

**მ. დობორჯგინიძე**

**უღებრონული გამომავლელი მანქანების  
ინტეგრალური სკეოტექნიკა**

**თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა  
თბილისი 1988**

32.97

681.31

დ 636

ნაშრომი წარმოადგენს თანამედროვე ციფრული უღებრობული გამოთვლელი მანქანების ინტეგრალური სქემატექნიკის მოკლე კურსს. მასში განხილულია ინჟინრების კონსტრუქციისა და ლოგის ადგობრის უღებრები, ინტეგრალური მიკროსქემების, ეგზის-ის ძირითადი კვანძებისა და მოწყობილობების აგების პრინციპები.

განკუთხნილია კომპონენტებისა და გამოყენებითი მათემატიკის ფაკულტეტის სტუდენტებისათვის; დახმარებას გაუწევს უნივერსიტეტის სხვა ფაკულტეტებისა და ტექნიკური სასწავლებლების სტუდენტებსაც, რომლებსაც ეკითხებათ გამოთვლითი და მიკროპროცესორული ტექნიკა.

რედაქტორი ტექნ. ბუცუკანძ.

ბ. ადამია

რეცენზენტები: დოც. ნ. ქარაველიძე

დოც. დ. ცისკარიძე

Ⓒ თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 1988

2404010000  
M 608(06)-88

## მ ე ს ა ვ ა დ ი

უღებრონული გამოთვლელი მანქანა (უგმ) შედგება დიდი რა-  
კდენობის ტიპური უღებრონული სქემებისაგან - უღებრონისა-  
გან, რომლებიც განკუთვნილია უღებრონული სიგნალების ან რიგბუნთ  
და ღოგოკური ინჟინერიის გარდაქმნისათვის. მანქანის უგმ-ის  
უღებრონული ბაზის შედგენს მიკროუღებრონული ხელსაწყოები -  
ინჟინერიული მიკროსქემები, რომელთა შერწყმაც შედგენს უღებრო-  
ნული სქემის - "უგმ-ის ინჟინერიული სქემის უღებრონული".

უგმ-ების განვიხილოთ ისტორია გვიჩვენებს, რომ მათი სა-  
კების დევიდობა ძირითადად დაკავშირებულია ახალი უღებრო-  
ნული ბაზის წარმოშობასთან.

პირველი პრაგმატული მარჯობა აღჭურვილი უგმ "უნიკალი" შე-  
იქმნა 1946 წელს აშშ-ში, პენსილვანიის უნივერსიტეტში. მის  
უღებრონული ბაზის შედგენდა უღებრონული მილაკები, რომელთა  
რაკდენობა 18000 აღწევდა. ამ საკების მანქანებისათვის დამა-  
ბასისათვის იყო დიდი გამოარტყლი ზომები, დაბალი სიმრავლე  
და სწრაფი შედეგობა. ამოცანაც მილაკურ უღებრონულზე აგებული მან-  
ქანები ვერ დაეკარგებოდნენ გამრედი მიმართვებს. ამ პრაგმატული  
დღის წესრიგში დასყვნა სხვა პრაგმატული მილაკურ უღებრონულ ხელ-  
საწყოთა შექმნა.

1948 წელს ამერიკულმა შეიარაღებულმა დ. მარტინმა, უ. ბრატ-  
ინმა და უ. შოკლიმ შექმნეს რამდენიმეგამრედი ხელსაწყო - ტრან-  
სისტორი (ამ გამოგონებისათვის მათ მიენიჭათ ნობელის პრემია).  
50-იანი წლებიდან ტრანსისტორების გამოყენებამ საკმაოდ დიდი  
შედეგი გამოიყენა უგმ-ის მსგავსი გამოყენებასთან. რამდენიმეგამრედი  
სქემის უღებრონული პირველი საკების მანქანათა შედგენით მნიშვნე-  
ლოვნად გააუმჯობესა მანქანების პრაგმატულობა: მათში 10-ჯერ

გაიზარდა სწრაფქმედება, შემიცირდა გაბარებები, თიხნარებულნი სიბ-  
ძღვარე, და რაც ძაღზე მინიშნულად იყო, დაახლოებით 100-ჯერ  
იმატა საიმიდოოობა.

მორე მათხის სამამულე მანქანებიდან აღსანიშნავია "ბეს-6"  
"მინსკ-22", "მინსკ-32", მ-220.

ნახევარგამტარული სქემოტექნიკის შემოღების მიუხედავად  
უღებენტური ბაზის შემდგომი სრულყოფა ყველა რეზონდა აქტუალურ  
აშოგანად. ნუშაობა მიმდინარეობდა ძირითადად უღებრონული დისკ-  
რეტული უღებენტების მიკრომინიატურჩაგვის მიმარხულებით. 1958  
წელს აშშ-ში დ. კილიმი პირველად შექმნა ინტეგრალური მიკროსქემა,

ნახევარგამტარული მასალისაგან დამზადებული ხელსაწყო, რომლის  
მინიატურულ კორპუსში მოთავსებულია ერთმანეთთან უღებრულად და-  
კავშირებული სხვადასხვა უღებრონული დისკრეტული უღებენტები -  
რეზისტორები, კონდენსატორები, დიოდები, ტრანზისტორები და სხვ.

60-იანი წლებიდან ინტეგრალური მიკროსქემების შექმნა და-  
ღო საფუძვლად მუსამე მათხის მანქანების სერიულ გამოშვებას.  
მანქანებში ინტეგრალური მიკროსქემების გამოყენებას მოჰყვა მა-  
თი არა მარტო გაბარებების შემიცირება, არამედ გაუმჯობესდა მან-  
ქანის თიქმის ყველა პარამეტრი: სწრაფქმედება, საიმიდოობა,  
ლორბულება და ა. შ.

უკონომიკური ურთიერთდაზარების ქვეყნებმა, რომელთა შორის  
წამყვანი როლი ჩვენს ქვეყანას უკუთვინს, შექმნეს ერთმან სის-  
ტემის მანქანები (ეს ეგმ), აგრეუვე ამავ მათხის მცირე სიბ-  
ღვრის მანქანები (სმ ეგმ), რომელთაგისაც დამახასიათებელია  
ერთმანი უნიფიცირებული სქემოტექნიკური ბაზა.

მიკროუღებრონიკის შემდგომი პროგრესი ხასიათდებოდა მიკ-  
როსქემების გარხულებით, მათი ინტეგრაციის ხარისხის ზრდით.

80-იან წლებში დაიწყო დიდი ინტეგრალური სქემების სერიული გა-

მოშვება, რომლებშიც უდებრონული დისკრეტული უდებონების რაოდენობა გამდებნიძე აბედი აბასს ალწეუდა, ბიბოეული უდებონის ზომა 30 - 2-3 მკმ-ს. ასები მიკროსკოპების საფრძეუღე აგებენ ბოთბეუ ბაბბის ეგმ-ებს, რომელბეუ გვამრნაბე გვამრდობი ფრეწეიერი ბე-საძებებობანი, ძაღბე ბაღაბი სანიბეფობა და სწრაფებეუბა.

ბიბი ინტეგრალური სკებების ბეებნი საფრძეუდად ბაუბო მიკრო-პროცესორების, მიკრო- და პერსონალური ეგმ-ის ბამბადებას. უკუნასკრუღ წილები რვენს ქვეყნბაში სერიუდად გომობის ერბ კრისტალ-ბე აგებული მიკროპროცესორები და მიკრო-ეგმ-ები.

როგორც ვბედავბ, პირველი და ბორეუ ბაბბის ეგმ-ების უდებონტორ ბაბბას ბეადგენბა დისკრეტული სკებობებნიკა, ბანბბებრეუ (ბესბბე და ბოთბეუ ბაბბის) ბანქბებნი 30 აგებულია ინტეგრალური სკებობებნიკის ბაბბაჲ.

აბბბბბბ: ბიბიბბბბბბბ ინტეგრაციის ბონის გბნწეუბებელი ზრბა, რაც აბბბბბბ ბბბებებური ბისწრაფებბბ - კიბეუ უბრო გვბბ-ბობბბბბ ინტეგრალური სკებების ბარბსბობბრეუ ბარვენებებებბბ. უბბბბბ წილები ბოსბბბბბბ სერიული გბბბებბა ბებბბბბ ინტეგრაციის მიკროსკებებისა, რომელბა კრისტალბი ურბა ბეიბგვბბბ 1000000-ბბუ დისკრეტული უდებონტს. სწორედ ასები სკებები ურბა ბაუბოს საფრძეუდად ბებბბბ ბაბბის "ინტედექტბალური" ეგმ-ებს, რომელბა წარბობბა გბნვიბბბბბბ ქვეყნებში წავბრბუბბბა 90-იბბბი წილებიბბბ.



უღებურებას აქვთ უზარნი იმყოფებოდნენ ერთ-ერთი ჭიქსიკრებულ მდგომარეობაში. ამ მდგომარეობაშია რაოდენობა ტოლი უნდა იყოს მანქანაში გამაყრებულნი ღვინის სისტემის საფუძვლინა. ეგზე-ში ასეთი უღებურებობა: ტრანზისტორები, კონდენსატორები, მაგნიტური უღებურები და სხვ. თითოეული მათგანი არააბიციურია, ამიტომ დროის მოცუბულ მომენტში შეიძლება იმყოფებოდეს არიდან ერთ-ერთ მდგომარეობაში: ტრანზისტორი შეიძლება იყოს ღია ან ჩაკეტილი, კონდენსატორი - დატუბტული ან განტუბტული, მაგნიტური უღებურები - დატუბტული ან განტუბტული. რა ლემა უნდა, ჩვენთვის უფრო მარტუბტული იქნებოდა მანქანაში ათობიანი სისტემის გამაყრება, მაგრამ მათინ საჭირო გაბეზოდა მანქანა აკვება ისეთი უღებურებისაგან, რომელთაც 10 სხვადასხვა მდგომარეობაში იქნებოდა. ასეთი მანქანა ძალზე რთული და ძვირადღირებული იქნებოდა.

არაბიციური უღებური მოქმედებს ძალზე მარტვინი და საიბიდეო პრიციპით - ჩარღვლია-გამორღვლია. მისი საშუალებით მოტუბტულია არაბიცი რიცებების წარმოღვანა: უღებურის ერთი მდგომარეობა შეესაბამება 0-ს, მეორე - 1-ს.

როგორც ვხედავთ, ღვინის არაბიცი სისტემით მნიშვნელღვანად მარტვიდეება მანქანის კონსტრუქცია. მეორე მისი უპირატესობის არის, რომ ეგზე-ის სქემოტუბტუნიკის ანალიზისა და სინთეზის დროს იგი საშუალებას იძლევა გამაყრებულ იქნეს მათემატიკური ღოგიკის აპარატი. ამ აპარატის ერთ-ერთი შემაღვანელი ნაწილი - ღოგიკის ადგებრა წარმოადგენს ეგზე-ის სქემოტუბტუნიკის თორიულ საფუძვლეს.

ღოგიკის ადგებრა, რომელსაც მისი შემქმნელის, ინგლისელი მათემატიკოსის ჯორჯ ბულის პატრესანდემად ბულის ადგებრასაც უწოდებენ, შეესაბამის კავშირებს ცვლადებს შორის, რომელთაც გააჩ-

რთაც მხოლოდ ერთი მნიშვნელობა. ერთს შეესაბამება ტერმინი "ფუნქციონირება", ანუ 1, მეორეს - "მცდელობა", ანუ 0. ამ ფუნქციონირებას და მათ შეესაბამის ფუნქციონირებას ლოგიკური, ანუ ერთობლივი ფუნქციონირება და ფუნქციონირება ეწოდება. ფუნქციონირება აღინიშნება  $X_1, X_2, \dots, X_n$ -ით, მათი ფუნქციონირება კი  $y = F(X_1, X_2, \dots, X_n)$ -ით.

ასევე უნდა გავსაზრდოთ, რომ ამ ფუნქციონირებას მათ განსაზღვრულ გარდაქმნას, ე.ი. მანქანა წარმოადგენს ფუნქციონირებას გარდაქმნის, რომლის შედეგად არსებობს სანდოების ერთობლივი ფუნქციონირება, ხოლო განსაზღვრული ფუნქციონირება - ახალი ერთობლივი ფუნქციონირება, რომელიც წარმოადგენს გარდაქმნის შედეგს.

განვიხილოთ ლოგიკის ადგილობრივი მარტივი ფუნქციონირება.

1. ლოგიკური შეკრება, ანუ დიზიუნქციონირება (საქრება "ან").  
ეს ლოგიკური ფუნქციონირება ნიშნავს იმ შემთხვევაში, როცა მისი ყველა არსებობს ნიშნავს ერთს. ყველა სხვა შემთხვევაში იგი ნიშნავს ერთს.

დიზიუნქციონირება აღინიშნება ასე -  $\vee$  და იკითხება როგორც "ან".

$$y = F(X_1, X_2, \dots, X_n) = X_1 \vee X_2 \vee \dots \vee X_n = \bigvee_{i=1}^n X_i ;$$

2. ლოგიკური გაერთიანება, ანუ კონიუნქციონირება (საქრება "და").  
ეს საქრება ეწოდება ადგილობრივი გაერთიანების საქრებას. ლოგიკური გაერთიანების ფუნქციონირება ერთად იქცევა მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა მისი ყველა არსებობს ერთს. ყველა სხვა შემთხვევაში კონიუნქციონირება აღინიშნება ასე -  $\wedge$  (ან & ) და იკითხება როგორც "და".






$$y = F(X_1, X_2, \dots, X_n) = X_1 \wedge X_2 \wedge \dots \wedge X_n = \bigwedge_{i=1}^n X_i ;$$

3. ლოგიკური უარყოფა, ანუ ინვერსია (საქრება "არა"). ეს ფუნქციონირება მხოლოდ ერთი არსებობს და ასე აღინიშნება





თ ბ ბ ბ ბ 1.1

| ლოგიკური<br>ფუნქცია                      | ლოგიკური<br>ფუნქციის<br>აღნიშვნა | წესმართობების ცხრილი |   |   |   | შესაბამისი<br>ლოგიკური<br>ჯაბელები  | ლოგიკური<br>ჯაბელების<br>აღნიშვნა |
|--|----------------------------------|----------------------|---|---|---|---|-----------------------------------|
|  |                                  | 0                    | 0 | 1 | 1 |   |                                   |
|  |                                  | 0                    | 1 | 0 | 1 |   |                                   |
| გზიანი ფუნქცია<br>(სპეკტრული "ან")       | $y = X_1 \vee X_2$               | 0                    | 1 | 1 | 1 |  |                                   |
| კონიუნქციური ფუნქცია<br>(სპეკტრული "და") | $y = X_1 \wedge X_2$             | 0                    | 0 | 0 | 1 |  |                                   |
| ინვერსიური ფუნქცია<br>(სპეკტრული "არა")  | $y = \overline{X}$               | X                    | 0 | 1 | 0 |  |                                   |
| პირის ისარი<br>(სპეკტრული "ან-არა")      | $y = X_1 \uparrow X_2$           | 1                    | 0 | 0 | 0 |  |                                   |
| შებენის ფუნქცია<br>(სპეკტრული "და-არა")  | $y = X_1 \downarrow X_2$         | 1                    | 1 | 1 | 0 |  |                                   |

ატეხილია ისეთი ფუნქციონირება სრული სისტემის საფუძველზე, რომელიც შედგება მხოლოდ ერთი ფუნქციონისაგან - პირისის ისრისაგან ან შეფერის შტრიხისაგან.

**§ 2. მრავალფუნქციონის წარმოდგენა ეგმ-ში  
ფიზიკური სიგნალების საშუალებით**

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ეგმ-ში ინფორმაციის წარმოდგენა ხდება მრავალფუნქციონის ეგმ-ის და 1-ის საშუალებით. ამ მრავალფუნქციონის ფიზიკური ანალოგებია სიგნალები, რომელთაც შეუძლიათ მიიღონ მხოლოდ ერთი ერთმანეთისაგან განსხვავებული მდგომარეობა, მაგალითად, მაღალი ან დაბალი ღონის ძაბვა, უწყვეტი იმპულსის არსებობა, ან არარსებობა, ურთიერთსაწინააღმდეგე პოლარობის მაგნიტური ველი და სხვ.

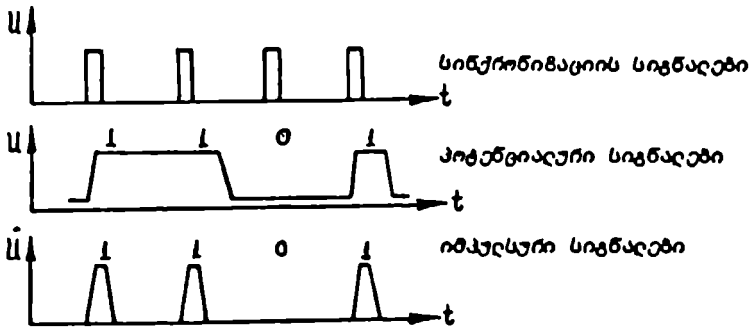
უწყვეტი სიგნალები მრავალფუნქციონის და მათი შეესაბამების სიგნალები იყვებიან არა უწყვეტად, არამედ ღრის განსაზღვრულ დროებზე მომენტებში, რომელთა შორის ინტერვალს ტაქტის უწყობენ. როგორც წესი, უწყვეტი სიგნალები ერთი ტაქტის განმავლობაში ხორციელდება ერთი უწყვეტი რეჟიმით.

ტაქტის, ანუ ინფორმაციის წარმოდგენის პერიოდის განსაზღვრა მანქანაში ხორციელდება სინქრონიზაციის მოწყობილობის საშუალებით, რომელიც გამოიწვევს ტაქტურ, ანუ სინქრონიზაციის სიგნალებს.

ანალოგებს ეგმ-ში ინფორმაციის წარმოდგენის ერთი ფორმა: პოტენციალური და იმპულსური. პოტენციალური ფორმა წარმოდგენის ღრის ეგმ-ის და ეგმ-ის 1-ს შეესაბამება ძაბვის დაბალი და მაღალი დონეები. ანუ ეგმ-ის 0-ს შეესაბამება ძაბვის დაბალი დონე, ხოლო 1-ს - მაღალი, მაშინ ასეთ ეგმ-ის უწყობა დადებით-

თი და პირიქით, ზუსტი ლოგიკური 0-ად მიიღება ძაბვის მალადი, ხოლო ლოგიკური 1-ად - დაბალი ღონე, მაშინ ასეთ ლოგიკას უარყოფითად უწოდებენ.

ინფორმაცია ეტმ-ში შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს მიმდევრობით ან პარალელურ კოდში. მიმდევრობით კოდში წარმოდგენის დროს ყოველი ტაქტი შეესაბამება ერთიანი კოდის ერთ მანრიგს. მანრიგის წიბური განისაზღვრება ტაქტური სიგნალის წიბით. 1.1 ნახაზზე წარვებობა 1101 კოდიში რიცხვის მიმდევრობითი კოდი პოტენციალური და იმპულსური ჟანრებით წარმოდგენის დროს. პირველ



ნახ. 1.1

შეიხვევაში სიგნალი ინარჩუნებს ძაბვის დაბალ ან მაღალ ღონეს ერთ, ან რამდენიმე ტაქტის განმავლობაში. სიგნალის ერთი ღონედან მეორეში გადასვლის მომენტში მისი მნიშვნელობა განსაზღვრული არ არის. იმპულსური ჟანრით წარმოდგენის დროს კოდიში ცვლილის შესაბამის ერთეულად ან ნულად მნიშვნელობას შეესაბამება სასრული ხანგრძლივობის იმპულსის არსებობა, ან არარსებობა. მიმდევრობითი კოდის გამოყენებისას რიცხვის ყველა მანრიგი შეიძლება დაფიქსირდეს მხოლოდ ერთი ელემენტით და გადაიცეს მხოლოდ ერთი არხით, ე. ი. რიცხვი 1101 შეიძლება გადაიცეს მიმდევრობით

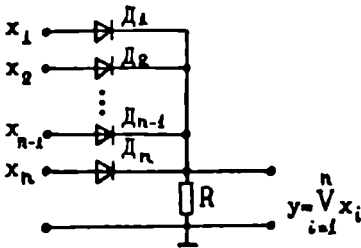
ურთი აზრის გამოყენებით 4 ტაქტის განმავლობაში.

პარალელურ კოდიში ჩრტიბითი რიცხვის ყველა მანრივი ფიქსირდება ცალკეული უბეებტით და გადაცემა ურთი ტაქტის განმავლობაში. მითუდლი მანრივის გადაცეებისათვის საჭირთა დამოუკიდებელი ინფორმაციული აზრი. ეგზე-ის შემაღტენობა ამით რუდდება, მაგრამ მანამდედრუვე მანქანებში მალადი სწრაფქმეებების უზღუნველყოფისათვის ძირითადად გამოიყენება ინფორმაციის წარმოდტენის პარალელური ფორმა.

ფ 3. ლოგიკური ფუნქციათა ტექნიკური რეალიზაცია

ლოგიკური ფუნქციათა ანალიზებს ეგზე-ში წარმოდტენს უდეტ-რრუდლი სქემები, რომლებიც ამ ფუნქციების შეესაბამისად გარდქმენიან შეესვად ჩრტიბით ინფორმაციას გამოსავად ინფორმაციად. ასეთ უდეტრრუდ სქემებს ლოგიკური უდეებტები ეწოდებათ. მათი უდეტ-რუდლი შეესავლულების რაოდენობა შეესაბამება ლოგიკური ფუნქციის არტუმენტების რაოდენობას. ურ განვიზიილთ "ან", "და", "არა" მარტივი ლოგიკური ფუნქციების შეესაბამისი ლოგიკური უდეებტები.

ლოგიკური უდეებტი "ან" (დომინუტორი) რეალიზდება ისეთი მარტივი დოღური სქემით, რომელიც წარტენება 1.2 ნამ-ტე. არ-

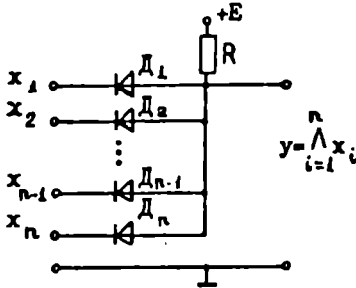


ნამ. 1.2

ტუმენტები, რომელთა მნიშვნელობა 1-ის ტოლია, წარმოდტენილია დადებითი უდეტრუდლი სიგნალებით, ხოლი 0-ის ტოლი არტუმენტები - დაბალი დონის სიგნალებით, რომელთა მნიშვნელობა დაახლოებით ნულია,

2.0. Հավելյալ զազդեցիկ լուցիչով: Ձախ կայունի 2-րդ-րդ Մեխանիկայում  
 Թույլատրելի է 2-րդ-րդ Մեխանիկայում սուղանուն, Թաժիժ Մեխանիկայում զուգընթաց  
 Դիֆերենցիալի գուղուն զընի: Դիֆերենցիալի զաժեպունի զաժեպունի Դաժ-  
 զա 2-րդ Թույլատրելի է գաժեպունի զընի: Դաժեպունի զուղուն, Դաժեպունի Մե-  
 խանիկայում Թույլատրելի է 0, Դաժեպունի 2-րդ-րդ Մեխանիկայում  
 զա գաժեպունի զընի զաժեպունի զընի զաժեպունի սուղանուն,  
 Դաժ 2-րդ-րդ Մեխանիկայում զընի զընի զընի (y=I): Թուղուն զի  
 Մեխանիկայում, Դաժ զընի Մեխանիկայում Թույլատրելի է Դաժեպունի սուղ-  
 անուն, գաժեպունի զընի զաժեպունի սուղանուն, 2.0. y=0:

1.3 Դաժ-ի Դաժեպունի "Դա" լուցիչի Դաժեպունի Դաժեպունի



Դաժ. 1.3

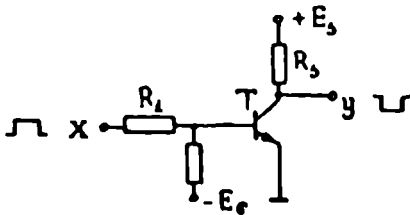
Կաժ զընի զուղուն կայ-  
 ուն: Ձախ Դաժեպունի  
 զընի Մեխանիկայում Թու-  
 յլատրելի է 0, Թաժիժ զընի  
 զուղուն զա զաժեպունի  
 R Դաժեպունի զընի  
 զաժեպունի E զընի զընի-  
 յուն Թույլատրելի է զընի,  
 Դաժեպունի Մեխանիկայում

Մեխանիկայում սուղանունի Դաժեպունի: Դաժեպունի R Դաժեպունի Դաժե-  
 անունի գաժեպունի Մեխանիկայում զուղունի Դաժեպունի Դաժեպունի, Դաժեպունի  
 Դաժեպունի զաժեպունի E -ն զընի զընի զաժեպունի զընի զընի զընի  
 Դաժեպունի Դաժեպունի զընի զընի զընի, 2.0. զաժեպունի y=0 . Ձախ  
 2-րդ-րդ Մեխանիկայում Թույլատրելի է 1, Թաժիժ Մեխանիկայում զուղուն Դա-  
 յունի, Դաժեպունի զաժեպունի զուղուն զաժեպունի զընի զաժեպունի զընի  
 զընի զընի զընի զընի. y=I -ն զընի զընի Թաժիժ, Դաժեպունի  
 զընի զընի զընի զընի զընի 1. Դաժ զընի զընի զընի զընի զընի զընի  
 զուղուն Դաժեպունի, Դաժեպունի Դաժեպունի զընի զընի զընի զընի զընի զընի

გამოსასვლელზე გვექნება ერთიანის შესაბამისი ძაბვა.

