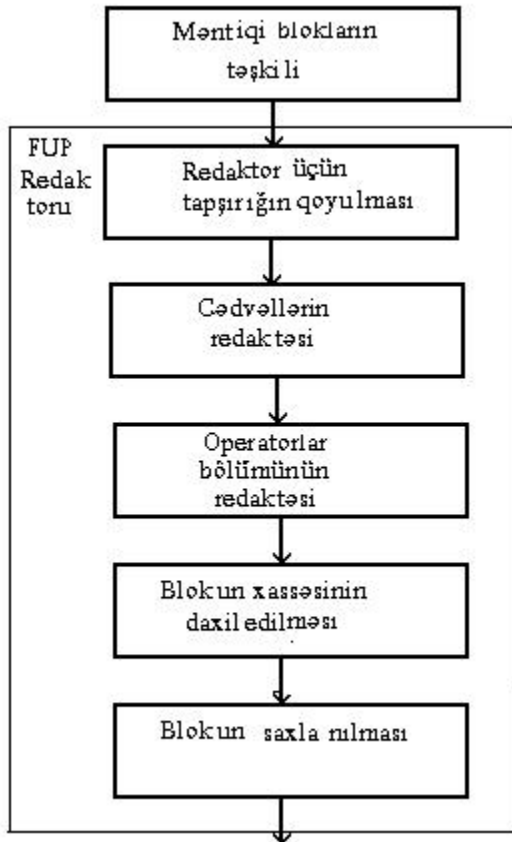
FUP proqram paketi STEP-7-nin baza proqram təminatının tərkib hissəsini təşkil edir.

9.7.1 Məntiqi blokların təşkili

Məntiqi bloklar (OB, FB, FS) dəyişənlərin təsviri və operatorlar (kodlar) bölümündən ibarətdir. Onlara həmçinin müəyyən xüsusiyyətlər mənsubdur. Proqramlaşdırma zamanı aşağıdakı üç bölmə redaktə edilməlidir.

- *dəyişənlərin təsviri jədvəli: dəyişənlərin təsviri jədvəlində parametrlər, parametrlər üçün sistem atributları və blokların lokal dəyişənləri təsvir edilir.*
- *Operatorlar bölümü: operatorlar bölümündə proqramlaşdırılan kontroller vasitəsilə işlə olunaacaq blokun kodu proqramlaşdırılır. Kod FUP-un elementlərini təşkil edən bir və ya bir neçə segmentlərdən ibarətdir.*
- *blokların xassələri: bu bloka əlavə informasiyalar, məs; zaman və yol işarəsi sistem tərəfindən daxil edilir. Bundan başqa lazım olan digər əlavə verilənlər də daxil edilə bilər. Bu bölmələrin redaktə edilməsi üçün ardıcılığın əhəmiyyəti yoxdur, burada dəyişikliklər və əlavələr edilə bilər.*

Əgər simvollar jədvəldən simvollarla mürəjət edilərsə, onda simvolların təsviri tam təmin edilməlidir, əgər lazımdırsa, olmayan informasiyalar əlavə edilməlidir.



Şəkil 9.13

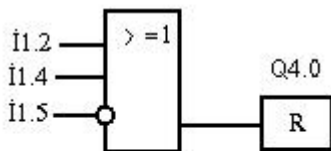
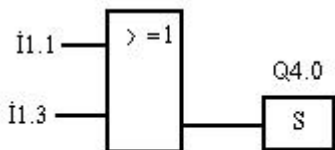
Nəqlədiji lentin idarə edilməsi üçün FUP-un qurulmasına baxaq. (şəkil 9.14)