აქვე შევნიშნავთ, რომ დიზიუქტორისა და კონიუქტორის მოყვანილ სქემებში 1 და 0 ნარმოებგებრილია შესაბამისად ძაბვის მაღალი და დაბალი დონეებით. იგივე სქემები იქნებოდა შესაბამისად კონიუქტორი და დიზიუქტორი, თუკი 1 და 0 გამოისახებოდა საწინააღმდეგო დონის სიგნალებით (უარყოფითი ლოგიკა).

1.4 ნახ-ზე ნარმოებგებრილია ინვერტორის სქემა, რომელიც



ნახ. 1.4

ნარმოებგებულს უარყოფის ფუნქციის რეალიზაციას.

თუ ინვერტორის  $x$  შესასვლელზე მიეწოდება დადებითი ერთეულო-

ვანი სიგნალი, მაშინ  $T$  ტრანზისტორი გაიღება და აღმოჩნდება გაჯერებულ მდგომარეობაში. გამოსასვლელზე გვექნება ლოგიკური ნულის შესაბამისი სიგნალი, რომელიც ტრანზისტორის ემიტერის პოტენციალის ტონი იქნება. თუ  $x$  შესასვლელს მიეწოდება 0, მაშინ ტრანზისტორი ჩაიკეტება  $E_3$  კვების წყაროდან უარყოფითი წარაყვლების ძაბვით და მის გამოსასვლელზე გვექნება  $E_3$  კონდუქტორული კვების წყაროს დადებითი პოტენციალი, რაც შეესაბამება  $y=1$ -ს.

განზილული დიზიუქტორის, კონიუქტორისა და ინვერტორის სქემები შეიძლება შესწავლდეს როგორც დისკრეტული, ასევე ინტეგრალური ელემენტური ბაზის საფუძველზე.

0 3 0 11

ინტეგრალური მიკროსტრუქტურა

თანამედროვე ეტრ შიფტავს სხვადასხვა ტიპისა და დანიშნუ-  
ლების მქონე მრავალრიცხოვან ინტეგრალურ მიკროსტრუქტურებს. ეტრ-ის  
რომელიმე კვანძის ან მოწყობილობის დაპროექტების დროს ძალზე  
მნიშვნელოვანია ამო ლე იმ მიკროსტრუქტურის სწორი, რაციონალური  
ამორჩევა. ამასი დაკვებმარება მიკროსტრუქტურა კლასიფიკაცია,  
თანა პარამეტრებისა და მახასიათებლების ცოდნა.

§ 1. ინტეგრალურ მიკროსტრუქტურა კლასიფიკაცია

პირველი და მეორე მახების ეტრ-ების ელემენტური ბაზა ატე-  
ბულ-იქნა დისკრეტულ სტრუქტურულიაზე. მათეულ დისკრეტულ ელ-  
ემენტს გამოქნა დამხავრებული კონსტრუქცია და საკუთარი დამოუ-  
კიდებელი გამომცვანები. მაგრამ ახელელებების განმავლობაში ან-  
სუბული პრექტია - ეტრ-ის ელემენტურ ბაზად დისკრეტული ელ-  
ემენტების (დოლების, ტრანზისტორების, რეზისტორების და სხვ.)  
გამოყენება მანდათან მიუღებელი გაბდა, ვინაიდან ისინი უკვე  
ველარ აკრამყრილებდენ საიმედოობის, კომპაქტურობისა და ეკო-  
ნომიკურობის გამრიდელ მოხეცვებს.

ამიტომ ელექტრონიკის განვიმარების ძირითადი მიმარჯულება  
გაბდა ინტეგრალური მიკროელექტრონიკა, რომლის ძირითადი პრინ-  
ციპია დისკრეტული ელემენტების ფიზიკური ზომების მქსიმა-  
ლური შემცირება - მიკრომინიატურრიზაცია და ინტეგრაცია - ამ  
კომპონენტების გაერთიანება ერთ მინიატურულ ელემენტში, რომელ-  
საც ინტეგრალურ მიკროსტრუქტურას უწოდებენ. იგი წარმოადგენს მიკრო-



უღებრონდუ ბუღსაწყოს, რობუიფ შუიფავს არანაყღობ 5 აქტიურ მიყროუღებრეს (ტრანზისტორებს, დოკებეს) და პასიურ მიყროუღებრებს (რეზისტორებს, კონდენსატორებს, დროსუღებს), რობუიფიფ დამბადუღლია ერთხანტ ტექნოლოგიურ პროფესიი და დავაყვირეღულია ერთხანტეფან უღებრუღად, მთავსებუღი არიან ერთხ საერთო კოზუსი (კრისტიანტი) და შუიფებუღლია მათი ერთხანტეფიანსაგარტ განფადეფუღობა.

მარბიფროფე მარტუანების უღებრებუღი . ბაბაა; ირტებრადური მიყროსუქებები, რობუღეფ საფუოფეუღეღეფ ბეღეფ ისუი რეღი ფუნქციური კვანტებინსა და მონყობიღობების აგებეფ, რტორიფაა: მფეღეღები, რეგისტრები, დეშიფრატორები, არიფიტიკულლოგიკური მონყობიღობები და სბე. ირტებრადურ მიყროსუქებეფ გააბრინა არა მასში შიეფადი მიყროუღებრების, არამიღ იმ დოგიკური უღებრების შიესასვღეღები და გაბრასვღეღები, რობიღის რუადიბატიანსაფ ეს მიყროსუქებეფ წარბოადგენს.

მიყროუღებრინკიაბე გადასვღამ, რაფ მიესამიე მარბინს მარტუანბიფ დანიწყო, დანსბამბი მინფა ეგბინს ირტებრადურ სუქეფიტიტიკეფინკიანს. ეს არის მიყროუღებრინკიანს მიმარეღეღობა, რობუიფ შინსწავღის ეგბინს უღებრინდუღი სუქებების აგებეფს ირტებრადური მიყროსუქებების საფუოფეუღეღე.

რებისმიერი ირტებრადური მიყროსუქებეფ ეგბინს ასრუღებს ერთხ რობუიფიე უღებრეფარუღი ფუნქციანს, ამიტიტი მას ეგბინს უღებრების უტიღებრეფ. უღებრეფარუღი ფუნქციანში იგუღისბბეფეფ რრბიფე კრეფი წარბოადგენიღი ირფორმაციანს გაბდუქებნა ან დამბბსოვრებეფ. გაბდუ ამბისა მარტუანში ბბიკად გვბეღეფ მიყროსუქებები, რობუიფიფ გაფვადისწინებუღლია სიგნაღების გაფიღებრებისაფეფს.

უღებრებები შიიფებუღი კღასიფიფიღებუღი იქენს ფუნქციური დანიშნუღებისა და დამბადების ტექნოლოგიანს მიბბეღვიფ.



დაბითარე უღებებებე გარკუაფერნლია სხვადასხვა ღოგოკური და მებსიერების უღებებების უღებებელი და ღოგოთი შეთანხმებინ-საფის. მათ მიკუაფერება სიგნალის მადლიერებლები და გარდამე-მნებები, რობლები გარკუაფერნლია სხვადასხვა სერიის მიკროსკე-მების სიგნალების შეთანხმებინსაფის, გუნერაგორები, რობლები ვარუვუდუფრ ვებ-ის უღებებების სინტრონულ მუშაობას და სხუ.

სიგნალების მიხედვით უღებებები პოტენციალური, იმპულსური და იმპულსურ-პოტენციალურა უებ-ში შეიძლება გამო-ყრებული იყოს რივე საბის სიგნალი, მაგალითად, მებსიერების უღებებები რობითი ინფორმაცია ინერება პოტენციალური სიგნა-ლით, ბოლო ღოგოკური უღებები ვუდეციონირებს იმპულსურ სიგნა-ლებზე.

დაბითების ტექნოლოგიის მიხედვით უღებებები შეიძლება დაყოს რი უგუფად: ნახვეარგამგარულ და პიბრიულ ინტეგრალურ სკელებად. ნახვეარგამგარულ მიკროსკელებში ყვდა მიკროუღებები და მათ შორის შეერებაში შესრულებულია ერთ მოლოობაში მბოლო ნახვეარგამგარული მასალის გამოყრებით. მიკროუღებების გამოყრებების ტენდენციის ანალიზი გვიჩვენებს, რთ ასეოი ინ-ტეგრალური მიკროსკელების სირთულე ყრვდნლიურად იბრება დაბ-ლოებით რჩურ.

პიბრიულ ინტეგრალურ სკელებში აქტიური მიკროუღებები დაბითებულია ნახვეარგამგარინსაჯან, ბოლო პასიური უღებებები შექმნილია შეშისა და კერამიკის დიუდეტრულ საფგამზე სხვადა-სხვა მასალის აფსკების დაფერის გზით. პიბრიული სკელები პერს-პექტიულია, მარტივი, მაგრამ მაღალი სიჭუსტის უღებებების და-სამბითებად.

ინტეგრალურ მიკროსკელებათ სირთულე ბასიამებება ინტეგრაცი-ის ბარისბით, იგი გვიჩვენებს მიკროსკელებში შებავალი მიკრო-

ღებურების რაოდენობას. ინტეგრალური მიკროსტრუქტურა: პირ-  
ველი ხარისხის ინტეგრაციის - 10 უღებურებამდე, მეორე ხარის-  
ხის - 10-დან 100 უღებურებამდე, მესამე ხარისხის - 100-დან  
1000 უღებურებამდე და ა.შ. ეს შეიძლება გამოისახოს ასეთნაირად

$$K = [\lg N] + 1,$$

სადაც  $[\lg N]$   $\lg N$ -ის მთელი ნაწილია;  
 $N$  მიკროუღებურების რაოდენობა.

ინტეგრალური მიკროსტრუქტურები პირიბითავე იყოფა მცირე, საშუა-  
ლო, დიდ და ზედიდე სტრუქტურად. მცირეს მიუკავშირება პირველი და  
მეორე ხარისხის მიკროსტრუქტურები, საშუალოს - მეორე ან მესამე  
ხარისხისა, დიდს კი - მესამე და მეოთხე ხარისხის. ზედიდე მიკ-  
როსტრუქტურებს შეიძლება გააჩნდეთ მებრე და უფრო მეტი ხარისხის  
ინტეგრაცია.

პირიბითავე ტექნოლოგიით მზადდება მცირე და საშუალო ინტეგ-  
რაციის მიკროსტრუქტურები, ნახევარგამტარულ მიკროსტრუქტურებში კი მილ-  
ნოდელია შედეგად ხარისხის ინტეგრაცია.

## § 2. ინტეგრალური მიკროსტრუქტურის ძირითადი პარამეტრები და მანსახაზებლები

მიკროსტრუქტურის ძირითადი პარამეტრებს მიუკავშირება: მოხმა-  
რებული სიხშირე, შესავალი და გამოსავალი სიხშირების ძაძვის  
დონეები, დატვირთვისწარმოანობა, დაბრკობებადატვლიობა, სწრაფმე-  
დება, გადარევის უნერგია და სხვ. მანსახაზებლებია: საიმედირობა,  
ტექნიკატრული დამამზონი, ლირებულება და ა.შ.

მოხმარებული სიხშირე  $P_{\text{სიხშირე}}$ . ამ პარამეტრში იტვლის-  
ება მიკროსტრუქტურის მიერ მოხმარებული სიხშირის საშუალო მნიშვ-

წდობა მუშაობის საკმარისად დიდი დროის განმავლობაში. მიკროსტრუქტურა მუშაობის დროს შეიძლება იმყოფებოდეს სტატისტიკურ (0 ან 1) მდგომარეობაში ან უბრალო სტატისტიკური მდგომარეობიდან მეორეში გადართვის რეჟიმში. გადართვის რეჟიმში მოხმარებული სიმძლავრე მუდმივა, მაგრამ ვინაიდან გადართვის დრო მიკროსტრუქტურის მუშაობის დროს მცირე ნაწილს წარმოადგენს, ამიტომ საშუალო მოხმარებული სიმძლავრის განსაზღვრის დროს გადართვის რეჟიმს არ იგულისხმებენ და მათი

$$P_{2-62} = 0,5(P_{2-62}^0 + P_{2-62}^1),$$

სადაც  $P_{2-62}^0$  და  $P_{2-62}^1$  მიკროსტრუქტურის მიერ მოხმარებული სიმძლავრეებია შესაბამისად 0 და 1 მდგომარეობებში.

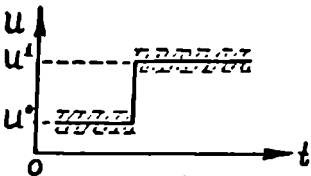
არსებობს ველიან ტრანზისტორებზე აგებული მიკროსტრუქტურები, რომელთა გადართვის სიმძლავრე რამდენიმე ათეულჯერ აღემატება სტატისტიკურ რეჟიმში მოხმარებულ სიმძლავრეს. ამიტომ ასეთი მიკროსტრუქტურის მიერ მოხმარებულ სიმძლავრეს განსაზღვრავენ გადართვის მასწავლებლურად დასაშვები სიზიარის გაგვირგნინებები.

სხვადასხვა ტიპის მიკროსტრუქტურის მიერ მოხმარებული სიმძლავრე იცვლება რამდენიმე თუათედიდან რამდენიმე ასულ ტონივამდე.

თანამედროვე მიკროსტრუქტურებს ახასიათებთ მაღალი უკონტაქტობა სიმძლავრის მიხედვით. მაგალითად, დიდი ინტეგრირებული სტრუქტურის მიერ მოხმარებული სიმძლავრე არ აღემატება 200 მილივამდე. არის მიკროსტრუქტურები, რომლებიც კვების წყაროდან იხმარებენ მხოლოდ 10-100 ვამდე. ასეთ დაბად ენერგომომარებას მიწოდებამდე დასყავს ელექტროენერგიის ხარჯვა, რაც საშუალებას იძლევა მასწავლებლურად შემიღებდეს ეგზონის კვების წყაროს და მისი ეგზონის ზომები.

შესავალი და გამოსავალი სიგნალების ძაბვის დონეები. დ-

ბიკური 0-სა და 1-ის წარმოდგენილი სიგნალები ეგზო-ნი ბრავდაჯერი გარდაიქმნება და განშტოვდება ლოგიკური ელემენტების საშუალებით, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებული არიან ეგზო-ის საერთო ელემენტული სქემის მიხედვით ისეთნაირად, რომ ყოველი ელემენტის გამოსავალი სიგნალი მიეწოდება სხვა (მომდევნო) ელემენტების შესასვლელებზე ან ზეით საკუთარ შესასვლელებზე. იმისათვის, რომ ეგზო-ამ (რომლის შემადგენლობაში ბშირად შედის 100-დან 500 ათასამდე ლოგიკური ელემენტი) შეუფერძლად იმუშაოს, საჭიროა, რომ ზოგადი ელემენტი შესასვლელებზე და გამოსასვლელებზე სხვადასხვა დატვირთვის დროს ნორმალურად ფუნქციონირებდეს. ამავდროულად უზრუნველყოფილ უნდა იქნეს კორბიონი ინფორმაციის დაუბინძურებელი ლოგიკური გარდაქმნა. გამოსავალი სიგნალების ფორმისა და დონის დამოკიდებულებას დიდი მნიშვნელობა არ უნიჭება, ლეკი ეს დამოკიდებულება (გადაბრუნა) იმყოფება 0 და 1 კორბიონი სიგნალის ასახვის ზღვით (ნახ. 2.1) და არ იწვევს ინფორმა-



ნახ. 2.1

ციის დაკარგვასა და მომდევნო ლოგიკური ელემენტის შეფერძმაში შეყვანას. შენამდევრევი მიკროსქემებში ლოგიკური 0-ისა და 1-ის შესაბამისი სიგნალების ძაბვის დონეები ( $U^0$  და  $U^1$ ) იცვლება

რამდენიმე მუახედი ვოლტიდან რამდენიმე ვოლტამდე.

დატვირთვებისუნარიანობა, ამ პარამეტრს ძირითადად განიხილავთ ლოგიკური ელემენტების მიმართ. განშტოებული ლოგიკური ნივთების აგებისას საჭიროა, რომ ელემენტს გააჩნდეს განსაზღვრული დატვირთვისუნარიანობა შესასვლელისა და გამოსასვლელის მიხედვით. დატვირთვისუნარიანობა განისაზღვრება გამოსასვლელზე განშტოების

$K_{გაგ}$  კოეფიციენტი და შესასვლელზე გაერთიანების  $K_{გაერთ}$

კოეფიციენტი. განმტკობის კოეფიციენტს უწოდებენ ლოგარითი უღობურების მასშტაბის მასშტაბის რაოდენობას, რომელიც შეიძლება მიიღებოდეს იქნეს მოცემული მიკროსტრუქტურის გამოსახულებაზე, ისე რომ ადგილი არ ექნება გამოსახულის სიგნალების დონების დასაშვები ღირებულების გამოყენებას, ე.ი. არ დაირღვევა დატვირთული სტრუქტურის სწორი ფუნქციონირება. მანამდე რაოდენობა მიკროსტრუქტურის კოეფიციენტი  $K_{\text{კოეფ}} = 2-100$ .

გაურთიანების  $K_{\text{გაურთიანების}}$  კოეფიციენტი შეესაბამება განისაზღვრება მიკროსტრუქტურის მასშტაბის რაოდენობის, რომელზეც მიიღებება შეიძლება მოცემული მიკროსტრუქტურის შესახებ, ისე რომ გამოსახულის სიგნალები არ გამოვა დასაშვები ღირებულება. მანამდე რაოდენობა მიკროსტრუქტურის  $K_{\text{გაურთიანების}} = 2-8$ . ეს უნდა იქნება არ არის საკმარისი, მაშინ იყენებენ სპეციალურ მიკროსტრუქტურებს - გამტარუნარიანებს, რომელთა საშუალებითაც შეიძლება მისაღებობადი უღობურების რაოდენობის გაზომვა.

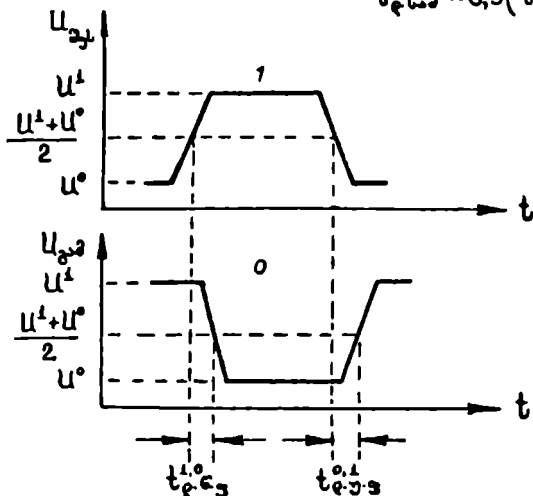
დაბრკობადაცლებობა. ეგზე-ის მუშაობის დროს დაუშვებელია ინტერაქციის დროს მანამდე დაბრკობადაცლებობა, ვინაიდან იგი აუცილებელია მიკროსტრუქტურის არასწორ შედეგად ან მანამდე რაოდენობის დროს დიდ დაბრკობადაცლებობა, რაც გამოწვეული იქნება განმტკობის დროს გამოყენების. ამიტომ ეგზე-ს და მისი მთლიანი უღობურების წარმოება დაბრკობადაცლებობის აუცილებელია მთლიანად, რომელიც იკვლიანობა უღობურების არამტკობისაგან გამომდინარეობს დაბრკობების მოქმედებაზე.

დაბრკობების სიგნალები ეგზე-ში რეგულირებენ მანამდე რაოდენობის სახე აქვს. ამხვევებზე გარდაცემ და მინიგამ დაბრკობადაცლებობა. გარდაცემის მიხედვით: დაბრკობადაცლებობა საბრკობის უღობურების ქსელიდან, მთლიანი მანამდე რაოდენობისაგან, საშუალო უღობურების რაოდენობისაგან, ატმოსფერული ფუნქციონირებისაგან და სხვ. მი-

ნაგანს მიეკუთვნება ისეთი დაბრკოლება, რომლის ამპლიტუდა და ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ელემენტის ელექტრული სიგნალების ამპლიტუდაზე და ურთქების ხანგრძლივობაზე. სხვადასხვა ტიპის მიკროსტრუქტურის დაბრკოლების სიგნალის მნიშვნელობა იცვლება რამდენიმე მუდმივი ვოლტიდან რამდენიმე ვოლტამდე.

სტრუქტურული. ამ პარამეტრს ამასიამებურ ელემენტში სიგნალის გავრცელების დაყოვნების საშუალო დროით. იგი წარმოადგენს დროის ინტეგრალს ელემენტის შესასვლელზე სიგნალის მიწოდებიდან გამოსასვლელზე სიგნალის მიღებამდე. ხშირად ამ პარამეტრს ანგარიშობენ შესავალი და გამოსავალი სიგნალების 0,5 ღონეზე. 2.2 ნახ.-ზე ნაჩვენებია ინვერტირის შესავალი და გამოსავალი სიგნალების დროითი დიაგრამა. ნახ.-ზე მიხედვითია შესავალი (1) და გამოსავალი (0) სიგნალების წინა და უკანა ურთქების დაყოვნების ხანგრძლივობები სიგნალის ინვერტირების დროს. დაყოვნების საშუალო დრო იანგარიშება ასე

$$t_{\text{საშ}} = 0,5(t_{\text{გ.ვ}}^{1,0} + t_{\text{გ.ვ}}^{0,1})$$



ნახ. 2.2



თანამედროვე მიკროსქემებში სიგნალის დაყვანების დრო იფიქსირება რამდენიმე მუდმივიდან რამდენიმე ასეულ წანოწამამდე. გადარევის ენერჯია. იგი განისაზღვრება წამრავლით

$$\dot{E} = P_{\text{საშ}} \cdot t_{\text{გ.საშ}}$$

და ახასიათებს მიკროსქემის დამუშავებისა და შესრულების ხარისხს. ეს მიხმარებული სიმძლავრე გამოისახება მილივატებში, ხოლო დაყვანების საშუალო დრო - წანოწამებში, მაშინ გადარევის ენერჯია ნარგარიშება პიკოჯაულებში. რაც უფრო მცირეა ეს პარამეტრი, მიუ უფრო ხარისხიანია მიკროსქემა.

სამიდელოება. სამიდელოებას ახასიათებენ უმცირეს მუშაობის საშუალო დროთ, რომელიც თანამედროვე მიკროსქემებისათვის აღწევს  $10^7$  საათს. მოსალოდნელია, რომ 1990 წლისათვის იგი გაიზრდება  $10^8$  საათამდე. ასევე მალე სამიდელოების მქონე ელემენტები საშუალებას იძლევა აიგოს ეგზ-ები, რომელთა უმცირეს მუშაობის საშუალო დრო აღწევს  $5 \times 10$  ათას საათს.

ტემპერატურული დინამიკი. თანამედროვე მიკროსქემებს შეუძლია წინმართი ფუნქციონირება არასასურველ კლიმატურ პირობებში, გამრდილი ტენიანობისა (98%-მდე) და დიდი ტემპერატურული დინამიკის დროს (-10-დან +70 -მდე ფართო დანიშნულების მიკროსქემებისათვის და -60-დან +125 -მდე სპეციალური მიკროსქემებისათვის).

ღირებულება. მიკროსქემების ღირებულება დამოკიდებულია ინტეგრაციის ხარისხზე, ფუნქციურ დანიშნულებაზე და იფიქსირება რამდენიმე ასეული კვადრატული რამდენიმე ასეულ მანეთამდე.

ეგზ-ის შექმნის ყველა სფეროში მასიური გამოყენების აუცილებლობის გამო მიკროსქემათა ღირებულებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება. საერთოდ, მას ახასიათებს თანდათანობითი

მუშეობის ტექნიკა.

მოწყობის № KI55JIA2 ინტეგრალური მოწყობის (8 შესასვლელიანი დიდი, 8 "და-არა") ძირითადი პარამეტრები და მანუალური:  $P_{\text{და-არა}}$  - არა უმეტეს 78 მგ-სა;  $U^A$  - არა უმეტეს 2,4 ვ-სა,  $U^B$  - არა უმეტეს 0,4 ვ-სა;  $t_{\text{და-არა}}^{A, B}$  - არა უმეტეს 15 წმ-სა,  $t_{\text{და-არა}}^{A, B}$  - არა უმეტეს 22 წმ-სა;  $K_{\text{და-არა}}=10$ ,  $K_{\text{და-არა}}=2$ ; მოწყობა იწარმოება მუშაობის უნარიანობას გრძელვადიანი დროისათვის  $-10 \div 75^{\circ}\text{C}$ ;  $E=1440$  აჯ.

§ 3. ინტეგრალური მოწყობის ალნიშვნის სისტემა

მუშეობის დანიშნულების მიხედვით მოწყობები იყოფიან ქვეჯგუფებად (მაგალითად, ლოგიკური დიდი, არითმეტიკური და დისკრეტული მონაცემები, ტრიგონომეტრი და ა.შ.), ხოლო ქვეჯგუფების შიგნით - საბუთებად (მაგალითად, ტრიგონომეტრი - უნივერსალური, დინამიკური, ზვილის და სხვ.). 2.1 ცხრილში მოყვანილია ტიპური ინტეგრალური მოწყობების ალნიშვნის მათი მუშეობის დანიშნულების მიხედვით.

ც ხ რ ი ე ნ 2.1

| ქვეჯგუფი | საბუთა             | ალნიშვნა |
|----------|--------------------|----------|
| 1        | 2                  | 3        |
| ლოგიკური | "და"               | ЛИ       |
| დიდი     | "ან"               | ЛЛ       |
|          | "არა"              | ЛН       |
|          | "და-არა"           | ЛА       |
|          | "და-არა", "ან-არა" | ЛБ       |
|          | "და-ან-არა"        | ЛР       |

| 1  | 2   | 3                                |
|--|---|----------------------------------|
| არჩეობიერი<br>და დისკრეტული<br>მონუმბილობები | არჩეობიერი- ლოგორი მონუმბა<br>მიგრაციონი<br>დუმიგრაციონი<br>მეველი<br>ამჟამადი<br>რეგისტრი              | ИП<br>ИВ<br>ИД<br>ИЕ<br>ИМ<br>ИР |
| მეხბიურების<br>მონუმბილობები                 | ასოციაციონი<br>მუმივი მონუმბაჯორადი მანერი<br>მუმივი ერეჯორადი მანერი<br>ოქორაციონი<br>მუმივი           | РА<br>РР<br>РТ<br>РУ<br>РЕ       |
| გრიგორები                                    | RS -გონის<br>უნივერსალური (JK გონის)<br>დინამიკური<br>დაყვინბი (D გონის)<br>მელის (T გონის)             | ТР<br>ТВ<br>ТД<br>ТМ<br>ТТ       |
| გამომელი<br>სამუადემა<br>სქემები             | სინქრონიზაციის სქემები<br>ინტეგრუისის სქემები<br>მიკრო-ეტი<br>მიკროპროცესორი<br>ნევეტის მარევის სქემები | ЕБ<br>ЕВ<br>ЕЕ<br>ЕМ<br>ЕН       |

მიკროსქემათა აღნიშვნა შედგება 4 უღებურებისაგან.

პირველი უღებური ციფრია, რომელიც მიუთითებს მიკროსქე-  
მის კონსტრუქციულ-ტექნოლოგიურ შესრულებაზე, კერძოდ:

1; 5; 7 - მიუთითებს, რომ მიკროსქემა არის ნაბეჭდარგამტა-  
რული;

2; 4; 6; 8 მიკროსქემა პიბრიდულია.

მეორე უღებური ჩრ ან საბინიშნა ჩიგებია 0-დან 999-მდე  
და აღნიშნავს მიკროსქემის სერიის ნომერს.

პირველი-ორი უღებური გვიჩვენებს რომელ უნიფიცირებულ  
სერიას უკავშირდება მიკროსქემა. სერიაში აქ ჩვენისხმება მიკ-  
როსქემათა უფრო, რომელიც დაშვებულია ურთიანი ტექნოლოგიით,  
გააჩინა ურთიანი კვების ძაბვა და შესავალი და გამოსავალი  
სიგნალების შეთანხმებული ღირებულებები. რაც უფრო ურთიანი სერიის  
ფუნქციური შეთანხმებულობა, მით უფრო მეტია ამ სერიის მიკ-  
როსქემების გამოყენების შესაძლებლობანი.

მესამე უღებური შედგება ჩრ რუსული ასოსაგან, რომელ-  
მაც განსაზღვრავს მიკროსქემის ფუნქციური აღნიშვნულობას.

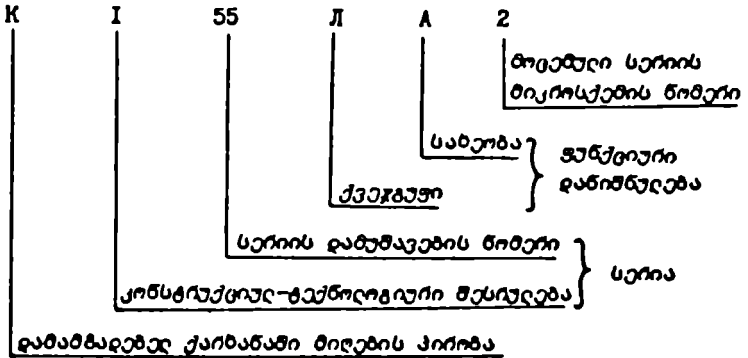
მეოთხე უღებური მოცემული სერიის და ფუნქციური და-  
ნიშვნულობის მქონე მიკროსქემის დამუშავების ჩიგითი ნომერია.

ასობები K, KM, KP მიკროსქემათა აღნიშვნის ნიშ მიუთით-  
ებენ მიკროსქემის კონსტრუქციულ ტექნოლოგიისა და  
დაშვებულ ქარბანაში მათი მიღების პირობაზე.

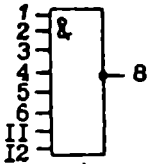
ხშირად პირობითი აღნიშვნის ბოლოს კიდევ უმატებენ ასოს,  
რომელიც გვიჩვენებს მოცემული ტიპობითობის განსხვავებას რ-  
მელიმე უღებურული ქარბებების მიხედვით.

განვიხილოთ კონკრეტული მაგალითი. აღნიშვნა KI55JA2  
გვიჩვენებს, რომ გვაქვს ურთიანი დანიშვნულობის მიკროსქემა (K),  
იგი არის ნაბეჭდარგამტარული (1), მისი სერიის ნომერია 155,

ასრულებს "და-არა" ფუნქციას ( JIA ), მოცემულ სერიისში მისი რიგითი ნომერია 2.



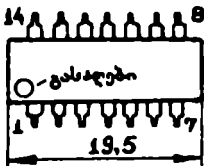
2.3 ნაბ.-ზე ნაჩვენებია KI55JIA2 მიკროსქემის აღნიშვნა



ნაბ. 2.3

ფუნქციურ სქემებზე, 2.4 ნაბ.-ზე კი მოყვანილია ზვით მიკროსქემა და მიხედვლია მისი ზომები. გამომყვანების ნუმერაცია მიკროსქემაზე იწყება გასაღების აღნიშვნით - დაწ. 1-6, 11, 12 გამომყვანები იწყობა-

თული შესასვლედებია, 8 გამოსასვლელია, 7 - საერთო (დამიწება), 14 გამომყვანზე მიეწოდება კვების წყაროს ძაბვა (+5 ვოლტი).



ნაბ. 2.4

### შ ა ვ ი 111

#### ინტელექტუალური საქმიანობის განვითარების უზრუნველყოფის საკითხები

უმაღლესი უფლებამოსილი პირები სწრაფად ვითარდებიან. მუშაობა ახალი ტიპისა და ხარისხის მართლაცდების ინტელექტუალური მოვლასთან, მიმდინარეობს ახსნაშენის მიმდინარეობა. უმაღლესი გამოყენებული მოვლასთან დაკავშირებული ტიპისაა, რეზილენტობის სიღრმეები წარმოადგენს რეგულაციის 0-სა და 1-ის შერევის საშუალებების დონეები.

ინტელექტუალური მოვლასთან დაკავშირებული საკითხები უზრუნველყოფს ინტელექტუალური ვითარების, ე.ი. ის ვითარება ანგარიშს სხვადასხვა-ნაირად რეზილენტობის, დონეების, მიმდინარეობის და უნიკალური (ვარიანტი) ტრანსპორტების გამოყენებით. დისკრეტულ საქმიანობებში-კაში ძალზე გავრცელებული იყო ე.წ. ტექ (რეზილენტობა-ტრანსპორტული) და ტექ (დონორ-ტრანსპორტული) რეგულაციის საქმიანობები. ინტელექტუალური საქმიანობების უზრუნველყოფის გავრცელებული ტექ (ტრანსპორტული-ტრანსპორტული), ტექ (უნიკალური დაკავშირებული), ტექ (ინტელექტუალური-ინტელექტუალური) და ვარიანტი (მოტი) ტრანსპორტული აგებული რეგულაციის საქმიანობები.

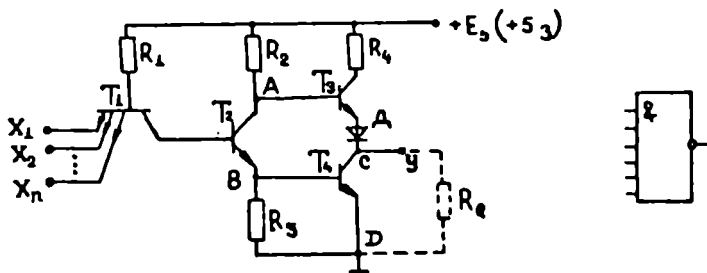
პროცესუალური ტიპის მოვლასთან დაკავშირებული საკითხები უზრუნველყოფს ინტელექტუალური საქმიანობის საშუალებებით, რეზილენტობის ასრულებად პირის ("ან-ანა"), მუშაობის ("და-ანა") და საშუალებების ("ან-და-ანა", "და-ან-ანა") ხარისხებით.

### § 1. ტრანზისტორულ-ტრანზისტორული ლოგიკის უბეჭებები

ТТЛ უბეჭები პირველად 1963 წელს გამოჩნდა და უკვე 15 წლის შემდეგ მთელ მსოფლიოში არსებულ ლოგიკურ მიკროსტრუქტურა-თა ნახევარს შეადგენდა. ეს სწრაფმუდელი სქემები მასივადება სიმარტივით, ეკონომიკურობითა და ჭარბი ლოგიკური შესაძლებლობებით.

ТТЛ უბეჭების მასიური გამოყენებით აიხსნება მათი შემდგომი სრულყოფა, ახალი მიმდინარეობების დამუშავება, სერიის ფუნქციური შემადგენლობის გაფართოება. მაგალითად, ამერიკული ფირმის Texas Instruments-ის მიერ გამოშვებული ТТЛ სერია შეიცავს ასობით სხვადასხვა ტიპისა და დანიშნულების მიკროსტრუქტურას, რომელთა შორის ნახევარზე მეტი საშუალო და დიდ ინტეგრირებული მიკროსტრუქტურებს მიეკუთვნება.

3.1 ნაშ-ზე ნაჩვენებია ТТЛ ლოგიკის ბაზური უბეჭი, რომელიც ასრულებს "და-ანა" ფუნქციას. განვიხილო სქემის დეტა-



ნაშ. 3.1

ობა. საერთოდ, ТТЛ სქემების ძირითადი მახასიათებლებია მრავალბეჭურიანი ბიპოლარული ტრანზისტორის გამოყენება. ნაშ-ზე მოყვანილ სქემაზე იპოვება "და" სრულდება  $T_4$  მრავალბეჭურიანი ტრანზისტორით, რომლისგან მიღებული სიგნალის ინვერტირება ხორ-

თივედგება  $T_2$ ,  $T_3$  და  $T_4$  ტრანზისტორებზე ატეხულ რთულ ინვერ-  
ტორებზე. უბეჭობი იყვება მუდმივი კვების წყაროთი  $E_3 = +5$  ვ  
და მუშაობს მუდმივი სიგნალების მიმდებარე ღონეებზე:  $U^1 = 3,3$  ვ  
(ღონეკური 1),  $U^0 = 0,1$  ვ (ღონეკური 0).

ამდგომად, ყველა უბიჭობური მუდმივი რთული მიმდებარე  
დგება სიგნალი  $U^1 = 3,3$  ვ. ე. ი. გვამქვს

$$X_1 = X_2 = \dots = X_n = 1.$$

მაშინ  $T_1$  ტრანზისტორის ყველა უბიჭობური გადამსაცვლელი ჩაი-  
კვება, ვინაიდან მათ უარყოფითი წარმაცვლება გააჩნიათ.  $T_2$  და  
 $T_4$  ტრანზისტორები იმყოფება გაჯერების რეჟიმში. დენი გაივ-  
ლის მიმდებარე წიგნით:  $+E_3$ ,  $R_1$ ,  $T_1$  ტრანზისტორის ღია კ-  
ლექტორული  $p-n$  გადამსაცვლელი,  $T_2$  და  $T_4$  გაჯერებული ტრან-  
ზისტორების უბიჭობურ-ბაჭური გადამსაცვლელი, 0.  $T_1$  ტრანზის-  
ტორი იმყოფება ჩარბვის ინვერსიულ რეჟიმში. ვინაიდან  $T_2$  ტრან-  
ზისტორი ღიაა და იმყოფება გაჯერებულ მდგომარეობაში, სქემის  
A და B წიგნილებს შორის გვამქვება მთელი ძაბვათა სხვაობა,  
რასაც ყველგა ძაბვის ვარდნა  $A$  დროზე. ამის გამო  $T_3$  ტრან-  
ზისტორი საბიჭობე ჩაიკვება და აღორჩნდება წაკვების რეჟიმში.  
 $T_4$  ტრანზისტორი, რომელიც ამ რეჟიმში ეკვიპოტენციურ წიგნი-  
წარმაცვლელს, აერბებს სქემის C კვანძს დამიწების D წიგ-  
ნიგნით. ამით იგი ამოკლებს დავირბვის  $R_2$  წინაღობას. მაშასა-  
დაბი, გამოსაცვლელზე გვამქვს ღონეკური ნული ( $y = 0$ ).

მე  $T_1$  ტრანზისტორის ლუნდაც ერთ მუდმივი რთული მიმდებარე  
დაბალი ღონის სიგნალი, მაშინ გაილდება ამ ტრანზისტორის მუდ-  
მაბისი უბიჭობური გადამსაცვლელი.  $T_1$  გამოვა ინვერსიული რეჟი-  
მიდან, ხოლო  $T_2$  და  $T_4$  ტრანზისტორები ჩაიკვება, ვინაიდან  
მათი ბაჭური დენები ნული გაბდება. ამ დროს დამიწება  $T_3$  ტრან-  
ზისტორის გაჯერება. მისი გაჯერების ბაჭური დენი გაივლის მიმ-



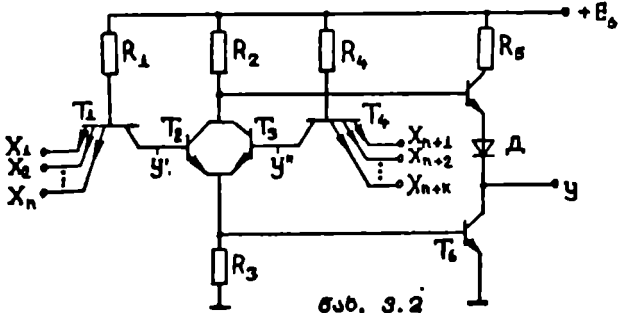
დავწოდებთ:  $+E_3$ ,  $R_2$ ,  $T_3$  ტრანზისტორის ემიტორულ-ბაზური გადასაცვლელი, პირდაპირ ჩართული დიოდი  $D$ , დატვირთვის წინაღობა  $R_6$  და  $-E_3$ . ძაბვის ვარდნა  $R_6$  წინააღმდეგე  $U_{\beta} \gg U_{\beta 3,33}$ , რაც შეესაბამება ლოგიკურ ერთს ( $y = 1$ ).

განვიხილო სქემას გაართვა მაღალი დატვირთვისუნარიანობა. იგი შედის K155 სერიის შემადგენლობაში, რომელიც შეარჩევა გამოყენებული ემპ-ებში.

ТТЛ ლოგიკაში ასევე შეარჩევა გამოყენებული "და-ან-არა" ელემენტი (ნახ. 3.2). მასში ძირითადი "და-არა" ელემენტის შესაბამისი  $T_2$  ტრანზისტორის ნაცვლად პარალელურად ჩართულია ორი ტრანზისტორი  $-T_2$  და  $T_3$ , რომლებიც იმართება ორი მრავალედიოტურიანი  $T_1$  და  $T_4$  ტრანზისტორით. ასეთ სქემაში  $y'$  და  $y''$  სიგნალების მიზარით სრულდება "ან-არა" ოპერაცია, სქემა კი შესაძლებელი არგუმენტების მიზარით ასრულებს ჭრუჭვისას

$$y = \overline{y' y''} = \overline{X_1 X_2 \dots X_n} \overline{X_{n+1} X_{n+2} \dots X_{n+k}}$$

ТТЛ ლოგიკაში ყველაზე უფრო გავრცელებულია K155 სერია, რომლის შემადგენლობაში შედის მიკროსქემათა 100-ზე მეტი ტიპი-წარმომადე. შემდგომში კონკრეტული მაგალითების განხილვისას ძირითადად გამოვიყენებთ ამ სერიის მიკროსქემებს.

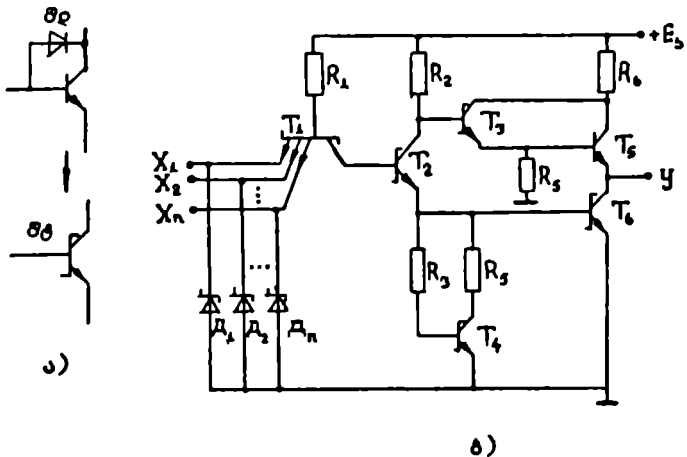


ნახ. 3.2

ТТЛ სქემებისათვის დამახასიათებელია ტრანზისტორების მუშაობა გაჯერების რეჟიმში, რაც იწვევს დაყოვნების დროის გაზრდას სქემის გადართვისას ერთი მდგომარეობიდან მეორეში. სწრაფქმედების გამზრისათვის ჩვეულებრივი ტრანზისტორების ნაცვ-  
ლად იყენებენ ე.წ. შოტკის დიოდებსა და ტრანზისტორებს. შოტკის დიოდი წარმოადგენს ბიპოლარული ტრანზისტორის მალაღობიანი კო-  
ლექტორის კონტაქტს მეტადიან. ძაბვის ვარდნა ღია მდგომარეობა-  
ში მყოფ შოტკის დიოდზე დაახლოებით უდრის 0,4ვ-ს, ამიტომ ბა-  
მა-კოლექტორის პარალელურად მისი ჩარევა გამოირცხავს ღია  
ტრანზისტორის გაჯერებას და აჩქარებს მის ჩაკვლას.

შოტკის დიოდი (მდ) და ბიპოლარული ტრანზისტორი ინტეგრირ-  
ლური მქსრულებით წარმოადგენენ ერთიან სტრუქტურას, რომელსაც  
შოტკის ტრანზისტორს უწოდებენ.

3.3, ა ნაშ-ზე ნაჩვენებია შოტკის ტრანზისტორი (მგ), ხოლო  
3.3, ბ ნაშ-ზე - მასზე აგებული ბაზური "და-არა" უღმერტის სქე-  
მა.



ნაშ. 3.3

მოტყის დიოდებს აგრეთვე იყენებენ სქემის შესასვლელებზე რხევების ჩახშობისათვის და უარყოფითი ძაბვების წარმოშობის თავიდან ასაცილებლად.

§ 2. ტრანზისტორულ-ტრანზისტორული ლოგიკის ელემენტების ძირითადი პარამეტრები და მათი გამოყენების თავისებურებანი

ТТЛ და ТТЛШ ლოგიკის ყველა ელემენტი იკვებება მხოლოდ ერთი კვების ძაბვით (+5 ვ). ლოგიკური 0-სა და 1-ის შესაბამისი სიგნალების ძაბვის ზღვები -  $U^0 \leq 0,4$  ვ,  $U^1 \geq 2,4$  ვ. ТТЛШ ელემენტებისათვის  $U^0 \leq 0,5$  ვ,  $U^1 \geq 2,7$  ვ. განმეორებისა და გაერთიანების კოეფიციენტები შესაბამისად ტოლია  $K_{\text{გზ}} = 10$  და  $K_{\text{გზ}} = 8$ . სიგნალის გავრცელების დაყოვნების საშუალო დრო- $t_{\text{გავ}} = 10 \div 30$  ნწმ, მონმარბული სიმძლავრე- $P_{\text{სიმ}} = 1 \div 60$  მვტ.

ეგმ-ში გამოყენების დროს გასაყვადისწინებელია

ТТЛ სქემის გამოყენებელი შესასვლელების რეჟიმო და გამტორი ენების გავლენა მანქანის მოწყობილობებზე სიგნალების გადაცემის დროს.