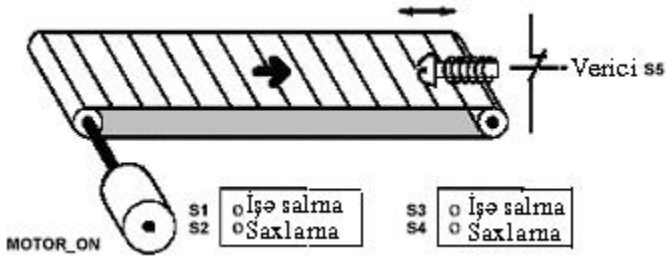
Nəqlədiji lent elektrik mühərriki ilə hərəkətə gətirilir. Nəqlədiji lentin əvvəlində (başlanğıcında) iki düymə vardır: S1 işə salma və S2 dayandırma. Nəqlədiji lentin sonunda da iki düymə vardır: S3 işə salma və S4 dayandırma. Nəqlədiji lent həm əvvəldən , həm də sonndan işə salına və dayandırıla bilər. S5 verijisi lentin üzərindəki məlumat sona çatdıqda onu dayandırır.

Simvollarıdan istifadə edərək nəqlədiji lentin idarə edilməsini proqramlaşdırmaq olar. Əgər bu metodu seçiriksə, onda

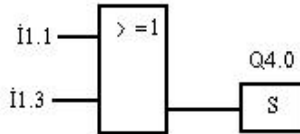
seçilmiş simvollar və həqiqi ünvanlar arasında əlaqə yaradan simvollar jədvəli yaratmaq tələb olunur.

<i>Sistemin komponentləri</i>	<i>Həqiqi ünvanlar</i>	<i>Simvollar</i>	<i>Simvollar Jədvəli</i>
<i>"İşə salma" düyməsi</i>	<i>I1.1</i>	<i>S1</i>	<i>I1.1 S1</i>
<i>"Dayandırma" düyməsi</i>	<i>I1.2</i>	<i>S2</i>	<i>I1.2 S2</i>
<i>"İşə salma" düyməsi</i>	<i>I1.3</i>	<i>S3</i>	<i>I1.3 S3</i>
<i>"Dayandırma" düyməsi</i>	<i>I1.4</i>	<i>S4</i>	<i>I1.4 S4</i>
<i>Veriji</i>	<i>I1.5</i>	<i>S5</i>	<i>I1.5 S5</i>
<i>Mühərrik</i>	<i>Q4.0</i>	<i>MOTOR-ON</i>	<i>Q4.0 MOTOR-ON</i>

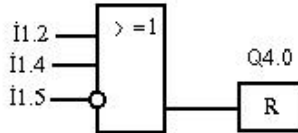




Seqment 1: İstənilən "İşə salma" düyməsinin basılması müərriki qoşur.



Seqment 2: İstənilən "Dayandırma" düyməsinin basılması və ya vericinin işə düşməsi müərriki dayandırır.



Şəkil 9.14

9.7.2 Nəqlədiji lentin hərəkət istiqamətinin təyini

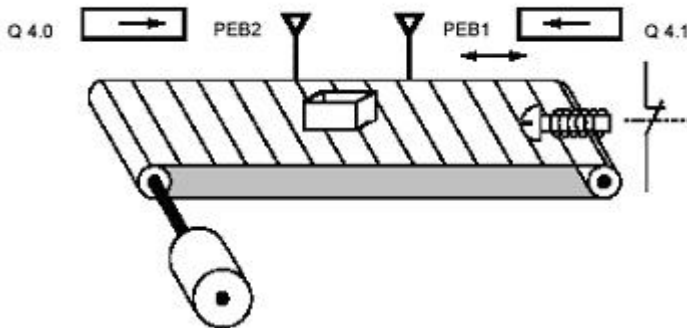
Şəkil 9.15 -də iki fotoelektrik veriji ilə (PEB1 və PEB2) təjhiz edilmiş nəqlədiji lentin üzərində qoşulmuş məmulatın hərəkət istiqamətinin təyin edilməsinə baxaq.

Bunun üçün nəqlədiji lentin hərəkət istiqamətini təyin edən proqram yazmaq lazımdır. Əgər bu metod seçilsə onda simvollar və həqiqi ünvanlar arasında əlaqə yaradan simvollar jədvəli yazmaq tələb olunur. Bu jədvəldə simvollar təyin edilir.