•

მუშაობის დროს შეიძლება არ იყოს გამოყენებული რამდენიმე ლოგიკური ელემენტის ყველა x შესასვლელი და ზოგიერთი მათგანი შეიძლება აღმოჩნდეს "ზედმეტო". ამან შეიძლება იმოქმედოს ელემენტის მუშაობის ელექტრულ რეჟიმზე, ამიტომ სასურველია განვსაზღვროთ რამდენი ვარიაანტიდან ერთ-ერთი: მივანერგოთ გამოყენებულ შესასვლელებს ერთდროვანი სიგნალი  $U^1$  ან მივაერთოთ იგი კვების წყაროსთან. მისი კვების ძაბვა დაახლოებით 1,5 ვ-ით აღემატება  $U^1$ -ს, ამიტომ გამოყენებელი ელემენტები კვების წყაროსთან უნდა მივაერთოთ 1 კომი წინააღმდეგობის დამცავი რეზისტორით. ერთ რე-

მისტორში შეიძლება მიერთებულ იქნეს 20-მდე შესასვლელი.

ТТII და ТТIIII სქემებისათვის საერთოდ დამახასიათებელია სქემის გამოსასვლელის ნულევიანი მდგომარეობიდან ურთულევიანში გადართვისას გამჭოლი ღუნის წარმოშობა და მისი გავლა კვების საღებებიდან დაშიწების წერტილამდე. ამ ღუნის წარმოშობა ასე აიხსნება. მაგალითად, 3.2-ნახ.-ზე წარმოდგენილ სქემაში  $T_3$  და  $T_4$  ტრანზისტორების ურთქული გალება გამოირიცხება. გარდამაჰადი პროცესის დროს გაჯერებული  $T_4$  ტრანზისტორის ჩაკეების შეჯერებების გამო წარმოიშობა ორივე გამოსავალი ტრანზისტორის დროებითი გამტარობა და კვების წყაროდან დაშიწების წერტილის გავლით გავლის ღუნის ხანმოკლე იმაჰლსი, რომელიც შემოსამღვრელია მხოლოდ დიოდის წინააღობით და დამყავი  $R_5$  რეზისტორით. გამჭოლი ღუნის ასეთი იმაჰლსი ქმნის დაბრკობას კვების საღებებზე. ამით შეიძლება დაირღვეს სხვა უღებების ნორმალური მუშაობა, რომლებიც იკვებებიან ამავად საღებებით. ამის თავიდან ასაცილებლად ნაბეჭდო ჭირჭიჭაზე მიკროსქემის დამონტაჟების დროს აუცილებელია კვების ძაბვის ფილტრაციის გამვალისწინება. ამისათვის, ჭირჭიჭაზე დამატებულ ყოველ მიკროსქემას დამატებით უყრებენ გამომწვევ კონდენსატორებს.

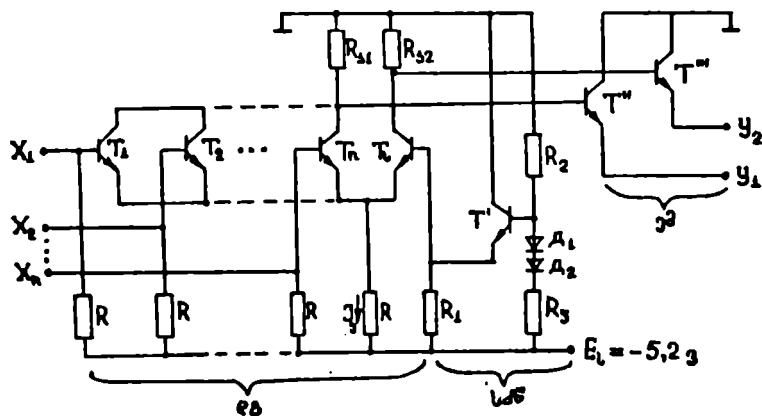
ТТII ლოგის მიკროსქემების ძირითადი უღებური პარამეტრები შეთანხმებულია. ეს საშუალებას იძლევა კვების აგების დროს ეს მიკროსქემები უშუალოდ შევუერთოთ ურთმანებს.

ТТII ლოგის მიკროსქემათა ნომენკლატურა ძაღზე მრავალფეროვანია. იგი შეიცავს როგორც მარტივ ბაზურ უღებებს, ასევე რაღ უღებური კვანძებსა და მონუმბილობებს. კვებები ჭარბად გამოიყრება I30, KI3I, I34, KI55 (ТТI) და 530, K53I K555 (ТТIIII) სერიის მიკროსქემები. ТТIIII ლოგიაღა აგებული K589, KP1802, KP1804 სერიების მიკროპროცესორული კომპლექტები.

### ფ 3. ემიტორულად დაკავშირებული ლოგიკის ელემენტები

ეგზე-ში გამოყენებული ლოგიკური მიკროსტრუქტურებიდან ყველაზე სწრაფქმედია ემიტორულად დაკავშირებული ლოგიკის (3DL) სტრუქტურები. მათი მაღალი სწრაფქმედება, უპირველეს ყოვლისა, უზრუნველყოფილია ღირბარი გადამრეგულირების გამოყენებით, რომლებიც აგებულია გაუქრებელ ტრანზისტორებში.

3DL ბაზური ინტეგრირებული ელემენტის "ან-ანა", "ან" სტრუქტურა წარმოდგენილია 3.4 ნახ.-ში. იგი შედგება ღირბის გადამრეგულირებლისაგან (დგ), საყრდენი ძაბვის წყაროსაგან (სძწ) და სიმბლავრის მამლი-ორებლებისაგან, რომელთა ფუნქციებს ასრულებენ ემიტორული მამლი-ორებლები (ემ). დგ განკუთვნილია ლოგიკური ფუნქციების შესასრუ-ლებლად და ქრის პირველ ლოგიკურ საფეხურს პირდაპირი და ინვერ-სიული გამოსასვლელით.



ნახ. 3.4

სძწ შეიცავს ტემპერატურის მკომპენსირებელ დამყოფს ( $R_4$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $R_3$ ), საკუთარ ემ-ს ( $T_n$ ,  $R_1$ ) და განსამლეტრავს

ძაბვის ღონეს, რომელიც შეესაბამება მიწოდებული ნულფაზნი და ერთდროულად სიგნალების ძაბვის ღონეების საშუალო მნიშვნელობის ტოლია.

$T''$  და  $T'''$  ტრანზისტორებზე აგებული ემ განკუთვნილია გამოსავალი სიგნალების გაძლიერებისა და სიმძლავრის მიზნების. ემ აგრძელებს ახორციელებს ამ სიგნალების წანაცვლებას იმ ღონეზე, რომ უზრუნველყოფილ იქნეს შესავალი და გამოსავალი სიგნალების ძაბვის ღონეების ტოლობა. ეს აუცილებელია მოცემული სქემის სხვა ანალიტიკურ სქემებთან შეერთებისათვის.

ბაჭური ელემენტი მუშაობს შემდგომად: აუცილებს ახრდაც ერთი შესასვლელზე გვერდება ღონეჯარი 1, ე. ი. ძაბვის მაღალი ღონე, მათი შესაბამისი ტრანზისტორი გაილება,  $J_2$  ემიტორული დენი შეიკვრება  $R_{21}$ -ზე და  $y_1$  გამოსასვლელზე გვერდება ძაბვის მაღალი ღონე. აუ ყველა შესასვლელზე გვერდება ღონეჯარი 0, მათი დგანს  $T_1$  საყრდენი ტრანზისტორი გაილება, რაც გამოიწვევს ყველა  $T_1, T_2, \dots, T_n$  ტრანზისტორის ჩაყვებას და  $y_2$  გამოსასვლელზე ძაბვის ამაღლებას. აქედან ცხადია, რომ

$$y_1 = x_1 V x_2 V \dots V x_n.$$

რადგან  $y_1$  და  $y_2$  გამოსასვლელი ინვერსიულია, ამიტომ

$$y_2 = x_1 V x_2 V \dots V x_n.$$

როგორც ცხადია, ელემენტი ერთდროულად ასრულებს ორ ("ან-ანს" და "ან") ღონეჯარ ფუნქციას.

ბაჭური სქემებისათვის დამახასიათებელია ყველის წყაროსაგან მიმდინარე დენის მუდმივობა. ეს იმიტომ აიხსნება, რომ მის სქემებში დენები არ იქმნება და არც წყდება, ხდება მხოლოდ მათი კომბინირება.  $TIA$  სქემებს ასეთი მდგომარეობა არ გააჩნიათ და მაღარავის დროს მათში წარმოშობილი გამტორი დენების მდგომარეობა

ასაცილებლად საჭიროა დამატებითი ღონისძიებების მიღება.

ՅՇԱ სქემები უერთდება უარყოფითი კვების წყაროს (-5,2 ვ), მათი კოლექტორული წრედები კი დამონტაჟდება. ასეთი ჩარევა გამო-  
რიცხავს გამოსავალი ძაბვის დამოკიდებულებას კვების წრედში  
აღძრულ დაბრკოლებათა სიგნალებზე. ამით უზრუნველყოფილია ამ სქე-  
მების მაღალი დაბრკოლებადამუდობა.

ՅՇԱ სქემების უმრავლესობისათვის (100, K500, 700) და-  
მახასიათებელია ყველა გამოსასვლელის მიერთება კვების საღեղ-  
თან მაღალმინანი რეზისტორებით. ამით გამოირიცხება გამოუსყენ-  
ებელი შესასვლელების სპეციალურ პოტენციաლებზე ირიტაციის აუცი-  
ლებლობა. გამოსავალ ემ-ებს არ გააჩნიათ დატვირთვის რეზისტორ-  
ები. ისინი მიერთებულია ՅՇԱ სქემების გამოსასვლელებზე და კვ-  
ბის (-2 ვ) სპეციალურ საღեղზე.

ՅՇԱ სქემებში სიგნალების მაღალი ღირք შეადგენს 0,9 ვ-ს,  
დაბალი ღირք - -1,65 ვ-ს. ღოგოչური სხვაობა შეადგენს 0,75 ვ-ს.  
Ե. ი. ՅՇԱ და TTA სქემების შეერთებისათვის საჭიროა მათი զ-  
რეების ტრანსლატორების სპეციალური სქემები. ՅՇԱ ღոგოչაში არ-  
სებობენ ასეთი დანიშნულების მიკროსქემები:

TTA სქემებთან შედარებით ՅՇԱ სქემების დიდ უპირატ-  
ւորებად იხველება კაბელის საშუალებით დიდ მანძილზე (15 მეტრამდე)  
დუშაობის შესაძლებლობა. խաղաղი წინაդება ამ დროს უერთდება  
-2 ვ კვების წყაროს, რაც უზრუნველყოფს დატვირთვის զ-  
րեების შე-  
օրրებას.

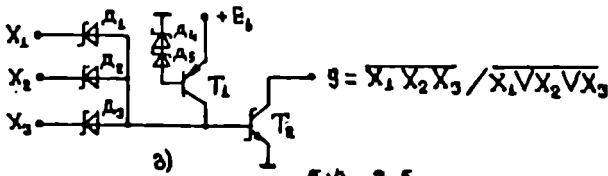
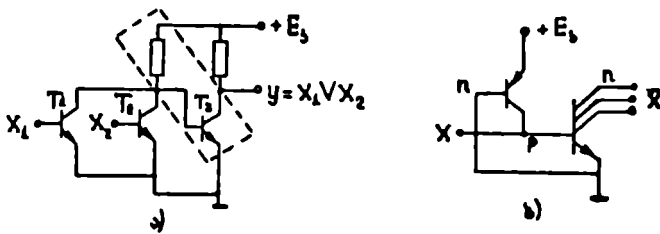
ՅՇԱ სქემების დატვირთვის უնარჩառնա მაღალია. დაბრკո-  
ւածամուდობის მარագი დაახლოებით შეადგენს 0,125 ვ-ს, საშუա-  
ղաყოვნების დროა 2 ԵԽ, մոնիարებული სიმძლავր - 25 ԵԽ, զ-  
մարդვის շերտից կ - 50 ԵԽ.

ՅՇԱ շղթաները გამოიყენება სწრაფությամբ շղթ-ներში. ისინი

მზადდება მცირე, საშუალო და დიდი ინტეგრალური სქემების სახით. კერძოდ ისინი შეადგენენ უს-1035, უს-1045, უს-1060, უს-1065 და სხვა ტიპების ელემენტარ ბაზას. ЗСА ელემენტებზეა აგებული 36 მსგ ტექტური სიბზირის მქონე К1800 მიკროპროცესორული სერიის ყველაზე სწრაფი დიდი ინტეგრალური სქემები.

§ 4. ინვეციური ლოგიკის ელემენტები

ინტეგრალური ინვეციური ლოგიკის  $U_{11}A$ , ანუ  $U^2A$  ელემენტების სქემები წარმოადგენენ უშუალოდ მონაკლები სქემების განვიხილვას. ასეთი სქემების მუშაობის უზრუნველყოფის დამოკიდებულება დატვირთვის არქიტექტურაზე, რომელიც განსაზღვრავს დენს გამოსავალი ტრანზისტორის ბაზურ წრედში. ვ.5, ა ნაბ.-ზე იგი წარმოდგენილია პუნქტურით.



ნაბ. ვ.5

$U^2A$  ლოგიკის ბაზურ ელემენტს მივყავთ ინიციალური, რომლის მრავალკოდირებული  $T_2$  ტრანზისტორი მუშაობს გაჯერების რე-



ტიმში (ნახ. ვ. 5, ბ). წინა კასკადის დატვირთვა, რომელიც მის ბაზურ წრედს ეკუთვნის, შესრულებულია  $p-n-p$  ტიპის  $T_1$  ტრანზისტორზე. ი. ზონა ეკუთვნის როგორც ლია  $T_1$  ტრანზისტორის ბაზას (ამ ტრანზისტორს უწოდებენ ინჟექტორს), ასევე გასაღების რეჟიმში მომუშავე ტრანზისტორ-ინვერტორის ემიტერს (მისი  $p$  ბაზა შარბოაგვანს ინჟექტორის კოლექტორს).

ეს  $U^2A$  სქემაში გამოვიყენებთ შოტკის დიოდებსა და ტრანზისტორებს (პირველს დიოდურ დოტირებაში და წრედების განვალკვეთის საფუძველზე შესასვლელად, ხოლო მეორეს - ინვერტორებად), მაშინ ასეთი სქემის (ნახ. ვ. 5, გ) მარცვლებელი შეიძლება გახდეს კაპაზიტის ბაზაზე აგებულ ყველა სქემის მარცვლებელზე უკეთესი. მხოლოდ სწრაფმუდების მხრივ  $U^2A$  სქემა მაინც ჩამორჩება  $3CA$  და  $TTAIII$  სქემებს.

დოტირების სიგნალების შესაბამისი ძაბვების დონეები განისაზღვრება მხოლოდ ტრანზისტორების მახასიათებლებითა და მუშაობის რეჟიმით. ძაბვის დაბალი დონე იხსნება გაჯერებული ტრანზისტორების კოლექტორებიდან და უფროს დაბლობით 50 მვ-ს. ძაბვის მაღალი დონე კი ჩაკეტილი ტრანზისტორების კოლექტორებიდან იხსნება და არ აღემატება 0,6-0,7 ვ-ს, ე.ი. დონეების სხვაობა არ არის 0,55-0,65 ვ-ზე მეტი.

$U^2A$  სქემის საფუძველზე დამახასიათებელია ურეზისტორობა, რომელსაც მიკროსქემის კრისტალში ჩვეულებრივ დიდი ზომის უკავიათ. მისი ბაზური ელემენტი დაახლოებით 10-ჯერ ნაკლებ ზომის იკავებს, ვიდრე  $TTA$  სქემის შესაბამისი ელემენტი. ამიტომაც გამოვლენილი  $U^2A$  დოტირების საფუძველზე მხოლოდ დიდი და მუდმივი ინტეგრალური მიკროსქემების აგება. მათ ბაზაზეა აგებული  $K583$  და  $K584$  მიკროპროცესორული სერიები.



მასში  $R_b$  დატვირთვის რეზისტორის წყვეტად გამოყენებულია ტრანზისტორი. ნაბ.-ზე იგი აღნიშნულია  $T_3$  -ით. მიკროსქემაში მას წყლებში ფარული უკაცია დატვირთვის რეზისტორთან შედარებით.

ლოგიკური  $T_1, T_2, \dots, T_n$  ტრანზისტორები ჩართული არიან პარალელურად. შესავალი ძაბვები თითოეულ მათგანზე ჩამკვების ძაბვის ტოლია:  $U_{გა.1} = U_{გა.2}, \dots, U_{გა.n} = U_{გა.1}$ , გამოსავალი ძაბვა კი უდრის შესართვის ძაბვას  $U_{გა.3} = U_{გა.1}$ . ამ მდგომარეობაში  $U_{გა.3} = 2$  ვ-ს ( $U_{გა.3}$  - ძაბვაა ველიანი ტრანზისტორის ჩამკვება, რომლის დროსაც წარმოიშობა არხი), მაშინ შესავალ და გამოსავალ ძაბვებს შორის ლოგიკური სხვაობა შეადგენს 4 ვ-ს. შესავალი სიგნალების ლოგიკური დონეები შეესაბამება ღია და ჩამკვები ტრანზისტორების გამოსავალ ძაბვებს. ამ რიგვე შესასვლელზე მივაწვდით  $U_{გა.3}$ -ზე წყლებ ძაბვას, რომელიც ლოგიკურ ნულს შეესაბამება, მაშინ  $T_1, T_2, \dots, T_n$  ტრანზისტორები ჩამკვება, ხოლო შესართვის დენი პრექტივულად გაუტოლდება ნულს. მაშინ  $T_3$  ტრანზისტორის შესართვის დენი ნული გაბდება. ამიტომ გამოსასვლელზე ძაბვა დაახლოებით გაუტოლდება  $E_3$  კვების წყაროს ძაბვას, რაც შეესაბამება ლოგიკურ ერთს ( $y=1$ ). აქვე აღვნიშნავთ ტრანზისტორის შესასვლელზე მივაწვდით მდგომარეობაში მტრ ძაბვას (ლოგიკური 1), მაშინ ეს ტრანზისტორი გაიღება და წარმოიშობა შესართვის დენი. გამოსასვლელზე გვეძებება ნარჩენი ძაბვა, რაც შეესაბამება ლოგიკურ 0-ს ( $y=0$ ).

ანალოგიურად მუშაობს (პოლარობის გავყვანის ნიშნით) "ან-არა" სქემა  $p$  ტიპის ტრანზისტორებით. ტრანზისტორის ტიპის შეცვლა მოქმედებს სქემის პარამეტრებზე (მოხმარებული სიმძლავრე, სწრაფობა და სხვ.), მაგრამ მუშაობის პრინციპი არ იცვლება.

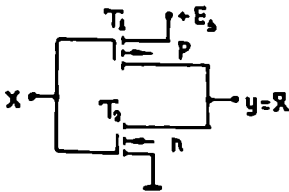
როგორც ნაბ.-დან ჩანს, "ან-არა" ლოგიკური სქემა მნიშვნელოვან

$T_1, T_2, \dots, T_n$  პარალელურად ჩარეული ტრანზისტორები. მათი მიმდევრობითი მიერთებით კი შეიძლება მიღებულ იქნეს "და-ანა" სქემა.

ვლიან ტრანზისტორებზე ატებული ინტეგრალური სქემების სწრაფქმედება წაყლებსა ტიპ ან ვსი სქემებთან შედარებით. და-სწავლების დრო შეადგენს 50-100 ნსმ-ს. ეს აიხსნება საკმაოდ დიდი გამოსავალი ტრანსფორმის გადამტვიტვის დაბალი სიჩქარით. სწრაფქმედების ამაღლების ყველა იქნის მიცყავარე მოი სქემაში სხვა წაყლის წარმოშობასთან. სამატიურად, მოი სქემა გამოიჩ-ჩვეს დაბალი მიზმარეული სიბძღავრით, მაღალი დატვირთულა-რითობით, დაბრკლებადაცლარობით და რაც ძალზე მნიშვნელ-ვანია, იყავებს წაყლებ შარეს (ვლიან ტრანზისტორები ინტე-რალური სქემის ყრისტადლე იყავებენ რამდენჯერმე წაყლებ შარეს მიპლარულ ტრანზისტორებთან შედარებით). ამიტომ მოი მიკროსქე-მა ძირითადად გამოიყენება იქ, სადაც არ არის მოთხოვნილ-ბა მაღალ სისწრაფეზე, მაგრამ საჭიროა ინტეგრაციის მაღალი და-რე.

ნ ტიპის მოი ტრანზისტორები გამოყენებულა K1801, K580, K581, K586 მიკროპროცესორულ სერებში. პ ტიპის ტრანზისტო-რების მამაზეა ატებული K536 სერიის მიკროსქემები.

ინტეგრალურ მიკროსქემებში ვლიან ტრანზისტორების უაქ-ტარობა გაიჩრდება, ლყი გამოიყენებთ სხვადასხვა ტიპის გაბ-ტარობის კომპლემენტალურ (ქმოი) ტრანზისტორებს. ირი ნ და პ ტიპის ტრანზისტორის ჩამყავისა და შესარავის გაერთიანებით მივიღებთ ინვერტორულ კასკადს (ნახ. ვ.7), რომელიც ნებისმიერ სტატიკურ მიტომარეობაში გააბრეუს ნულავარ სიბძღავრეს. ეს იბით აიხსნება, რომ მასში არ იავრის მდომიერ დერი. მარტად, და-დებითი  $\sim +E_2$  სქემის შესასვლელზე ალებს ყვედა ნ-მოი ტრან-



ნახ. 3.7

ზისტორს და ეტყავს ქვედა მოი ტრან-  
ზისტორს. ნუღოვანი პოტენციალი კი  
პირიქით - ალებს ზედა ტრანზისტორს  
და ეტყავს ქვედას. ასეთი სქემის  
სიმბლავრის დინამიკური გაბნევა ერთი  
რიგით წაქლებია, ვიდრე ერთი გამტა-  
რობის სქემაში.

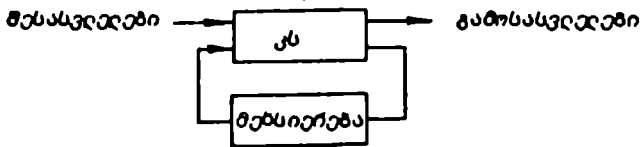
კომოი სტრუქტურის მიკროსქემათა პარამეტრები აბლთა იდეა-  
ღურთაწ. სტატისკურ რეჟიმში ისინი თიქმის არ ითხოვენ სიმბლავ-  
რეს, აქვთ მალადი დატვირთვისსურნარინაობა და დაბრკოლებადგულ-  
ბა, კარგი ტემპერატურული სტაბილურობა. გამოსავალი სიგნალის  
დონე პრატტიკულად ევების წყაროს ძაბვის ტოლია. მალადია ინტეგ-  
რაფიონს ბარისბი. ამით აიბსნება მათი ფართო გამოყენება დიდ ინ-  
ტეგრალურ სქემებში. თანამედროვე კომოი მიკროსქემები კარგად მუ-  
თაობენ ევების ძაბვის ფართო დიაპაზონში (3-დან 15 ვ-მდე). ეს  
საშუალებას იძლევა, რომ მათი ევებისათვის გამოყენებულ იქნეს  
სხვადასხვა წყარო. ტიი სქემებთან შედარებით კომოი სქემების  
ძირითადი წაქლია დაბალი სწრაფქმელება (ტაქტური სიბშირიე არ ალე-  
თაქება 3-5 მკვ-ს).

ამტათად ჩვენი ბრენველითა მასიურად ეშვებს შებდეგ კომოი  
მიკროსქემებს: 164, K176, K561, 564, 764, 765, K588, K597,  
K573. პირველი ბუთი მათგანი შეთიყავს ლოგიკურ ეღებრტებს, ტრი-  
გარებს, რეგისტრებს, მთვლელებს, დეშიფრატორებს, მულტიპლექსო-  
რებს, დეპლეტიპლექსორებს, არითმეტიკულ-ლოგიკურ მიწყობილობებს  
და სხვ. დანარკონი სერიები სპეციადიზმულია და მათი ინტეგრა-  
ფიონს ბარისბი ეჭრო მალადია. ესერია: მუბსიერების მიწყობილობები,  
ანალოგურ-თიფრული და თიფრულ-ანალოგური გამდაქმნელები, მიკრო-  
პროცესორული სისტემების ეღებრტები და სხვ.