Jədvəl

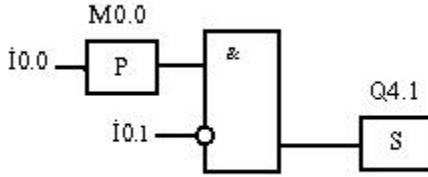
<i>Sistemin komponentləri</i>	<i>Həqiqi ünvanlar</i>	<i>Simvollar</i>	<i>Simvollar Jədvəli</i>
<i>Fotoelektrik veriji 1</i>	<i>I 0.0</i>	<i>PEB 1</i>	<i>I 0.0 PEB 1</i>
<i>Fotoelektrik veriji 2</i>	<i>I 0.1</i>	<i>PEB 2</i>	<i>I 0.1 PEB 2</i>
<i>Sağ hərəkət indikatoru</i>	<i>Q4.0</i>	<i>Sağ</i>	<i>Q4.0 Sağ</i>
<i>Sol hərəkət indikatoru</i>	<i>Q4.1</i>	<i>Sol</i>	<i>Q4.1 Sol</i>
<i>Takt merkeri 1</i>	<i>M0.0</i>	<i>PM1</i>	<i>M0.0 PM1</i>
<i>Takt merkeri 2</i>	<i>M0.1</i>	<i>PM2</i>	<i>M0.1 PM2</i>

Sonra istiqaməti təyin etmək üçün həqiqi proqramlaşdırmanın elementləri seçilir.

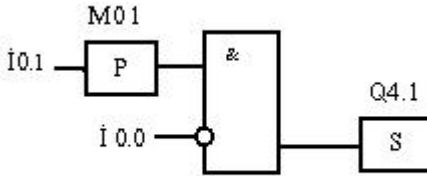


Şəkil 9.15

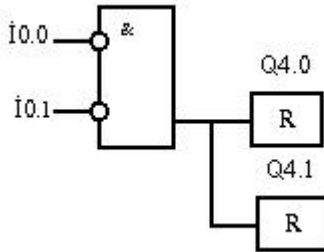
Segment 1: Əgər I 0.0 girişindən signal 0-dan 1-ə dəyişərsə və bu zaman I 0.1 girişində signal hələ 0 olarsa, onda nəqlədiji lentdə məmulat sola hərəkət edir.



Segment 2: Əgər I 0.1 girişində signal 0-dan 1-ə dəyişərsə, və bu zaman I 0.0 girişində signal hal 0 olarsa, onda nəqlediji lentdə məmumat sağa hərəkət edir.



Segment 3: Əgər hər hansı fotoverijilərdən biri kəsilsə, deməli, məmumat verijilər arasında yerləşir.



9.8 Operatorlar siyahısı

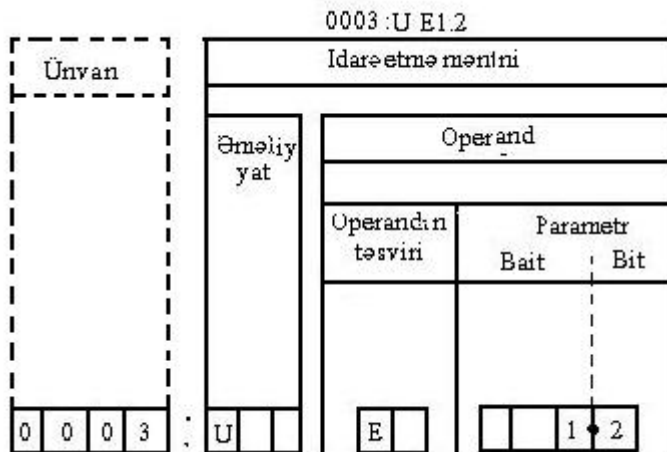
Operatorlar siyahısı (ingilisə, Statement List, STL, almanja Anweisungsliste, AWL) mətn proqramlaşdırma dili olub, məntiqi blokların operator hissəsini yaratmaq üçün istifadə edilir. Onun operatorunun sintaksisi assembler dilinə oxşayır və ünvanları

(operandları) lazım olan əməllərdən ibarətdir. Qısaca olaraq bundan sonra operatorlar siyahısını AWL kimi işarə edəcəyik.

S 7 kontrollerini proqramlaşdırmaq üçün proqramlaşdırma dillərindən AWL S7-nin MJ7 prosessorunun maşın koduna daha yaxındır. Bu isə o deməkdir ki, S7 kontrollerini AWL-dən istifadə etməklə proqramlaşdırdıqda işlə müddətini və yaddaşdan istifadəni optimallaşdırmaq olar.

AWL proqramlaşdırma dili proqram yazmaq üçün lazım olan bütün elementlərə malikdir. O, geniş əməllər yığımından təşkil olunmuşdur. Burada 130-dan çox müxtəlif əsas əməllər, həmçinin geniş ünvanlar yığımı vardır.

AWL program paketi STEP 7 standart program təminatının əsas tərkib hissəsidir. Bu o deməkdir ki, STEP 7 program təminatını qoyduqdan sonra bütün funksiyaları redaktə etmək, kompilyasiya və test etmək olar.



AWL - proqramlaşdırma zamanı aşağıdakı işəmədədən istifadə olunur.

E -giriş

A -ÇIXIŞ

***M*-merker**

D -verilənlər

***T* -zaman**

Z -sayğaj

K -sabit

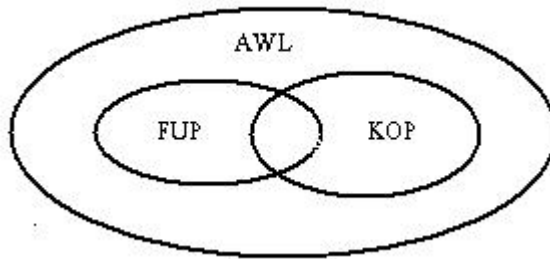
U -Və

N -yox

O -Və Ya

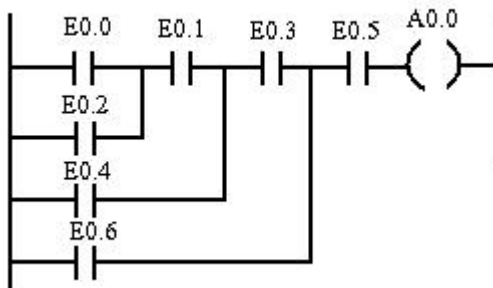
ON -Və Ya Yox

Qeyd etdiyimiz kimi KOP, FUP və AWL proqramlaşdırma dillərinin birindən digərlərinə keçmək olar.



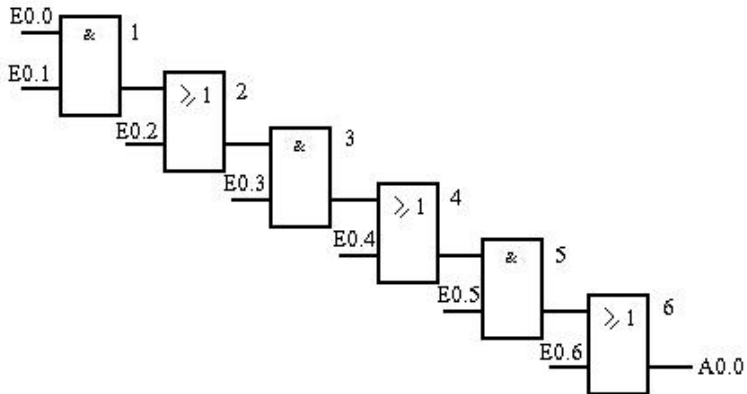
Hər üç halda proqramların yazılmasına baxaq.

KOP.