მას შეუძლია ცა-ის შინაგანი მდგომარეობის უქსიკრება. ეს არ შე-  
 იძვს მუხსიერების უღმუნტს, ამიტომ მას უქსიკრებუნ ავტომატს მუხ-  
 სიერების გარეშე, ანუ პრიმიტიულ ავტომატს. გარდა მუხსიერებისა  
 ცა-ს გააჩნია უკუავშორის სქემაც, რომელიც ბორცოდება გამო-  
 სასვლელიდან მოხსნილი სიგნალის ისევე შესასვლელზე მიქსიკრება  
 (ნახ. 4.2).



ნახ. 4.2

კომბინაციური ტიპის ჭრუჭორი კვანძებსა და მოქსიკრი-  
 ბებს შეკუთვრება: მიჭრაჭორები, დშიჭრაჭორები, მულტიპლექსი-  
 რები, კომპარაჭორები, ამჟამაცები და სხვ. ცა-ების კლასში შე-  
 დნარ: რეგისტრები, მავლლები, დამგრავებელი ამჟამაცები, მუხსი-  
 ერების მოქსიკრიბები და სხვ.

**§ 2. კომბინაციური სქემებისა და ციჭრული  
 ავტომატების ჭრუჭორების აღწერის საშუალებები**

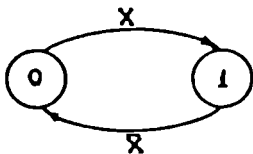
ქს-სა და ცა-ის ჭრუჭორიება შეიძლება აღწერიდ იქნეს  
 სხვადასხვა მეთოდით: ცხრილებით, მატრიცებით, გრაფებით, დროითი  
 დიაგრამებით და ა.შ. თუ გასაანალიზებელი კვანძისა და მოქსიკრი-  
 ბის ზომები დიდი არ არის, მაშინ ეს მეთოდები მარტივია და მო-  
 საბერებელი. წინააღმდეგ შემთხვევაში იყრებუნ პრექტიკრების  
 მანქანურ მეთოდებს. მაგრამ თანამედროვე ეჭმ-ების პრექტიკრების



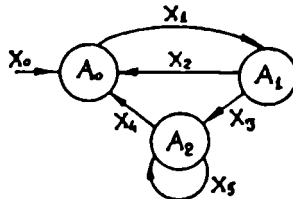
ეროს ბშირად გვბდება მცირე ზომის ამოცანები, რომელთაგანის ტო-  
საბუნებებელია ბელით შეთადების გამოყენება.

განსაკუთრებით გავრცელებულია კს-ებისა და ცა-ების აღწერა  
გრაფების საშუალებით. ცა წარმოადგენს დაკავშირებულ გრაფს, რომ-  
ლის წვეროები შეესაბამებიან შინაგან მდგომარეობებს, ხოლო ორი-  
თნობრივადი რკალები - მათ შორის გადასვლებს. რკალს მიუწერება  
შესაძლებელი სიგნალი. აღნიშნულ გრაფებს მდგომარეობის დიაგრამებ-  
საც უწოდებენ. შემდგომში სწორედ ეს გერმინი იქნება გამოყვე-  
ბული.

4.3 ნაბ.-ზე მოყვანილია კს-ის მდგომარეობათა დიაგრამა. გა-



ნაბ. 4.3



ნაბ. 4.4

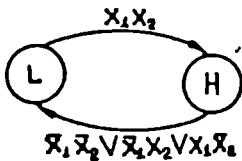
მოსავალი ცვლადის მნიშვნელობა განისაზღვრება სქემის ერთ-ერთი -  
წვლივანი ან ერთეულვანი მდგომარეობით. სიგნალი, რომელიც გა-  
დაიყვანს სქემას ერთეულვან მდგომარეობაში, ცხადია, არის ლვით  
სქემის გადარღვის ფუნქცია. წვლივან მდგომარეობაში სქემას გა-  
დაიყვანს სიგნალი, რომელიც წარმოადგენს სქემის მიერ რეალიზე-  
ბული ფუნქციის ინივერსიას. მათსადაბე, მდგომარეობის დიაგრამას  
გააჩნია ორი მდგომარეობა, ხოლო ერთიდან მეორე მდგომარეობაში  
გადარღვა ბოროტდება ურთიერთინვერსიული სიგნალებით.

4.4 ნაბ.-ზე მოყვანილია ცა-ის მდგომარეობათა დიაგრამის  
ერთ-ერთი მაგალითი. აქ  $X_0$  წარმოადგენს საწყისი დაყენების სიგ-  
ნალს, რომელსაც ცა გადასყავს  $A_0$  მდგომარეობაში.  $X_1$  -ს იგი  
გადასყავს  $A_1$  მდგომარეობაში, საიდანაც  $X_2$  -ის მოქმედებით გა-  
4.

დადის  $A_2$ -ში, ხოლო  $X_2$ -ით ბრუნდება  $A_0$ -ში. შეიძლება ისევე მოხდეს, რომ სიგნალის მოქმედებით ცა-მ არ შეიცვალოს მდგომარეობა (სიგნალი  $X_5$ ).

ეს-ის ან ცა-ის მდგომარეობა შეიძლება გამოვსახოთ რიგითი ნომრებით, ძაბვის დონეებით, ბნეზონიკური აღნიშვნებით და ა.შ. რკადებზე შეიძლება მივანეროთ ერთი მდგომარეობიდან მეორეში გადასვლის ლოგიკური პირობა, მაგალითად, ბულის ჟუნქცია.

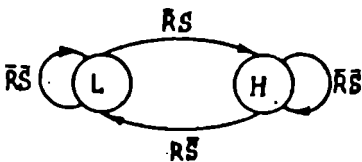
4.5 ნაშ-ზე მოყვანილია "და-არა" ელემენტის მდგომარეობათა დიაგრამა და ჟუნქციონირების ცხრილი. აქ ერთეულეოვანი მდგომარეობა აღნიშნულია ძაბვის მაღალი H (High) დონით, ხოლო ნულეოვანი - დაბალი L (Low) დონით.



| $X_1$ | $X_2$ | Y |
|-------|-------|---|
| L     | L     | H |
| L     | H     | H |
| H     | L     | H |
| H     | H     | L |

ნაშ. 4.5

4.6 ნაშ-ზე მოცემულია ერთეულეოვანი და ერთმდგომარეობიანი მუხსიერების ელემენტის მდგომარეობათა დიაგრამა და ჟუნქციონირების ცხრილი. R სიგნალი აყენებს ცა-ს ნულეოვან მდგომარეობაში, S - ერთეულეოვანში. როცა  $R=S=L$ , ავტომატის შინაგანი მდგომარეობა არ იცვლება. მუხსავალი სიგნალების  $R=S=H$  კომბინაციის მიწოდება აკრძალულია.



| R | S | Q                    |
|---|---|----------------------|
| L | L | გადასვლა<br>არ ხდება |
| L | H | H                    |
| H | L | L                    |
| H | H | აკრძალულია           |

ნაშ. 4.6

### § 3. კომბინაციური სქემების პრაქტიკურობის შავისუფლებანი

უცხო-ის შეიმაღლებული ჯიშებიერი კვანძები და მონოზომ-  
ლობები წარმოადგენს კს-ებისა და ცა-ების. ამიტომ უცხო-ის პრაქტი-  
კურობა წინმხედვს კს-ებისა და ცა-ების პრაქტიკურობას. ჯერ განვი-  
ხილოთ კს-ების პრაქტიკურობის შავისუფლებანი.

პრაქტიკურობის დროს შეიძლება გამოყენებულ იქნეს რეგორე  
ვერისტიკული, ისე ჟორმადიშებული მეთოდები. უცხო-ის განვიშარი-  
ბის ისტორია გვიჩვენებს, რომ ჯიშებიერი კვანძებისა და  
მონოზომობების შექმნა ძირითადად მიმდინარეობდა ვერისტიკული  
გზით და წარმოადგენდა დამპრაქტიკურობის გამოთვლიშებული მოქმე-  
დების შედეგს. მაგრამ ეს არ გამოირიგბავს ჟორმადიშებულ მეთოდ-  
ებს, რომელთა გამოყენება მნიშვნელოვნად ამარტივებს კს-ების  
პრაქტიკურობის პრაქტისს, განსაკუთრებით აწადიშისა და სიწმედის  
დროს.

კს-ების პრაქტიკურობის დროს ძალზე ეფექტურია მანქანური  
მოდულირობის სისტიმის, ანუ რეგორე მას უწოდებენ პრაქტიკურობის  
ავტომატიზაციის სისტიმის გამოყენება. ამ დროს დამპრაქტიკურობის  
ქმნის მიზნად დასაპრაქტიკურობის სქემის საწყის ვარიანტს, ბოლო  
სისტიმა მასში შანდაშარბით გამოავლენს "სუსტ ადგილებს", შევ-  
დომებს და საშუალებას აძლევს დამპრაქტიკურობის ააგოს რეგორე  
სქემისა.

კს-ის საწყისიდან საბოლოო ვარიანტამდე, როცა შეიძლება  
უკვე მისი ფიციკური რეალიზაცია (დაშინება), პრაქტიკურობის პრა-  
ცისი შეიძლება დაიყოს შემდეგ ძირითად ეტაპებად:

1. კს-ის ჯიშებიერირობის შავისუფლებების გამოკვეთა,  
მისი კავშირობის განსაზღვრა გარე მონოზომობებთან შესასვლელი-  
ბისა და გამოსასვლელიების მიხედვით;

2. ამოცანის ზომების შეფასება და აუცილებლობის შემთხვევაში კს-ის დაყოფა ცალკეულ ნაწილებად;

3. კს-ის მდგომარეობაში დიაგრამის ან ფუნქციონირების ცხრილის შედგენა;

4. მინიმუმიზაცია;

5. ლოგიკური უღებნებების, ე. ი. უღებნებური ბაზის არჩევა და უღებნებური სქემის რეალიზაცია.

მეორე ეტაპზე უნდა გადაწყდეს - დიუხს ლუ არა კს ცალკეულ ნაწილებად. დაყოფა სასურველია იმ შემთხვევაში, როცა ამოცანის ზომები ძალზე დიდია. ამას ვარდა, ლუ კს განკუთვნილია მანქანური სიჭყვის დამუშავებისათვის, მაშინ ხდება სქემის ბუნებრივი დაყოფა სიჭყვის მანრიგების შესაბამის ნაწილებად.

მესამე ეტაპზე მდგომარეობაში დიაგრამისა და ფუნქციონირების ცხრილის საფუძველზე ხდება კს-ის შესაბამისი ლოგიკური ფუნქციების განსაზღვრა, მეოთხე ეტაპზე კი მიმდინარეობს ამ ფუნქციის მინიმუმიზაცია.

მინიმუმიზაცია შეიძლება მინიმუმალური ეტაპის პრაქტიკების დროს. საჭივე ის არის, რომ პრაქტიკების ურთი და იგივე ამოცანა შეიძლება გადაწყვეტილი იქნეს მრავალრიცხოვანი ვარიანტის გამოყენებით, რომლებიც შეიძლება განსხვავდებოდნენ როგორც სქემების სტრუქტურებით, ისე რეალიზაციის სიჩველით. იმეტირადური სქემიტიკური განვიმარების დასაწყისში, როცა ლოგიკური უღებნები ძალზე ძვირი იყო, მინიმუმიზაციის დროს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭებოდა ასკების რაოდენობას ვადარების ფუნქციებში. ამ მიზნით დასამუშავეს რამდენიმე ანალიტიკური და გრაფიკული მეთოდი. გრაფიკული მეთოდები დამყარებულია სპეციფიკური რეკების გამოყენებაზე, რომელთა შორის განსაკუთრებით გავრცელებულია კარნის რეკები.

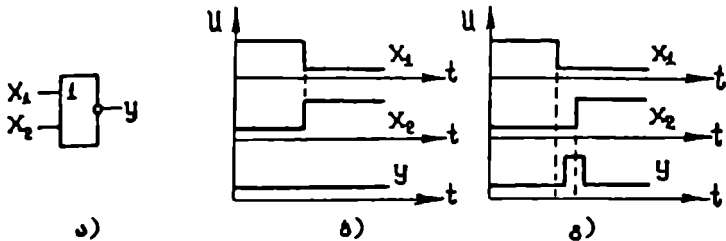
შეიძლება იმის ნიშნად, რომელიც მიყრდნობის ნიშნად გამოიყენება, რადგან ეს არის ერთ-ერთი მთავარი ნიშანი, რომელიც მიყრდნობის ნიშნად გამოიყენება, რადგან ეს არის ერთ-ერთი მთავარი ნიშანი, რომელიც მიყრდნობის ნიშნად გამოიყენება.

ბოლო რეაქციის ნიშნად დიდი ყურადღება ექცევა ლოგო-რი ბაზისის არჩევას. წინა ნიშნად მიღებული მინიმალური ზომა ფუნქციონირებს როგორც გამოიყენება ე.წ. დიფერენციალური ან კონტრასტული ნიშნად, ე.წ. "ან", "და", "არა" ლოგო-კური ბაზისით. მაგარი დამატებითი ნიშნად არსებული მიყრდნობის სერიები წარმოადგენს სხვა ლოგოკური ბაზისის (ბიონად ეს არის "ან-არა", "და-არა" კატეგორიები). ცხადია, გადასვლა უნდა მოხდეს იმ ლოგოკური ბაზისზე, რომელიც უპასუხებს არჩეულ ელემენტებს.

ეს-ის პრეპარატების დროს გასადავადის ნიშნად არა მარტო შეესაბამებული ლოგოკური ფუნქციონირება, არამედ სიგნალების დაყვანებაც ეს-ში შეიძლება ლოგოკური ელემენტებში. ეს ეს ურთიერთობაში მიმდევრობით მიუჩნეული ელემენტებისაგან შედგება, მაშინ სქემაში სიგნალის დაყვანება იანგარისებო ელემენტებსა და მათ შორის კავშირებში დაყვანებაა დასრული.

დაყვანებაა გაუგებარების ნიშნად მიმდევრობითი მნიშვნელოვანი გავლენა იქონიებს ეს-ის სწორ ფუნქციონირებაზე. დაყვანებანი არა მარტო ამცირებენ ეს-ების საერთო სწრაფობებზე, არამედ მათ შეიძლება შექმნან გამოსასვლელი დროებითი მოქმედი ყაღბი სიგნალები. გარკვეული დროის შემდეგ ეს სიგნალები უნდა და სქემის გამოსასვლელი მიიღება ლოგოკური სქემის შესაბამისი სწორი სიგნალები. მაგარი, ამავდროულად, დროებითი ყაღბი სიგნალების წარმო-

შობა საბიჭრათა, განსაკუთრებით მაშინ, როცა ეს-ის გამოსასვლელი წარმადგენს მუხსიერების ელემენტის შესასვლელს. ასეთ შემთხვევაში ყალბი სიგნალის მოქმედებამ შეიძლება გამოიწვიოს მუხსიერების ელემენტის მდგომარეობის შეცვლა, ე.ი. შეცდომა. ასეთ ყალბ სიგნალებს ჩისკის სიგნალები ეწოდება. განვიხილოთ მათი წარმოშობა "ან-ანა" ლოგიკური სქემის მაგალითზე (ნახ. 4.7, ა).



ნახ. 4.7

განვიხილოთ შემთხვევა, როცა შესავალი სიგნალების  $X_1=1$ ,  $X_2=0$  კომბინაცია იცვლება  $X_1=0$ ,  $X_2=1$  კომბინაციით. იდეალურ შემთხვევაში, როცა შესავალი სიგნალების დაყოვნება არა გვაქვს, გამოსავალი ჭრუჭყის მნიშვნელობა  $y=0$  არ იცვლება (ნახ. 4.7, ბ). მაგრამ  $X_1$  და  $X_2$  სიგნალების სხვადასხვა დაყოვნების გამო შეიძლება ადგილი ქონდეს შეჯერებულს (ნახ. 4.7, გ). გამოსასვლელზე დროებით წარმოიშობა ყალბი წულგვანი სიგნალი, რომელიც  $X_1$  და  $X_2$  სიგნალების ამ მნიშვნელობებისათვის სქემის ლოგიკას არ შეესაბამება.

#### § 4. ლოგიკის ადგენის გამოყენება კომბინაციური სქემების პროექტირების დროს

ეჭმ-ის რომელიმე კვანძის ან მოწყობილობის ჭრუჭყონიერება მაგადად აღწერება ჭრუჭყათა შემდეგის სისტეით

$$y_l = F(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

სადაც  $x_1, x_2, \dots, x_n$  შესავალი სიგნალებია;

$y_l$  ( $l=1, 2, \dots, m$ ) - გამოსავალი სიგნალები.

როგორც  $x_1, x_2, \dots, x_n$  არგუმენტები, ასევე  $y_l$  ლოგიკური ფუნქციები ღებულაობენ მხოლოდ ორ მნიშვნელობას - 0 -სა და 1-ს.

წებისბიური ლოგიკური ფუნქცია შეიძლება გამოისახოს ლოგიკურ ელემენტებზე აგებული კს-ით. ამიტომ ლოგიკური ფუნქციის გარდაქმნა ნიშნავს მისი შესაბამისი კს-ის ეკვივალენტურ გარდაქმნასაც. სწორედ აქედან გამოიძინარება ლოგიკის ადგებრის, როგორც მათემატიკური აპარატის მნიშვნელობა კს-ების პრეპეტირების დროს.

როგორც წინა პარაგრაფში იყო აღნიშნული, პრეპეტირების მესამე ეტაპზე ადგენენ კს-ების ფუნქციონირების ამსახველ ლოგიკურ ფუნქციებს. ლეკი ზიხიველ ელემენტარულ ოპერაციას შევსაბამებთ რეალურ ლოგიკურ ელემენტს, მათივ ეს ფუნქციები ერეფრუად ასახვენ კს-ების შესაძლებელ შემადგენლობასაც. შემდეგ ეტაპზე მიმდინარებას ლოგიკური ფუნქციების მიწიმიზაცია, რმდის მიზანია ამ ფუნქციების გამარტივება. ამით მიიღწევა კს-ების ოპტიმალური შემადგენლობა, რმდელიც შეიყავს ლოგიკური ელემენტების მიწიმილურ რაოდენობას.

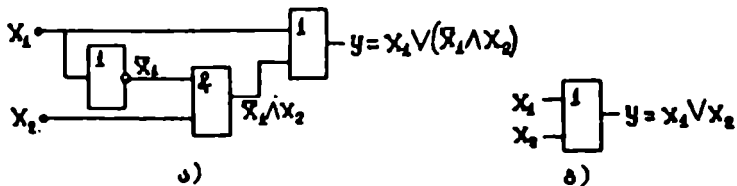
ლოგიკური ფუნქციების მიწიმიზაციის დროს იყენებენ 4.1 ცხრილში მოყვანილ ბულის ადგებრის კანონებს.

განვიხილოთ მაგალითი. ვაქვამ, კს-ის ფუნქციონირება აღიწერება ლოგიკური  $y = x_1 \vee (x_1 \wedge x_2)$  ფუნქციით, რმდის შესაბამისი სქება მოცემულია 4.8, ა ნახ-სე. 4.1 ცხრილის გამოყენებით გარდაქმნამ საწყისი ლოგიკური ფუნქცია

$$\begin{aligned} y &= x_1 \vee (x_1 \wedge x_2) = (x_1 \vee x_1) \wedge (x_1 \vee x_2) = \\ &= 1 \wedge (x_1 \vee x_2) = x_1 \vee x_2. \end{aligned}$$

| ლოგიკური გამოხატულება   | ალგებრული გამოხატულება  |
|---|---|
| გადანაყვებადობის კანონი   |   |
| $X_1 \wedge X_2 = X_2 \wedge X_1$ $X_1 \vee X_2 = X_2 \vee X_1$   | $a \cdot b = b \cdot a$ $a + b = b + a$                                 |
| შავსებადობის კანონი   |   |
| $X_1 \wedge (X_2 \wedge X_3) = (X_1 \wedge X_2) \wedge X_3$ $X_1 \vee (X_2 \vee X_3) = (X_1 \vee X_2) \vee X_3$                         | $a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c$ $a + (b + c) = (a + b) + c$ |
| განრიგებადობის კანონი   |   |
| $X_1 \wedge (X_2 \vee X_3) = (X_1 \wedge X_2) \vee (X_1 \wedge X_3)$ $X_1 \vee (X_2 \wedge X_3) = (X_1 \vee X_2) \wedge (X_1 \vee X_3)$ | $a \cdot (b + c) = (a \cdot b) + (a \cdot c)$ <p>ანალოგი ან გააჩნია</p> |
| ნივერსიის (დე მორგანის) კანონი  |   |
| $\overline{X_1} \wedge \overline{X_2} = \overline{X_1 \vee X_2}$ $\overline{X_1} \vee \overline{X_2} = \overline{X_1 \wedge X_2}$       | <p>ანალოგი ან გააჩნია</p>   |

ლოგიკური ფუნქცია  $X_1 \vee (\overline{X_1} \wedge X_2)$  აღმოჩნდა  $X_1 \vee X_2$  ფუნქციის ეკვივალენტური. ამ ფუნქციის შესაბამისი სქემა წარვუძღვებია 4.8, ბ ნაშ-ბ). მაშასადამე, ლოგიკური ფუნქციის მიწოდებისათვის მივალწვიეთ კს-ის გამარტივებას (3 ლოგიკური ელემენტის ნაცვლად გვაქვს მხოლოდ 1 ელემენტი "ან"), ისე რომ არ შეგვიფერია მისი მუშაობის ლოგიკა



ნაშ. 4.8



§ 5. ციფრული ავტომატების პრაქტიკირების  
შავისუფლებადანი

ცა-ების მდგომარეობა ეს-ებისაგან განსხვავებით გან-  
საზღვრება არა მარტო შესავალი სიგნალებით, არამედ პრაქტის  
მთელი წინაინსტორიით. წინა მდგომარეობის დატვიხობა ბდება  
მუხსიერების უღებენებით - ტრიგერებით, ან მათი ურთობლიობით -  
რეგისტრებით. პირველი განკუთვნილია ინტორმაციის მარჩის (ბი-  
ტის), მორე ეს მრავალმარჩიანი სიტყვის შენახვისაგვის. ტრი-  
გერი წარმადგენს სქემას არი მდგრადი მდგომარეობით. იგი შედ-  
გება ურთმარეობად ჰვარეღინად დაკავშირებული არი ინვერტორისა-  
გან, რიღის ურთი გამოსასვლელი შეერეშულია მორის შესასვლელ-  
თან. ასეთი დაკავშირება ქმნის დადებით უკუკავშირს, რად აიძუ-  
ლებს ტრიგერს იმყოფობოღეს არიდან ურთ-ურთ მდგრად მდგომარეობა-  
ში. ტრიგერები შეიძლება შესრულდეს ნებისმიერი ლოგიკის  
(ТТЛ, ЗСЛ, И<sup>2</sup>Л, n-МОП, р-МОП, КМОП) გამოყენებით.

ცა-ის პრაქტიკირების დროს გასაშვალისწინებელია  
ე. წ. კრიტიკული მდგომარეობები, რიღებიც შეიძლება გამო-  
იწიოს უღებენებში სიგნალების დაყოვნებამ. კრიტიკული მდგო-  
მარეობის გამო შეიძლება მიხდეს მუხსიერების უღებენის არასწო-  
რი დაყენება, რად დაარღვევს ცა-ს ნორმალურ მუშაობას.

კრიტიკული მდგომარეობის თავიდან ასაცილებლად იყენებენ  
სინქრონიზაციას, რიღის საშუალებითაც მუხსიერების უღებენში  
ინტორმაციის მიღება და გავრეა ხარცოდება დროის მიღოდ გან-  
საზღვრულ მიმენებში.

საერეოდ, დროითი პრაქტისების არგანზაციის მიხედვით ცა-ის  
კვანძები და მიწყობილებები შეიძლება დაყოფი ასინქრონულად და  
სინქრონულად.

ასინქრონულ კვანძებსა და მიწყობილებში ლოგიკური უღ-

მუშის გადარევა უნდა მდგომარეობიდან შეორული ხარისხიდან გამომდინარე მარჯვის გამოყენებულად. გადარევის სისწრაფე დამოკიდებულია უღებურებში სიგნალების დაყვანებაზე, რომლებიც შემთხვევითი სიდიდებია. ამან შეიძლება გამოიწვიოს კრიტიკული სიტუაცია. მასთან ბრძოლა საკმაოდ რთული და ძვირადღირებულია. ამიტომ მას ხშირად არც მიმართავენ, რის გამოც ასინქრონიული სტრუქტურის შედარებით მარტივი გამოდის.

სინქრონიული კვანძებისა და მონოზონობებში ინფორმაციის დამუშავების პროცესი დროში წესრიგდება სპეციფიკური ტექტური სიგნალების საშუალებით, რომლებსაც გენერატორი გამოიმუშავებს. ინფორმაციის მიღება მუხსიერების უღებურების მიერ შეიძლება დროის მხარეზე განსაზღვრულ მომენტებში, როცა ინფორმაციული სიგნალები უღებურების შესასვლელზე მიადევნებენ თავიანთ დამყარებულ ბრუნვულადებს. სინქრონიზაცია უშუალოდ წყვეტს კრიტიკული მდგომარეობების პრობლემას. სინქრონიული კვანძებისა და მონოზონობებში ტექტური სიგნალების მიწოდება ხდება მუდმივი პერიოდით, რომლის ხანგრძლივობა საკმარისია გადარევის პროცესის დამუშავებისათვის. უშუალოდ, გადარევის გარდასვადი პროცესები უღებურებში მუდმივად ტექტური სიგნალის მოსვლამდე, რომელიც გაფანტისწინებულია უღებურებში ინფორმაციული სიგნალის მუქსიმალურ დაყვანებაზე.

### 9.6. უღებურის სინქრონიული კვანძებისა და მონოზონობების კონსტრუქციების საფუძვლები

უღებურის მიკროსტრუქტურის განლაგებულია წამყვან ფირფიტებზე. ფირფიტები მზადდება დიდიტრიკისაგან, კერძოდ ფოტოგრაფიული ტექსტურისაგან, რომელიც ორივე მხრიდან დაფარულია სპილენძის ფენით. დიდიტრიკის სილქვა 0,8÷3 მმ, ხოლო ფენისა 0,02÷0,1

ბმ. ზირკვარძის ზედაპირებზე შენარეულია უღებროგამტარული ნა-  
ბატი, რომელიც მომზადებულია და მასზე გადატანულია კონსტრუქტო-  
რის მიერ. ამისამდვიის ზედაპირებს ფარავენ შექმნილნიშობიარე ფე-  
ნიქ - ზოგორიზისტი, რომელსაც გააშუქებენ ზოგორიზიზის სპეცია-  
ლები. ეს უკანასკნელი მიიღება ზირკვარძის ნაბატის ზოგორიზიზი-  
ბი. ამის შედეგად ზოგორიზისტი გაამუღავნებენ და მას მთაშორე-  
ბენ გადამუღავნებულ უბნებს. ზედაპირებზე დარჩენილ ზოგორიზი  
წამიღავნენ სპეციალური ხსნარი. გამუღავნებული უბნები, რომლებიც  
შენარეულინიშობიარე უღებროგამტარული ნაბატი, დავალია ზოგორიზისტი  
ფენიქ. ამიტომ ისინი არ მიწამიღებიან.

ამის შედეგად ნაბატი ზირკვარძის უკანებენ 0,6÷1,5 ბმ დამიღ-  
რის ნაბვირებებს. ისინი გამვადინწინებულია ზირკვარძაზე მიკროსკო-  
პების, აგრეთვე ზოგორიზი დისკრუქული უღებროგამტარის (რეზისტიზის,  
კონდენსაციზის და სხვ.) დასამიღავნებლად. მიკროსკოპების მიწინი  
გამომიღავნებებს ამავსებენ სამიღავნო ნაბვირებში და იქვე არჩი-  
ღავენ.

ნაბეჭდი ზირკვარძების ზომების შესამიღვირებლად იყენებენ მიღვად-  
წინივან ზირკვარძებს, რომლებიც შედგება დიუღებროკისა და უღებრო-  
გამტარული ნაბატების ურთვირთმიწინიღებლადი ფენებისაგან.

ნაბეჭდი ზირკვარძა მასზე დამიღვირული უღებროგამტარი შეთქმება  
წარმოადგენდეს რომელიც ფუნქციურ კვანძს ან მიწინიღვირბას.  
ასეთ კონსტრუქციას უწოდებენ ბლეს ან მიღვირს. მიღვირებს ამავსე-  
ბენ კარკასებში მთავრის სპეციალურად გაკეთებულ მიწინიღვირებში.  
მიღვირებს შორის უღებროგამტარული კვთვირების დასამიღვირებლად ზირკვარძებს  
გამიღვირბა სპეციალურ გასარბები. კარკასში აგრეთვე ამავსებენ  
კვების წყაროს.

უღებროგამტარი კონსტრუქციული ნაწილია ტუბა ან დგარი, რომ-  
ლებშიც განლაგებულია კარკასები.

შრიგვერები და სინქრონიზაციის სისტემები

ტრიგვერები უარყოფ გამოიყენება ეგვი-ში რეგორც დაძაჟი-  
 ღებანი ან ბაჟირი ეღებინებები სხვადასხვა<sup>1</sup> ჟუნქციური  
 ევანძობის და მოწყობილობის (რეგისტრების, მივლელები, მივ-  
 სიერების მოწყობილობების და სხვ.) ასაგებად.

ტრიგვერებთან ერთად ეგვი-ის ჟუნქციურ ევანძობას და  
 მოწყობილობებში უარყოფას გამოყენებულ სინქრონიზაციის სისტე-  
 მები. ისინი უზღუნველყოფენ ღოგოკური კავრაციების მივსრულებას  
 მხოლოდ სპეციალური მარჯვის სიგნალების - სინქრონიზაციის სიგ-  
 ნალების მიწოდების მიწახებულებით.

§ 1. ტრიგვერების ელასტიკაცია

ტრიგვერი წარმოადგენს უმარტივეს ციფრულ ავტომატს, რომე-  
 საც გააჩნია რრი მიგრაღი მიგრომარუბა. მას მიუძღნია იმიყოფებო-  
 ღეს ერთ-ერთ მიგრომარუბაში განუსაზღვრული ღროის განმავლობაში,  
 სანამ მასზე არ იმოქმედებს გამმივები სიგნალი. ასევე სიგნალის  
 მიღების მიმივე ტრიგვერი ნაბტომიე გადაღის მიორე მიგრაღ მიგრო-  
 მარუბაში, რომეღშიც იგი დაჩება მოჩიგი გამმივები სიგნალის  
 მოსვლამდე. მაშასადამე, ტრიგვერის მიგრომარუბა და მის გამო-  
 სასვლეღზე სიგნალების მიღების სიბშირე დამოკიდებულნია გამმივე-  
 ბი სიგნალების ეარამივებზე. ეს საშუალებას იძლევა ლუსყად  
 განსაზღვრულ ღროს გამოსასვლეღზე მივიღოთ სპეჩირი სიბშირის  
 სიგნალები.

ტრიგვერი წარმოადგენს ეგვი-ის ყველაზე გავრეღებულ ეღ-

მუდგს. იგი შეადგენს ეგზის აპარატურის 20-40 ზ-ს. გააჩნია რა  
ორი მდგომარეობა, ტრიგერი მანქანაში ემსახურება ერთ-  
მანრიგა ორბიხი რიცხვის (0-ის ან 1-ის) დამახსოვრებას. ერთ-  
ერთ მდგომარეობას აღნიშნავენ 0-ით, მეორეს კი - 1-ით.

ტრიგერი შედგება მუხსიერების უღუმენჭისაგან და მისი მარმ-  
ვის სქემისაგან. მუხსიერების უღუმენჭს ჩვეულებრივ აკვებენ ორ  
"ან-არა" ("და-არა") ლოგიკურ უღუმენჭზე. ტრიგერის გამოსავალი  
სიგნალი განისაზღვრება მუხსიერების უღუმენჭით - მის პირდაპირ  
Q გამოსასვლელზე სიგნალის ღონით. 0 მდგომარეობას შეესაბამება  
Q გამოსასვლელზე სიგნალის დაბალი ღონე, 1 მდგომარეობას კი -  
მაღალი. ტრიგერს აგრეთვე გააჩნია ინვერსიული Q გამოსასვლელი.

ტრიგერების კლასიფიკაციას ახორციელებენ ლოგიკური ფუნქცი-  
ონირებისა და ინფორმაციის ჩაწერის ხერხის მიხედვით.

ლოგიკური ფუნქციონირების მიხედვით არის RS, D, T,  
JK და სხვა ტიპის ტრიგერები. ტრიგერების შესასვლელების  
მიხედვით აქ გამოყენებულია შემდეგი აღნიშვნები:

S - ტრიგერის 1 მდგომარეობაში დაყენების შესასვლელი;

R - ტრიგერის 0 მდგომარეობაში დაყენების შესასვლელი;

T - მთვლელშესასვლელიანი ტრიგერის შესასვლელი;

D - D-ტრიგერის შესასვლელი;

J - უნივერსალური JK-ტრიგერის 1 მდგომარეობაში სინქრო-  
ნიზებული დაყენების შესასვლელი;

K - იგივე ტრიგერის 0 მდგომარეობაში სინქრონიზებული და-  
ყენების შესასვლელი.

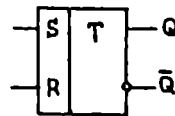
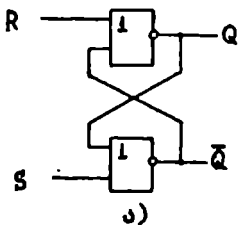
ინფორმაციის ჩაწერის ხერხის მიხედვით არჩევენ ასინქრონულ  
და სინქრონულ ტრიგერებს. ინფორმაციის შექანა ასინქრონული ტრი-  
გერის ნებისმიერი შესასვლელიდან ხორციელდება ტაქტური, ანუ  
სინქრონიზაციის სიგნალის (სინქროსიგნალის) გარეშე. სინქრონულ

ტრიგერში ინფორმაციის შეჭანა ხდება მხოლოდ სინქროსიგნალებით, რომელთა შესასვლელი აღინიშნება  $C$  ასოთი ( $CLOCK$ ).

ტაქტური სიგნალების რაოდენობის მიხედვით არსებობს ერთ-ტაქტიანი და მრავალტაქტიანი ტრიგერი. სინქრონული ტრიგერი ასევე შეიძლება იყოს ერთსაფეხურიანი ან ორსაფეხურიანი. ერთსაფეხურიან ტრიგერში გადართვის შესავალი სიგნალის მიღებით ხდება ტრიგერის ახალ მდგომარეობაში გადართვა. ორსაფეხურიანი ტრიგერი შედგება შესავალი და გამოსავალი კასკადებისაგან და იმართება ისეთნაირად, რომ გადართვა ახალ მდგომარეობაში ხდება ორივე საფეხურში თანმიმდევრობით. კერძოდ, ერთტაქტა ორსაფეხურიან ტრიგერში ტაქტური სიგნალის ერთ-ერთი დონე განსაზღვრავს ინფორმაციის მიღებას  $I$  საფეხურზე, მაშინ, როდესაც  $II$  საფეხურიდან მიხსნილი გამოსავალი სიგნალები არ იცვლება ამ საფეხურზე ახალ მდგომარეობაში გადასვლა ხდება მხოლოდ სხვა დონის ტაქტური სიგნალებით.

## § 2. ერთსაფეხურიანი ტრიგერები

უმარტივეს ერთსაფეხურიან ტრიგერს წარმოადგენს  $RS$ -ტრიგერი. 5.1 ნახ-ზე ნაჩვენებია ორი "ან-ანა" ელემენტზე აგებული  $RS$ -ტრიგერი. "ან-ანა" ელემენტებში შეიარაღებულია ისეთნაი-



ნახ. 5.1

რად, რომ მათ შორის იქმნება დადებითი უკუკავშირი. მდგრად მდგომარეობაში ერთ-ერთი ელემენტის გამოსავალი ტრანზისტორი უკუკავშირის გამო ჩაკეტილია, ხოლო მეორისა - ღიაა.

ცხრილი 5.1, რომელსაც გადასვლების, ანუ ავტოტრანზიციციის ცხრილი ეწოდება, განსაზღვრავს RS-ტრიგერის ავტოტრანზიციციის კანონს.

ც ხ რ ი ღ ი 5.1

| R(t) | S(t) | Q(t+1) | შენიშვნა       |
|------|------|--------|----------------|
| 0    | 0    | Q(t)   | შენახვა        |
| 0    | 1    | 1      | 1-ზე დაყრდნობა |
| 1    | 0    | 0      | 0-ზე დაყრდნობა |
| 1    | 1    | -      | აკრძალულია     |

როცა  $R=1$  და  $S=0$ , ტრიგერი დგება წყლვან მდგომარეობაში ( $Q=0$ ); როცა  $R=0$  და  $S=1$ , მაშინ  $Q=1$ ; როცა  $R=S=0$ , ტრიგერი ინარჩუნებს იმ მდგომარეობას, რომელშიც იგი იმყოფებოდა წყლვანი სიგნალის მიღებამდე; როცა  $R=S=1$ , მაშინ პირდაპირ და ინვერსიულ გამოსასვლელებზე მიიღება წყლვანი სიგნალები და ტრიგერი იქცევა ორ დამოუკიდებელ ინვერტორად. აუ ამ მდგომარეობაში მას მივაწვდით შენახვის სიგნალებს ( $R=S=0$ ), მაშინ იგი შეიძლება დადგეს წებისშივრ, ანუ განუსაზღვრად მდგომარეობაში. ამიტომ სიგნალების კომბინაცია  $R=S=1$  აკრძალულია.

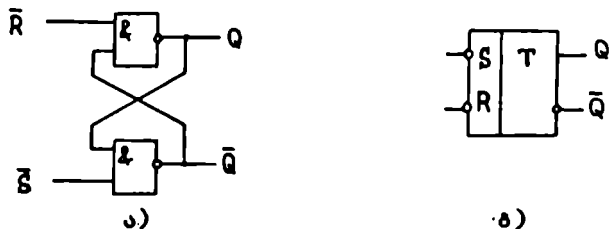
RS-ტრიგერის ავტოტრანზიციცია ანალიზურად შეიძლება გამოვსახოთ ასეთი განტოლებით

$$Q(t+1) = S(t) \vee Q(t) \wedge \overline{R(t)},$$

სადაც

$$S(t) \wedge R(t) = 0.$$

ანალოგიურად მუშაობს RS-ტრიგერი "და-არა" უღებრებზე (ნახ. 5.2). ააგარა წრე აირრბიხ ალნიშვნაზე გვიჩვენებს ინვერსიული სიგნალის მოქმედებას. როცა  $S=0$ , ტრიგერი გდება 1 მდგომარეობაში, როცა  $R=0$ , გდება მისი რამგდება.  $R=S=0$  აკრძალული კომბინაციაა.

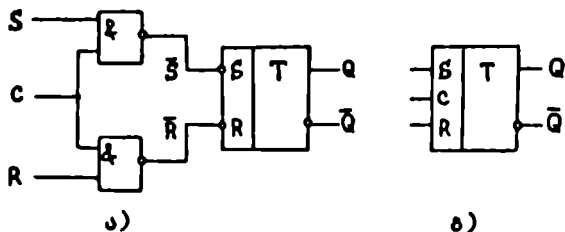


ნახ. 5.2

განზილული RS ტრიგერი ასინქრონულია, რადგან მისი გადასვლა ერთი მდგომარეობიდან მეორეში გდება ინფორმაციულ  $R$ ,  $S$  შესასვლელებზე სიგნალების მიღებისთანავე და არაა დამოკიდებული ტაქტურ სიგნალებზე. სინქრონულ ტრიგერში გარდა ინფორმაციულია გვაქვს აგრძევე სინქროსიგნალების შესასვლელი და ტრიგერის გადაჩვეა გდება მხოლოდ ამ სიგნალის მოსვლის შემდეგ. სინქრონული რეჟიმი ძალზე გავრცელებულია ეგზ-ში. მასზეა დამყარებული მანქანის რიგი კვარძებისა და მოწყობილობების (რეგისტრების, მხვდელების, დეშიფრატორების და სხვათა) მოქმედება.

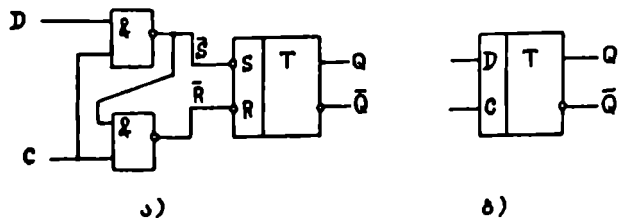
5.3 ნახ-ზე ნაჩვენებია "და-არა" უღებრებზე აგებული სინქრონული RS ტრიგერის სქემა. ასინქრონული ტრიგერის სქემა-საგან იგი განსხვავდება ამ ლოგიკური უღებრებში, რძელთა სა-შეადებიითაგ  $\bar{R}$  და  $\bar{S}$  სიგნალები შესასვლელებზე მიიღება მხოლოდ სინქროსიგნალების შესასვლელზე 1-ის მიწოდების შემდეგ ( $C=1$ ).





ნახ. 5.3

ერთი შესასვლელით ინფორმაციის მიხალებად გამოიყენება **D** ტრიგერი (delay - დაყოვნება). 5.4 ნახ.-ზე მოყვანილია "და-არა" აღებინებელზე აკუმული **D** ტრიგერის სქემა. ეს ტრიგერი გადადის 1 მდგომარეობაში ( $Q=1$ ) მაშინ, როცა სინქროსიგნალის მოსვლის ( $C=1$ ) მომენტში მის ინფორმაციულ შესასვლელზე მიწოდებულია სიგნალი 1 ( $D=1$ ). ამ მდგომარეობაში ტრიგერი ირევა **D** შესასვლელზე სიგნალის მოხსნის შემდეგაც, მორიგ სინქროსიგნალის მოსვლაშივე, რომელიც დააბრუნებს ტრიგერს 0 მდგომარეობაში. მაშასადამე, **D** ტრიგერი მის შესასვლელზე მოსულ ინფორმაციას "აყოვნებს" სინქროსიგნალის მოსვლაშივე.



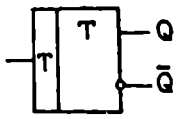
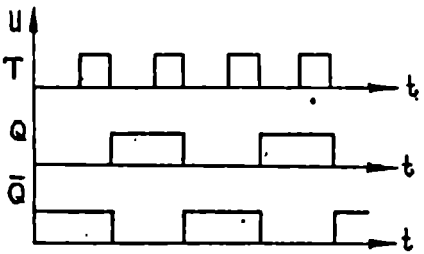
ნახ. 5.4

მარტლაც, როცა  $D=1$ ,  $C=1$ , მაშინ  $\bar{S}$  გამოსასვლელზე გუაქვს სიგნალი 0 ( $\bar{S}=0$ ), ბოლო  $\bar{R}$  -ზე - 1 ( $\bar{R}=1$ ). ვინაი-

დავ RS ტრიგერს გააჩნია ინვერსიული შესასვლედები, ამიტომ, როცა  $\bar{S} = 0$ ,  $\bar{R} = 1$ , ტრიგერი გადავა 1 მდგომარეობაში ( $Q = 1$ ,  $Q = 0$ ) და დარჩება ამ მდგომარეობაში მანამდე, სანამ  $D = 0$ -ის დროს არ გვექნება  $C = 1$ . ამ შემთხვევაში  $\bar{S} = 1$ ,  $\bar{R} = 0$  და ტრიგერი დაბრუნდება 0 მდგომარეობაში ( $Q = 0$ ,  $\bar{Q} = 1$ ). როცა  $D = 0$  და  $\bar{S} = 1$ , მაშინ  $C$ -გან დამოუკიდებლად  $Q = 0$ .

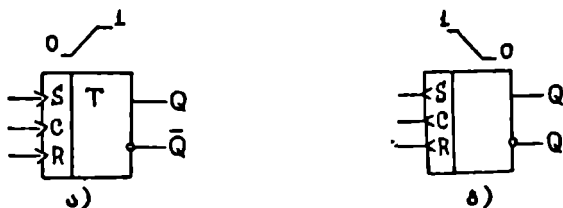
როგორც ვხედავთ, D ტრიგერი შეესაბამება RS ტრიგერს, რომელიც მუშაობს მხოლოდ დაყენების რეჟიმში, ე.ი. როცა  $R = 1$ ,  $S = 0$  ან  $R = 0$ ,  $S = 1$ . ამიტომ ასინქრონული D ტრიგერი პრაქტიკულად არ გამოიყენება, ვინაიდან მისი გამოსასვლელი უბრალოდ გაიბლოკდება შესავად სიგნალს. სინქრონული D ტრიგერი აყვრება D სიგნალს სინქროსიგნალებს შორის პაუზის დროის განმავლობაში, ე.ი. ნახევარი პერიოდით. მედი პერიოდით (ერთი ტაქტი) დაყვრებისაშვის გამოიყენება ჩრტაქტა D ტრიგერი.

T, ანუ ზღვის ტრიგერს გააჩნია ერთი ინჟომაცვილი შესასვლელი და გადადის საწინააღმდეგო მდგომარეობაში ამ შესასვლელზე ყველი ბორიგი სიგნალის მოსვლის შემდეგ. საბუქრდება "ზღვის" დაკვეშირბულია იბპუღსების მავღღში T ტრიგერის შარათ გამოყენებასთან. 5.5, ა,ბ ნახ-ზე მოყვანრიღია T ტრიგერის დროით დიავრამა და პირობითი აღნიშვნა.



ნახ. 5.5

განზიარებული ტრიგერები მიეკუთვნება სტატისკურ ტრიგერებს, რომლებიც რეაგირებენ შესავალი სიგნალების დონეებზე. არსებობენ დინამიკური ტრიგერები, რომლებიც მუშაობენ შესავალი სიგნალების ვარდნაზე. 5.6 ა ნაბ.-ზე მოყვანილია სინქრონიზირებული დინამიკური RS ტრიგერის პირადად აღნიშვნა. იგი რეაგირებს სიგნალების ვარდნაზე 0-დან 1-ზე. 5.6 ბ ნაბ.-ზე ნაჩვენებია იგივე ტრიგერი, რომელიც რეაგირებს ვარდნაზე 1-დან 0-ზე. პირველ შემთხვევაში შესასვლელებს უწოდებათ პირდაპირი დინამიკური, მეორე შემთხვევაში - ინვერსიული.



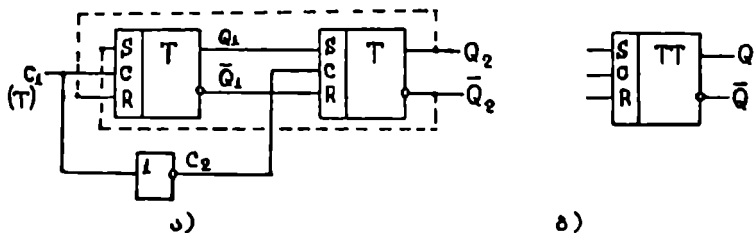
ნაბ. 5.6

### § 3. არსაფლუქურიანი ტრიგერები

არსაფლუქურიან ტრიგერებში ძველი ინფორმაციის შენახვისა და ახლის მიღების პროცესებს შორის არსებული წინააღმდეგობა წყდება სქემაში მუხსიერების მეორე ელემენტის შემოჭარბით. ახალი ინფორმაცია თავდაპირველად ფორმირდება მხოლოდ პირველ, ანუ შესავალ საფლურზე. ტრიგერის მეორე, ანუ გამოსავალ საფლურზე ძველი მდგომარეობა ამ დროს შენარჩუნებულია, რაჟა იგი საჭირო აღარ იქნება, მაშინ ახალი ინფორმაცია გადამიტანება ტრიგერის შესავალი საფლურითგან გამოსავალში. ასეთ ტრიგერს MS ტრიგერს უწოდებენ.