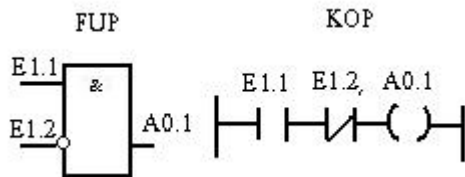


AWL

0000 - U(
 0001 - U(
 0002 - U E 0.0
 0003 - U E 0.1
 0004 - O E 0.2
 0005)
 0006 U E 0.3
 0007 0 E 0.4
 0008)
 0009 U E 0.5
 000 A 0 E 0.6
 000 B = A 0.0
 0000 BE

FUP

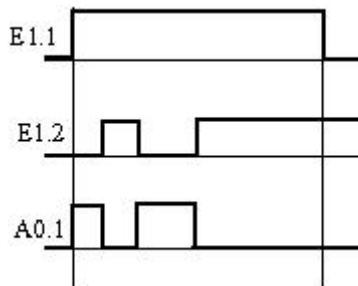
VΘ - Funksiya (Konyuksiya)

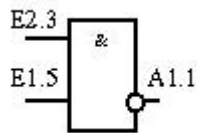


AWL

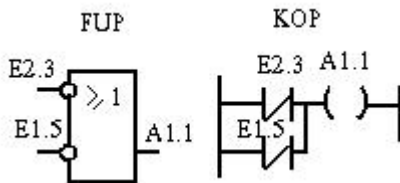
$$\begin{aligned} &U \quad E1.1 \\ &U \quad \overline{E1.2} \\ &= A0.1 \end{aligned}$$

$$A0.1 = E1.1 \cdot \overline{E1.2}$$

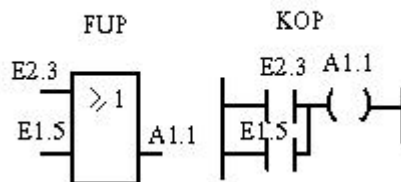


NAND - Funksiya

$$A1.1 = \overline{E2.3} \cdot \overline{E1.5} = \overline{E2.3 + E1.5}$$

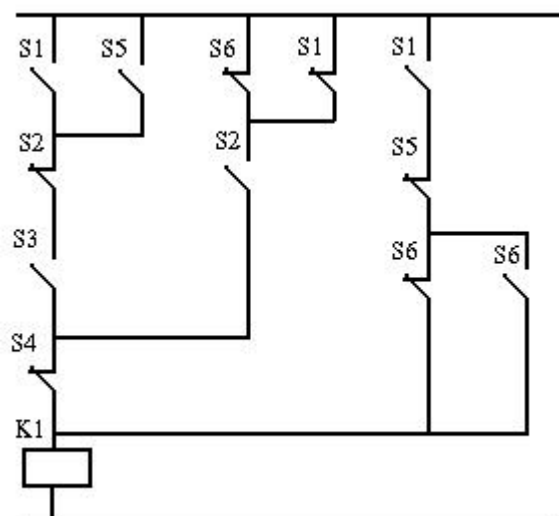
***AWL***

$$\begin{aligned} & \text{ON } E2.3 \\ & \text{ON } E1.5 \\ & = A1.1. \end{aligned}$$

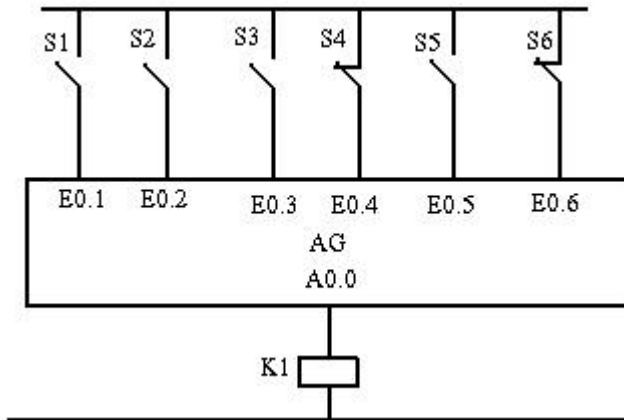
VƏ YA -Funksiya (Dizyunksiya)

*AWL**0 E2.3**0 E 1.5**= A 1.1*

$$A1.1 = E 2.3 + E1.5$$

Bir misala baxaq.