განვიხილოთ არსაფლუქურიანი MS ტრიგერის სქემა. იგი შედ-

გება ორი მიმდევრობით შედგენილი RS ტრიგერისაგან (ნახ. 5.7)



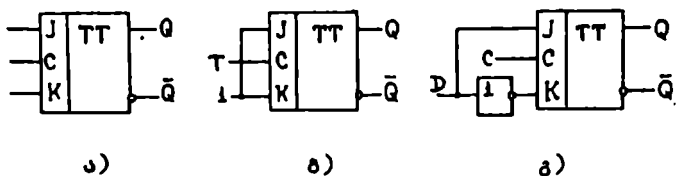
ნახ. 5.7

პირველი საფეხურის  $T_1$  ტრიგერს ეწოდება წამყვანი, მეორე საფეხურისას ( $T_2$ ) აბყოლი. როცა  $C_1=1$ , R და S ინჟორმაციულ შესასვლელებზე სიგნალების მიწოდებისას  $T_1$  ტრიგერი გადავსებს აბათის 0 ან 1 მდგომარეობაში. რადგანაც  $C_2=0$ , ამიტომ სიგნალები  $Q_1$  და  $\bar{Q}_1$  გამოსასვლელიდან აბყოლ ტრიგერს არ მიეწოდება. ეს ტრიგერი ინჟორმაციას მხოლოდ სინქროსიგნალის ( $C_1=0$  და  $C=1$ ) დამთავრების შემდეგ მიიღებს, რაც გამოისაბება  $Q_2$  და  $\bar{Q}_2$  გამოსასვლელებზე.

ორსაფეხურიანი T ტრიგერის სქემაში შეყვანილია უკუკავშირები, რომლებიც 5.7 ა ნახ.-ზე აღნიშნულია ნარკვევები. აქ  $C_1$  შესასვლელი გამოყენებულია როგორც ინჟორმაციული (T). როცა  $T=1$ , მაშინ  $T_1$  ტრიგერი გადავსებს  $T_2$  ტრიგერის საწინააღმდეგო მდგომარეობაში. მაგალითად, როცა  $Q_2=0$ ,  $\bar{Q}_2=1$ , მაშინ  $Q_1=1$ ,  $\bar{Q}_1=0$ . როცა  $T=0$ , მაშინ  $T_2$  ტრიგერი იმეორებს  $T_1$ -ის მდგომარეობას ( $Q_2=1$ ,  $\bar{Q}_2=0$ ). მაშასადამე, ყოველი ბირიგი იმპულსის (T იმპულსის) დამთავრების შემდეგ  $Q_2$  და  $\bar{Q}_2$  გამოსასვლელებზე სიგნალი იცვლება, რაც შეესაბამება 5.5, ა ნახ.-ზე ნარკვევებ დამარბას.

უნივერსალურ, ანუ JK ტრიგერს გააჩნია J და K ინჟორ-

მატილი შეესაბამება და C სინქრონიზაციის შესასვლელი (ნახ. 5.8, ა).



ნახ. 5.8

JK ტრიგერი მიიღება ორსაფეხურიანი T ტრიგერისაგან წამყვანი ტრიგერის შესასვლელ წრეებში სამშესასვლელიანი "და-არა" ელემენტების გამოყენებით, იმის მსგავსად, როგორცაა 5.8, ა ნახ.-ზე გამოყენებული ორშესასვლელიანი "და-არა" ელემენტები. ამ ელემენტმა შესაბამე შესასვლელის გამოყენებით ხდება დაბატებითი - J და K ინჟოინტაციული შესასვლელების რეალიზაცია. როცა  $J=K=1$ , ტრიგერი ყოველი სინქროსიგნალის დამთავრების მომენტში იცვლის მავის მდგომარეობას სანინაალმდგომი. მაშასადამე, JK ტრიგერის შესასვლელების შეურთებით შეიძლება მივიღოთ T ტრიგერი (ნახ. 5.8, ბ).

თუ J შესასვლელს გამოვიყენებთ როგორც S შესასვლელს, K-ს კი - როგორც R-ს, მაშინ მივიღებთ სინქრონულ RS ტრიგერს. მისი მავისებურება ის არის, რომ  $S=R=1$  კომბინაციის დროს (რომელიც ჩვეულებრივი RS ტრიგერისაშვის აკრძალულია) იგი გადაირჩება ყოველი სინქროსიგნალის მოსვლაზე. ასეთი JK ტრიგერის შესასვლელზე ინვერტირის დაბატებითი იღებენ ორსაფეხურიან D ტრიგერს (ნახ. 5.8, გ).

JK ტრიგერის საფუძვლზე აგებული ყველა ტრიგერისაშვის დაბატებითი გამოსავალი სიგნალის დაყოფრება, რომელიც

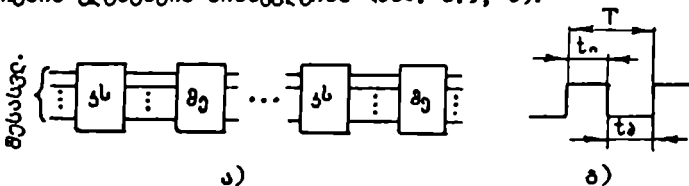
სინქროსიგნალის ხანგრძლივობის ტოლია.

ტრიგერებიდან განსაკუთრებული გავრცელება პოვა ინტეგრალური მიკროსქემის სახით შესრულებულმა სტაბილურმა JK და D ტრიგერებმა, მაგალითად, K155TM4 (4 D ტრიგერი), K176TB1 (2 JK ტრიგერი), K561TP2 (4 RS ტრიგერი).

#### § 4. სინქრონიზაციის სისტემები

ეგზ-ში ინფორმაციის გადაადგილება და მისი დამუშავება ხორციელდება მკაცრად განსაზღვრულ სინქრონულ რეჟიმში, სინქროსიგნალების საშუალებით. ნებისმიერი მანქანის რიგში, მისი ბრძანებების შესრულების ქვიში განისაზღვრება იმ სიგნალების სიხშირით, რომლებიც გამოდუშავდება ტაქტური სიგნალების გენერატორის საშუალებით. გენერატორი და მისი სიგნალების გაშტოების სისტემა წარმოადგენს სინქრონიზაციის სისტემას და იგი ყოველი ეგზ-ის აუცილებელი ნაწილია.

ეგზ-ში ინფორმაციის დამუშავების ტრაქტი შეიქმნება წარმოვიდგინოთ როგორც კომბინაციური სქემისა და მუხსიერების ურთიერთის მონაცვლეობა (ნახ. 5.9, ა).



ნახ. 5.9

კს-ები გარდაქმნიან ინფორმაციას მათი ლოგიკური დანიშნულების მიხედვით, ხოლო მე-ები ლეზულობენ ამ ინფორმაციას კს-ებში გაქრდაშავალი პროცესების დამთავრებისა და მათ გამო-

სასვლელებზე საზოგადო სიგნალების მიღების შედეგად.

ეს-ებში არსებობენ შესასვლელებიდან გამოსასვლელისაკენ სიგნალების გავრცელების გზები, რომლებიც შედგება ერთმანეთთან მიმდებარებით მიერთებული ლოკალური უბნებისა და მათ შორის კავშირებისაგან. ყველაზე გრძელ გზაზე უბნების რაოდენობა აღვნიშნოთ  $Z$ -ით. უმოკლესი გზა შეიძლება შეიყვანოს  $X$  უბნების. სიგნალის ეს-ში გავლის უმოკლესი დრო ტოლი იქნება  $\sum_{i=1}^Z t_{ei\min} + t'_3$ , ხოლო უდიდესი -  $\sum_{i=1}^Z t_{ei\max} + t''_3$ , სადა  $t'_3$  და  $t''_3$  სიგნალების დაყვანებისა და კავშირების მოკლე და გრძელ გზებზე.

ტექნიკური იმავეების  $T$  პერიოდში შედგება იმავესა და პაუზის  $t_2$  და  $t_3$  ხანგრძლივობისაგან (ნახ. 5.9, ბ).  $t_n$  საკმარისი უნდა იყოს ტრიგერში ინფორმაციის ჩანერქისათვის. ამიტომ, ცხადია, ყველაფრის უნდა შესრულდეს პირდაპირ,

$$t_{n\min} = t_{gh\max},$$

სადაც  $t_{gh\max}$  მოცემული ტრიგერის ტექნიკური იმავეს აუცილებელი ხანგრძლივობაა, რომელიც უზრუნველყოფს ტრიგერის საიმედო გადარქვას.

გადავლენ რა ახალ მდგომარეობაში, ტრიგერები ეს-ის შესასვლელებზე ქმნიან შესავალი სიგნალების ახალ მინიმუმებს. ტრიგერებში ახალი ინფორმაციის მიღებამდე უნდა გავიდეს განსაზღვრული დრო, რომელიც საკმარისი იქნება სიგნალის გავრცელებისათვის ეს-ში ყველაზე გრძელ გზაზე. ამას უნდა დაემატოს ტრიგერების წინასწარი დაყვანების დრო. ამიტომ პაუზის ხანგრძლივობისათვის უნდა შესრულდეს პირდაპირ

$$t_{3\min} = \sum_{i=1}^Z t_{ei\max} + t''_3 + t_{g\max}.$$

ტექნიკური იმავეების მინიმალური პერიოდი

$$T_{\min} = t_{\min} + t_{\text{amin}},$$

ბოლო მათი მატსინობაღური სინბიგრე

$$f_{\max} = T_{\min}^{-1}.$$

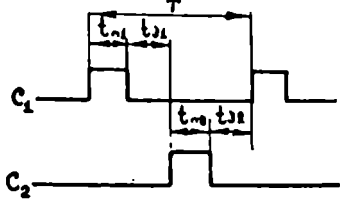
ეგმ-ის ჯვანძებისა და მიწყობიღობების აგების დროს ძრე-ღია ჯანისაბღვროს მათ უღებუნტებისა და გმებში სიგნაღების და-ყოვრებაანი. ეს არბუღებს მანქანის ტაქტური  $f$  სინბიგროს ლუსტ ჯანსაბღვროს და მისბუნს ტაქტური სინბიგროს გუნერატოროს არბუ-ვას. ამიგობი მანქანაში ბშირად იყუნებუნტ გუნერატორობს ტაქტუ-რი იმპულსების დროითი პარამეტრების ცვლიღობით. ეს საბუღადუ-ბას იძღვეს შიღცვადობა ჯვანძისა და მიწყობიღობის ტაქტური სინ-ბიგრე მათი მიღიფიკაციის დროს, მადღაღობად, უფრო სწრაფტბიღიღი ლოგოკური უღებუნტების ჯამოყუნებინას. იგნი აგრიღვეუ საღვიღების მანქანის პროფიღაქტივის, დიაგნოსტიკისა და დაბად სინბიგრეღი მუშაობის აღგორობის შიღიწმების პრობესს.

სინქრონიზაციის სინტებისაღვის ტიღური და დი რაღდებინის მიბსიღიღების უღებუნტების ტაქტური სიგნაღობით უჭირუნჯღყოფა. ეს იმპულსები ჯამომუშაღდება ურბი გუნერატორობ, ბოლო ჯამო-ყუნება აბასობით და აბიბაბასობით მიბსიღიღების უღებუნტში. ამი-გობი ეგმ-ში სპეციბაღური სქემების საბუღადობით ბღება ტაქტური იმპულსების ჯამრავღება.

სინქრონიზაციის სინსტრეში შიღიღება იყოს ურბოფა, რრფაბა ან მიღვადფაბა. ურბოფაბა სინსტრებას ჯამარბიბა მადღაღი სწრაფტბიღიღი-ბა, ანსაგობად მარტიღობა, მადგრამ მისი რვადიზაციის დროს წარ-მიღიშობა სპეციფიკური. პრობღებში. ასეღ სინსტრეში მიბსიღიღ-ბის ჯვადა უღებუნტში მიღწოღება ურბი და იგრიღვი სინქრონიზღუნსი. იღვადღური (უნიღიღი) უღებუნტისაღვის ურბოფაბა სინქრონიზაცია

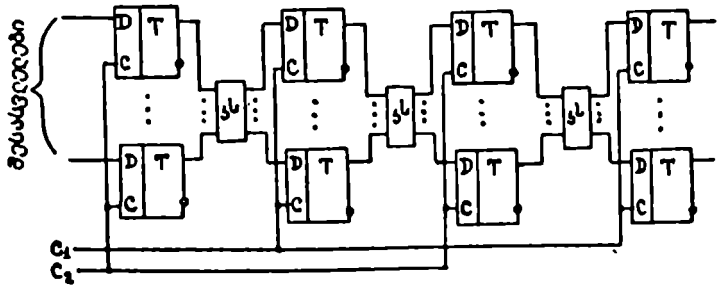


შეუძლებელია, რადგან სინქრონიზაციის მიწოდების მომენტში მუ-  
 ზა უნდა მიიღოს სიგნალი წინა ელემენტისაგან და ერეგულად  
 მიაწოდოს მომდევნოს, რაც შეუძლებელია, ვინაიდან მოიხმავს  
 მუ-ში "ძველი" და "ახალი" ინფორმაციის ერთდროულ არსებობას.  
 რეალური ელემენტები იწერება, ამიტომ ზოგიერთ მათგანში შე-  
 საძლებელია ერთგვარად სინქრონიზაციის გამოყენება, ზუსტად ემ-ში  
 შეარჩევათ გავრცელებული ერთგვარად სინქრონიზაცია, რომელიც ხასი-  
 ადდება ერთმანეთისადმი დაძრული ორი იდენტური მიმდევრობითი  
 სინქრონიზაციის გამოყენებით (ნახ. 5.10). ინტერვალი ორივე



ნახ. 5.10

მიმდევრობის იმპულსებს შორის  
 გამოყენდება კს-ების მუშა-  
 ბისათვის. 5.11 ნახ-ზე ნაჩვენ-  
 ებ სქემაში მუშობელი კასკა-  
 დები D ტრიგერების გამოყუ-  
 ნებით იღებენ სხვადასხვა სე-  
 რის სინქროსიგნალებს.



ნახ. 5.11

C2 ფაზის ალგორითმის დროს ინფორმაცია C1 ფაზის ტრი-  
 გერებიდან კს-ების გავლით გადაეცემა C2 ფაზის ტრიგერებს.  
 C1 ფაზის ალგორითმის ამ ფაზის შესაბამისი ტრიგერები იღუ-

ბუნ ინფორმაციას  $C_2$  ზაზის ტრიგერებიდან, ასევე კს-ების გავლით. ინფორმაციის მიღება ხდება კს-ებში გარდაამავალი პროცესების დაბნელების შედეგად.

ორჯამა სინქრონიზაციის სისტემის ღირებულებად ითვლება ყველაზე მარტივი და სწრაფქმედი ერესაფებურიანი ტრიგერების გამოყენების შესაძლებლობა.

ბრავადჯამა სინქრონიზაციის სისტემა ბასიანდებია ორზე მეტი სერიის სინქრონიზაციის გამოყენებით. ის გათვალისწინებულია მოწყობილობების სწრაფქმედების გაზრდისათვის. ეს ხორციელდება სინქრონიზაციის პერიოდის რამდენიმე ნაწილად დაყოფით და მოწყობილობაში ძირითადად უფრო მაღალი სიხშირის სინქრონიზაციის გამოყენებით. მოწყობილობის შემაჯგურებლობა ამ დროს, რა ღირება უნდა, რეზულდება.

ამჟამად, ეგბ-ში გამოყენებული ТТЛШ, И<sup>2</sup>Л, ЗСЛ ლოგიკის სინქრონიზირი ინტეგრირირი მიკროსქემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მათ შეუძლიათ იმუშაონ სინქრონიზაციის ძალზე მაღალ სიხშირეზე, რომელიც შეიძლება უზრუნველყოფილ იქნეს 70-100 მკვ-ის ზარტებში. ამიტომ ასეთ უღებუნებებზე ატებულ ეგბ-ში 16-32 მანრიგინანი სიტყვის (ინფორმაციის) დამუშავების სწრაფქმედებამ შეიძლება წამში შეადგინოს 2-5 მილიონი მკვრაცია.

შ ა ვ ი

რეგისტრები და მფლობელები

რეგისტრები და მფლობელები მუხსიერების მოწყობილობასთან ერთად ევრო-ის ყველაზე გავრცელებული კვანძებია. რეგისტრები გაანკუთვნილია მანქანური სიჩქარის შენარვისაშვის, აგრეთვე მასზე ზოტიერთი ღოგიკური რკერაციის შესრულებისაშვის. მაგალითად, ევრო-ის მარჯვის მოწყობილობაში რეგისტრი იღებს მუხსიერების მოწყობილობიდან და ინახავს იმ ბრძანების კოდს, რომელიც შესრულებულია მანქანის მორიგი მუშაგაქტის განმავლობაში. ართმეტიკულ-ღოგიკურ მოწყობილობაში რეგისტრი უშუალო მონაწილეობას იღებს რკერაციების შესრულებაში. მაგალითად, მკერების რკერაციის შესრულებისას იგი ამჯამავს გადამცემის შესაკრებებს, ზოლო გამრავლებისა და გაყოფის რკერაციების შესრულების დროს ახორციელებს ძვრას.

რეგისტრები შედგება ტრიგერებისაგან, რომელთა რიცხვი შეესაბამება მანქანური სიჩქარაში მანრიგების რაოდენობას.

რეგისტრების მიერ შესრულებულ ღოგიკურ რკერაციებს მიკუთვნიება:

რეგისტრის დაყენება 0-ზე ("რამყრა");

სიჩქარის მიღება სხვა კვანძისაგან ან მოწყობილობისაგან (რეგისტრისაგან, ამჯამავისაგან, მუხსიერების მოწყობილობისაგან და ა.შ.);

სიჩქარის გაგემა სხვა კვანძში ან მოწყობილობაში;

სიჩქარის ძვრა მარჯვნივ ან მარცხნივ საჭირო მანრიგების რაოდენობაზე;

რიცხვის მიმდევრობითი კოდის გარდაქმნა პარალელურში და

პირიქით;

ლოგიკური ოპერაციების შესრულება სხვადასხვა სიტყვებზე მარნიგების მიხედვით.

ამ ოპერაციების შესრულების მიზნით მიხედვებშია რეგისტრების აგება RS, JK და D ტრიგერებზე.

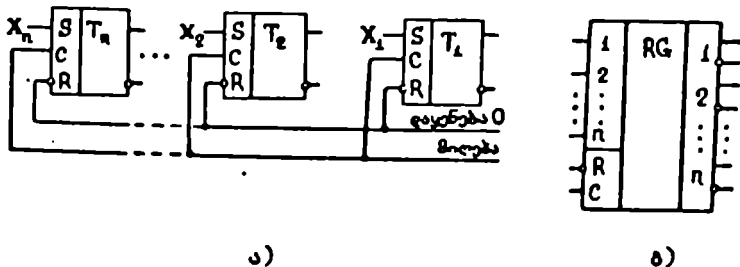
ინფორმაციის მიღებისა და გაცემის ბერბის მიხედვით რეგისტრები იყოფა პარალელურ (სტატიკურ) და მიმდევრობით (დერბის) რეგისტრებად.

მეველი ნარმადგენს ეგმ-ის ჭრქციურ კვანძს, რომელიც განკუვენილია შესავალი სიგნალების ლელისაღვის; ის გამოიყვდება მანქანის მარღვის მოწყობილობაში ბრძანებათა მისამარღების მიმდევრობის ჭორბირებისაღვის, ციკლური ოპერაციების რაღენობის ლელისაღვის და სხვ. მეველებისაღვის დაშება-სიანებელია ინკრემენტაციისა და დეკრემენტაციის მიკროოპერაციები, რაღის დრსაღ მათ მიურ დაშებასოვრებელი რიცხვი იბრღება აწ მცირღება ურთით.

ღელის მიმარღლების მიხედვით მეველებს ყოჭენ შემიკრებ (პირდაპირი ლელის), გამომიკრებ (უკუღელის) და რვერსულ (ღელის მიმარღლების ღვლიღებით) მეველებად. ლელის მოღლის მიხედვით არსებობს რრბითი და ალობითი მეველები.

### ჭ 1. პარალელური რეგისტრები

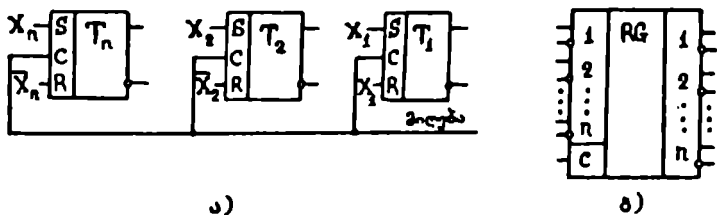
პარალელურ რეგისტრში სიტყვების მიღება და გაცემა ბორცივეღება ურღრრულად ყვლა მარნიგის მიხედვით. 6.1 ნაბ-ღე მოყვანლია RB ტრიგერებზე აგებული  $n$  მარნიგა რეგისტრის სქემა და მისი პირობითი აღნიღვრა. რეგისტრს გაარნია მარღვის რრი სადღე - "დაყვრება 0" და "მიღება". ვინაიღან  $X_1, X_2, \dots, X_n$



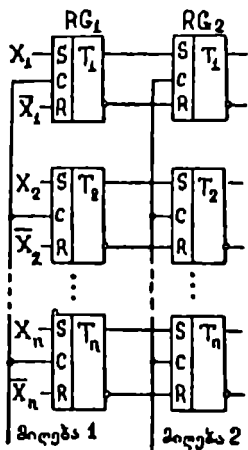
ნაბ. 6.1

ინფორმაციული შესასვლელების წრედები შეერთებულია რეგისტრის ტრიგერების ერთეულური დაყენების შესასვლელებთან, ამიტომ მიღების სიგნალის (1-ის) მიწოდების წინ ტრიგერებს უნდა მიეწოდოს სიგნალი "დაყენება 0", რომელიც ყველა ტრიგერს გადაიყვანს 0 მდგომარეობაში.

6.2, ა ნაბ-ზე ნაჩვენებია ინფორმაციის მიღება რეგისტრზე წინასწარ 0-ზე დაყენების გარეშე, ხოლო 6.2, ბ-ზე ნაჩვენებია ასეთი რეგისტრის პირობითი აღნიშვნა. აქ გამოიყენება  $X$  და  $\bar{X}$  შესასვლელებზე ინფორმაციის პარაფრაზური მიღება, რომლის დროსაც ტრიგერების ერთ-ერთ შესასვლელზე ავტომატურად მიეწოდება 1. იგი გადაიყვანს ტრიგერებს საჭირო მდგომარეობაში მათში მოხვედრის შემდეგ ინფორმაციისაგან დამოუკიდებლად.



ნაბ. 6.2



ნახ. 6.3

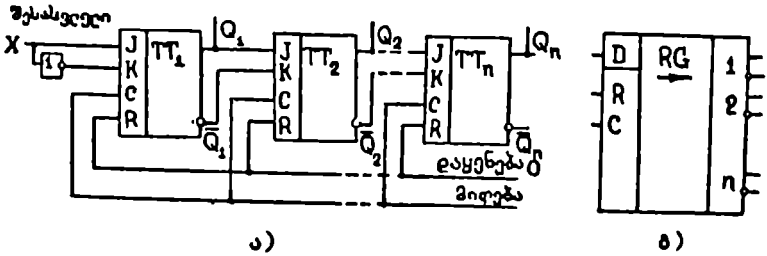
პარაფაზურებისასველიან რეგისტრს წინა სქემისთან შედარებით ორჯერ მეტი შესასვლელი წრელი გააჩნია, მაგრამ მასზე სიხვევის მიღება უფრო სწრაფად ხდება, ვინაიდან საჭირო არ არის მისი ტრიგერების წინასწარ წულყვან მდგომარეობაში გადაყვანა.