Qoşulma sxemi:



$$K1 = f(S1, S2, S3, S4, S5, S6)$$

$$K1 = ((S1 \cdot \bar{S}2 + S5) \cdot S3 + (\bar{S}6 + \bar{S}1) \cdot S2) \cdot \bar{S}4 + S1 \cdot \bar{S}5 (\bar{S}6 + S4)$$

$$A0.0 = ((E0.1 \cdot \overline{E0.2} + E0.5) \cdot E0.3 + (E0.6 + \overline{E0.1}) \cdot E0.2) \cdot E0.4 + \\ + E0.1 \cdot \overline{E0.5} \cdot (E0.6 + \overline{E0.4})$$

AWL

U(

U(

U E0.1

UN E0.2

O E0.5

)

U E0.3

0

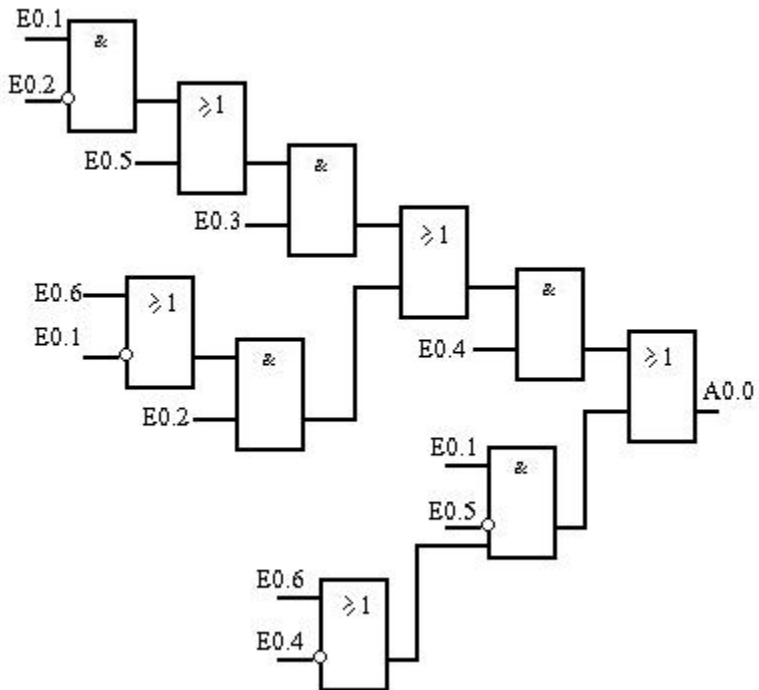
U (

0 E0.6

ON E0.1

)
 U E0.2
)
 U E0.4
 0
 U E0.1
 U N E0.5
 U(
 0 E0.6
 O N E 0,4
)
 = A 0.0
 B E

FUP



Ədəbiyyat

1. *H. Ə. Məmmədov, O.Z. Əfəndiyev. Avtomatika və istehsal proseslərinin avtomatlaşdırılması. Bakı-1992.*
2. *T. M. Əsgərov. Elektron hesablayıcı maşınlar. Bakı 1974.*
3. *T. M. Əsgərov, Y. A. Mahmudov, X. T. Bayramov, N. M. Allahverdiyev. Elektron hesablama maşınları və sistemlərinin nəzəriyyəsi və layihələndirilməsi. Bakı 1990.*
4. *A. A. Abdullayev, A. Ə. Axundov. Rəqəm elektronikasının əsasları. Bakı 1995.*
5. *R. Əhədov, Ə. Quliyev. Bul funksiyaları. Alqoritmlər nəzəriyyəsi. Maarif-2000.*
6. *M. Ə. Babayev. Elektroavtomatikanın kontaktsiz qurğuları. Bakı-1991.*
7. *G. Wellenreuther, D. Zastrow Automatisieren mit SPS Theorie und Praxis*
8. *Automatisierungssystem S7- 300*
9. *LOGO! Software*