ინფორმაციის მიღება ერთ რუმე-ლიზე რეგისტრზე ხშირადაა დაკავშირებული მეორე რეგისტრიდან ინფორმაციის გადემისთან. ეს ნაჩვენებია 6.3 ნახ.-ზე, სადაც ინფორმაცია პარაფაზური შესასვლელებით და "მიღება 2" სიგნალის საშუალებით მიეწოდება  $RG_1$  რეგისტრიდან  $RG_2$  რეგისტრზე.

## § 2. მიმღვერობითი რეგისტრები

მიმღვერობითი, ანუ ძვრის რეგისტრები წარმოადგენს ერთმანეთთან მიმღვერობით მიერთებულ ტრიგერთა მქცრივს. პარალელურ რეგისტრებთან შედარებით მათი სქემა უფრო უკონომიკურია, რადგან ინფორმაციის მიმღვერობით მიღებისა ან გადემისსაფვის გამომიყვანება მხოლოდ ერთი ინფორმაციული სადტე.

6.4 ნახ.-ზე ნაჩვენებია MS ტიპის JK ტრიგერებზე აგებული რეგისტრი და მისი პირობითი აღნიშვნა. აქ რეგისტრის შესასვლელზე მიღებულ ინფორმაცია ყოველი C სიწქრსიგნალის მოსვლის შემდეგ გადაეცემა (დაიძვრება) წინა ტრიგერიდან მიმღვეროსაკვან.



ნახ. 6.4

განვიხილოთ ასეთი ძვირის რეგისტრის მუშაობა. ვაქვამთ მას-  
ში უნდა ჩაიწეროს სამხანრიგობანი რიცხვი  $D=101$ , რადგან  
მხანრიგობი  $D_1=1, D_2=0, D_3=1$ . როცა  $C=1$ , მხანრიგობი  $TT_1$  გრიგორი  
შეიგაწება  $J_1=D_1=1$  და  $K_1=\bar{D}_1=0$ . ვინაიდან  $JK$  გრიგორი მუშაობს  
როგორც სინქრონიული  $RS$  გრიგორი, ამიტომ სინქრონიზაციის დაბეჭ-  
დების შემდეგ  $TT_1$  გრიგორის გამოსასვლელზე გვექვება  $Q_1=1$ . თა-  
ლია, პირველი სინქრონიზაციის შემდეგ  $Q_2=D_2=1$  და  $\bar{Q}_2=\bar{D}_2=0$ . ამის  
შემდეგ რეგისტრის ინფორმაციულ შესასვლელზე მიიწერება  $D$  რიცხ-  
ვის მორე  $D_2=0$  მხანრიგობი. მორე სინქრონიზაციის მიქმედებთ  $TT_2$   
გრიგორი პირველი გრიგორის გამოსასვლელიდან მიიღებს ინფორმაცი-  
ას:  $J_2=Q_1=1$  და  $K_2=\bar{Q}_1=0$ . მორე სინქრონიზაციის დაბეჭდების  
შემდეგ გვექვება  $Q_2=D_2=1$  და  $\bar{Q}_2=\bar{D}_2=0$ , ბოლო პირველი გრიგორი  
მიიღებს რეგისტრის შესასვლელ ინფორმაციას და მის გამოსასვლელზე  
გვექვება  $Q_3=D_3=0$ ,  $\bar{Q}_3=\bar{D}_3=1$ . მასასადაბე, მხანრიგობის  
ძვირ რეგისტრის პირველი მხანრიგობიდან მორე. ზუსტად ასევე  
მასამე სინქრონიზაციის დაბეჭდების შემდეგ მივიღებთ:  $Q_3=D_3=1$ ,  
 $Q_2=D_2=0, Q_1=D_1=1$ , ე. ი.  $D$  რიცხვი მიიღებდა ჩაიწერება რე-  
გისტრში.

ინფორმაცია ძვირის რეგისტრიდან შეიძლება მივიღოთ  $Q_n$  გამოს-  
სვლელიდან მიმდევრობით კრძი მხანრიგობის რეგისტრის

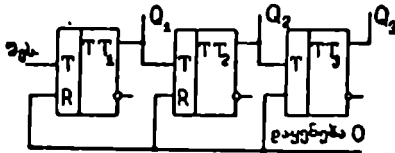
გამოსასვლელისაკენ მანძიმდედგნული ძვრიბ ან ურბდრთუბად (პარალელურ კრბში)  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  გამოსასვლელბიბად.

სურილ მიკროსქემათა შორის გავრბელებულია: KI55VIPI, KI55VIPI3, KI76VIPI3, K500VIPI4 და სბვ. რეგისტრბი.

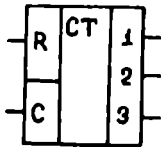
ფ 3. რრბბბი მბვლელბი

მბვლელი, ისევე რგორც რეგისტრი, შედგება ტრიგერბისაგან, ამბგომ მასში სიგნალბის (იბმულსების)ბვლა ბბება ბვლის რრბბიბ სისქემაში.

უბარტივესი სამბბბნრიგბბანი რრბბბი მბვლელის სქემა ნარკვერბია 6.5 ნამ-ბე. მბვლელი შედგება სბბი მიმბდევრბბიბ შეერბებული T ტრიგერისაგან, რრბბბბე გბარბიათ R შესასვლელი ნულბე დაყრბბისბბვის.

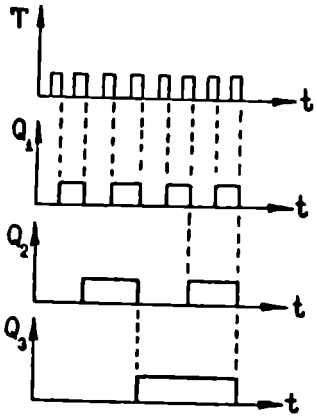


ა)



ბ)

ნამ. 6.5



ნამ. 6.6

6.6 ნამ-ბე ნარკვერბია მბვლელის დრობბი დისგრბბბი, ბრლ 6.7 ბბრილში ნარბრბგენილია ტრიგერბის მბგობბრთბბბი. ბუ



| შესავალი<br>სიგნალის<br>ნომერი | ტრიგერების<br>მდგომარეობა |        |        | შესავალი<br>სიგნალის<br>ნომერი | ტრიგერების<br>მდგომარეობა |        |        |
|--------------------------------|---------------------------|--------|--------|--------------------------------|---------------------------|--------|--------|
|                                | $TT_3$                    | $TT_2$ | $TT_1$ |                                | $TT_3$                    | $TT_2$ | $TT_1$ |
| 0                              | 0                         | 0      | 0      | 5                              | 1                         | 0      | 1      |
| 1                              | 0                         | 0      | 1      | 6                              | 1                         | 1      | 0      |
| 2                              | 0                         | 1      | 0      | 7                              | 1                         | 1      | 1      |
| 3                              | 0                         | 1      | 1      | 8                              | 0                         | 0      | 0      |
| 4                              | 1                         | 0      | 0      |                                |                           |        |        |

დასაწყისში ყველა ტრიგერი 0 მდგომარეობაში იყო, პირველი სიგნალის მიღების შემდეგ  $TT_1$  ტრიგერი გადავა 1 მდგომარეობაში ( $Q_1=1$ ). მეორე სიგნალის მოსვლის შემდეგ  $TT_1$  გადავა 0 მდგომარეობაში ( $Q_1=0$ ).  $Q_1$  სიგნალის დათავრების შემდეგ  $TT_2$  ტრიგერი აღმოჩნდება 1 მდგომარეობაში ( $Q_2=1$ ) და ა.შ. მეოთხე სიგნალის მიღების შემდეგ ყველა ტრიგერი აღმოჩნდება 0 მდგომარეობაში და ღვდა თავიდან დაიწყება.

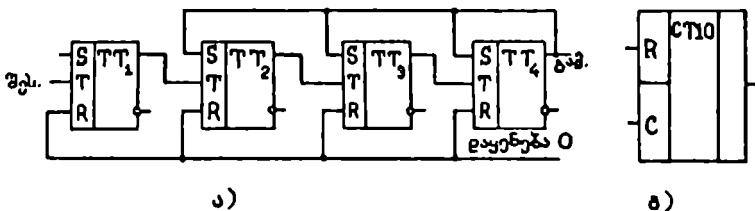
გზირიდიდან ჩანს, რომ ტრიგერების მდგომარეობები ასაბავრვ მთლებული სიგნალების რაოდენობას ორგანიზ კოდში. ასეუ მდგომარეობათა რაოდენობა განისაზღვრება ტრიგერების  $n$  რიცხვით:  $N=2^n$ . ჩვენს შემთხვევაში  $N=8$ .

#### § 4. ახორბითი მავლელები

განზილული ორგანიზი მავლედი ტარიოდ გამოიყენება ევბ-ში მავრამ ასეთი საბით მას არ შეუძლია დააკმაყოფილოს დაბატვითი მოთხოვნები. მავალითად, ბშირად საჭირთა სიგნალების ღვდა ბუნებრივი მიმდევრობით (1, 2, 3, და ა.შ.), ან მავლელის

უჭრისი თანრიგადან მიხსნილი სიგნალის წარმოდგენა ზუსტად გაბ-  
საზღვრული ციფრის შედეგად. თრბიხ მავლელს შეუძლია ამ მოხზო-  
ვების დავიყოფილება მხოლოდ ზოგიერთ შემთხვევაში. მაგალითად,  
მას შეუძლია დაიფაროს 2, 4, 8, 16 და ა.შ. სიგნალი და გამოი-  
ღოშაოს შესაბამისი გადაჭარის იმპულსი. ამამდე მელა ასეუ  
მავლელს არ შეუძლია, მაგრამ აუ მის თანრიგებს განსაზღვრული წი-  
სიხ შეუძარებუხ, მაშინ იგი შეძლებს ნებისმიერ რიგბვაშიდე მელას.

ასეუი მავლელბის ასაგებად იყენებენ უკუკავშირებს, რ-  
მელთა საშუალებითად გადაჭარის  $q$  იმპულსი მიეწოდება სბვა  
მავლელის შესასვლელს და ურდეროდად ხდება მავლელის საწყის  
მდგომარუბაში მოყვანა. ასეუ მავლელბს უწოდებენ მავლელბს  $q$   
მოღვლით. აუ  $q=10$ , მივიღებთ ამობიხ, ანუ დავაღერ მავლელს.  
6.7 ნახ-ზე მოყვანილია თბ ტრიგერზე აგებული ამობიხი მავლელის  
სქემა და მისი პირბიხი აღნიშვნა.



ნახ. 6.7

$TT_4$  ტრიგერის გამოსასვლელიდან სიგნალები უკუკავშირით მი-  
წოდება  $TT_2$  და  $TT_3$  ტრიგერბის შესასვლელბზე. მავლელის შე-  
სასვლელზე მიეწეა იმპულსის მიღების შემდეგ  $TT_4$  ტრიგერის გამო-  
სასვლელზე გეძენება 1, რმელიც  $TT_3$  და  $TT_2$  ტრიგერბს გადაიყ-  
ვანს 0-დან 1 მდგომარუბაში (ცხრილი 6.2).

მეცხრე იმპულსი გადაიყვანს  $TT_4$  და სბვა დანარკერ ტრი-  
გერბსაც 1 მდგომარუბაში, მუახე იმპულსი ურ - 0-ში და მელა

| შესავალი<br>სიგნალის<br>ნომერი | ტრიგერების<br>მდგომარეობა |       |       |       | შესავალი<br>სიგნალის<br>ნომერი | ტრიგერების<br>მდგომარეობა |         |       |       |
|--------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|--------------------------------|---------------------------|---------|-------|-------|
|                                | $T_4$                     | $T_3$ | $T_2$ | $T_1$ |                                | $T_4$                     | $T_3$   | $T_2$ | $T_1$ |
| 0                              | 0                         | 0     | 0     | 0     | 6                              | 0                         | 1       | 1     | 0     |
| 1                              | 0                         | 0     | 0     | 1     | 7                              | 0                         | 1       | 1     | 1     |
| 2                              | 0                         | 0     | 1     | 0     | 8                              | 1                         | 0(1)(0) | 1     | 0     |
| 3                              | 0                         | 0     | 1     | 1     |                                | ↓                         | ↑       | ↑     |       |
| 4                              | 0                         | 1     | 0     | 0     | 9                              | 1                         | 1       | 1     | 1     |
| 5                              | 0                         | 1     | 0     | 1     | 10                             | 0                         | 0       | 0     | 0     |

მავნიდან დაიწყება.

განხილული მთვლელები აბორცობდნენ სიგნალების რიგების პირდაპირ მვლას, ე. ი. შვერების რაბერაფის, ამიგობი მათ შვერებზე მთვლელებს უწოდებდნენ. გამომყლები მთვლელის მისაღებად საჭიროა ტრიგერების არა პირდაპირი, არამედ ინვერსიული გამოსასვლელების მიმდევრობითი შვერება. ასეთი მთვლედი მუშაობს შემდეგნაირად:

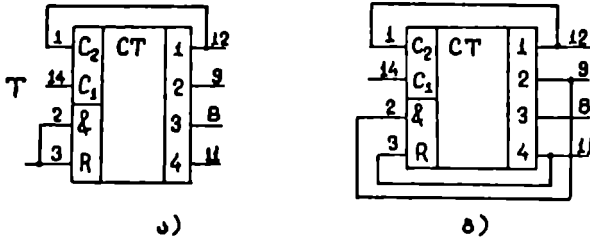
მავნიდან უვლად ტრიგერს აყვებდნენ 1 მდგომარეობაში (სამი ტრიგერის შემდგევამი ეს შევსაბამება 111 კრობი რიგებს). მთვლელის შესასვლელებზე მისული სიგნალი  $T_1$  ტრიგერს გადარყვანს 0 მდგომარეობაში, დანარჩენი ტრიგერების მდგომარეობა კი არ შეიცვლება. ამრიგად, მთვლედი ჩაწერილი იქნება რიგები 110. მორიგი იმპულსი შეამცირებს ამ რიგებს კიდევ ერთი და ა. შ.

მთვლელებს, რამდენიც აბორცობდნენ რაგორც შვერების, ასევე გამოყლების რაბერაფებს, უწოდებდნენ რვერსულს. მათ გააჩნიათ კრი შესასვლედი - შვერებისა და გამოყლების.

მთვლელების მუშაობის ძირითადი რვერებია სიგნალების რე-

გისტრაცია და მათი სიბშირის გაყოფა. რეგისტრაციის რეჟიმში მომუშავე მფრელები ატრქსირებენ მიღებულ სიგნალების რაოდენობას ციფრულ კოდში, მეორე რეჟიმში კი გამოსავალი სიგნალებია მფრელების გადავსების იმპულსები.

მფრელები მზადდება ინტეგრალური მიკროსქემების საბით, მაგალითად, KI76ИЕI (6-სანრიგა ჩრბითი მფრედი), KI76ИЕ2 (5-სანრიგა მფრედი), KI55ИЕ2 (მფრედი-12-ზე გამყოფი) და სხვ. 6.8, ა, ბ ნაბ.-ზე შესაბამისად ნაჩვენებია KI55ИЕ5 მიკროსქემის ბაზაზე აგებული მფრედი ( $C_1$  შესასვლელი) სიბშირის 8-ზე გაყოფით ( $C_2$  შესასვლელი) და ჩრბით-აბობითი მფრედი.



ნაბ. 6.8

შ ა 3 ი VII

კომბინაციური ტაპის ზრუქციური კვანძები

წინა თავში განხილული რეგისტრებისა და მფრელების სქემები აგებული იყო მუბსიერების უღებრებების - ტრიგერების სა-ჯრუქვად. მათთან ურთად უკმ-ში გამოიყენება ზრუქციური კვანძები, რბილები აგებულია კომბინაციური ტიპის სქემებისა-გან და განკუთვნილია შესასვალი სიგნალების კოდური კომბინაციის გარდაქმნისათვის. კომბინაციური ტიპის ზრუქციური

კვანძებია: დუმიტრატიონები, შიტრატიონები, მულტი-  
 კლექსონები, დამულტიპლექსონები, კონტროლისა და შედარების  
 კვანძები და სხვ.

### § 1. დუმიტრატიონები და შიტრატიონები

დუმიტრატიონები და შიტრატიონები მიეკუთვნება კოდების  
 გარდაქმნვებს. შიტრატიონა დაკავშირებულია ინფორმაციის შემი-  
 ჭიდრებასთან, დუმიტრატიონა კი - საწინააღმდეგო გარდაქმნასთან.

დუმიტრატიონი წარმოადგენს ზრდიტოურ კვანძს, რამდენიმე  
 შესასვლელითა და გამოსასვლელითა და გარკვევნილია შესასვლელზე  
 მიმდებარე რიცხვის კრებითი კოდის გარდაქმნისათვის ერთ-  
 ველ სიგნალებს, რომელიც მიიღება დუმიტრატიონის ერთ-ერთ  
 სასვლელზე. ეს დუმიტრატიონს გააჩნია  $n$  შესასვლელი, მაშინ  
 დასაწყისად  $2^n$  გამოსასვლელი, ვინაიდან შესავალი სიტყვის  $n$ -  
 რიგა კოდმა შეიძლება მიიღოს  $2^n$  სხვადასხვა მნიშვნელობა. თი-  
 თხველ მნიშვნელობას დუმიტრატიონის ერთ-ერთ გამოსასვლელზე შე-  
 საბამებია 1, დანარჩენ გამოსასვლელებზე შენარჩუნებული იქნება  
 0-ები.

ეს დუმიტრატიონის შესასვლელია  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , მაშინ  
 მის 0, 1, 2,  $\dots, 2^n - 1$  გამოსასვლელებზე ლოგოვარ ზრდიტობს  
 დასაწყისად შემდეგი მნიშვნელობანი:

$$y_0 = X_1 X_2 \dots X_{n-1} X_n,$$

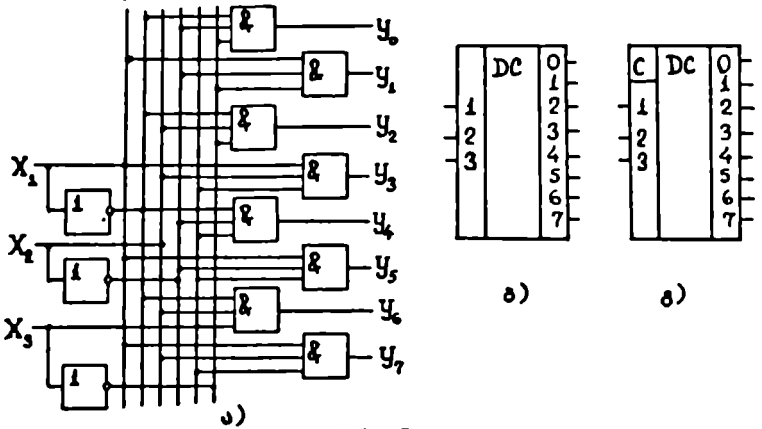
$$y_1 = X_1 X_2 \dots X_{n-1} X_n,$$

$$y_2 = X_1 X_2 \dots X_{n-1} X_n,$$

$$y_{2^n-1} = X_1 X_2 \dots X_{n-1} X_n.$$

7.1, ა, ბ ნაშ-ზე ნაჩვენებია დეშიფრატორის სქემა და მისი პირობითი აღნიშვნა. სქემა გაფაღისნირებულა სამთანრიგოანი შესავალი სიტყვის დეშიფრაციისათვის. იგი შედგება 8 სამშესასვ-  
 ღლიანი "და" ლოგიკური ელემენტისაგან, რომელთა შესასვლელზე  
 მიეწოდება სიტყვის მანრიგების პირდაპირი და ინვერსიული მნიშვ-  
 ნელობების ყველა კომბინაცია.

ეს მთლიანად "და" ელემენტს ექნება დამატებითი შესასვლელი  
 სინქრონიზაციისათვის, მაშინ მიიღება სინქრონიზებული დეშიფრა-  
 ტორი (ნაშ. 7.1, გ). ის სერიულად გამოდის ინტეგრალური მიკროსქე-  
 მების საბით.



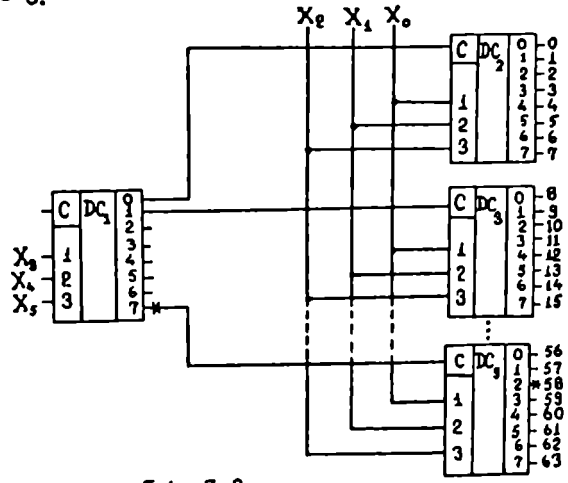
ნაშ. 7.1

მრავალმანრიგოანი სიტყვების დეშიფრაცია ერთი მიკროსქემის  
 საშუალებით ხშირად იზღუდება მიკროსქემების გამომყვანების რა-  
 ღობით. მაგალითად, 5-მანრიგოანი სიტყვის დეშიფრაციის მიკრო-  
 სქემას გააჩნია 40 გამომყვანი (5 შესასვლელი, 32 გამოსასვლ-  
 ელი, 3 მთელი სინქრონიზაციის, კვებისა და დამიწების გამომყვანი).  
 ამ შემთხვევაში იყენებენ დეშიფრატორების კასკადურ შეერთებას.

7.2 ნაშ-ზე ნაჩვენებია სამშესასვლელიანი სინქრონიულ დეშიფრატორ-

რუბზე აგებული 6 თანრიგობანი სიბყვის დეშიფრაციის სქემა. იგი შედგება 9 ერთნაირი მოკროსქემისაგან. პირველი დეშიფრატორის შესასვლელებზე მიუწოდება შესავალი სიბყვის 3 უფროსი თანრიგი. სქემის საერთო სინქრონიზაცია განისაზღვრება ამ დეშიფრატორის C შესასვლელით. როცა  $C = 0$ , DC-ის ყველა გამოსასვლელზე გვექნება 0-ები, ამიტომ მთორე იარუსის დეშიფრატორების ყველა გამოსასვლელზე მიიღება 0-ები. როცა  $C = 1$ , მაშინ DC-ის ერთ-ერთ გამოსასვლელზე გვექნება 1, რომელიც მიუწოდება მთორე იარუსის შესაბამის დეშიფრატორს. ამით ხდება 3 უმცროსი თანრიგის დეშიფრაცია.

განვიხილოთ მაგალითი. 111010 = 58 სიბყვის დეშიფრაციის დროს 111 კოდი მიუწოდება  $DC_1$ -ს. მის მუშვიდე გამოსასვლელზე გამოდის 1, რომელიც მიუწოდება  $DC_3$ -ის სინქრონიზაციის შესასვლელს. ამ დეშიფრატორის შესასვლელებზე მოქმედებს კოდი 010, ამიტომ სიგნალი მიიღება მის მთორე გამოსასვლელზე, რაც შეესაბამება 58-ს.



ნახ. 7.2

უგმ-ში დუშიფრაგორებს აყენებენ რეგისტრებისა და მყვლეუ-  
ბის შებენი მათი გამოსასვლელებიდან მიღებული სიგყვების კოდური  
კომბინაციების დუშიფრაციისაშვის.

დუშიფრაგორები შედის ტუი და კმოი დოგოკის ყვლა სე-  
რისი მიკროსქემებში. მაგალითად, KI55ИДИ და KI76ИДИ ტანკუა-  
ნილია 4-შანრიგა კოზიში კოდის აშობიშ კოდში ტარდაქმნისაშვის.  
3-შანრიგა დუშიფრაგორი K500ИДИ62M აზორციულბს კოზიში კოდის  
ტარდაქმნას რვაობიშში.

შიფრაგორი ტარდაქმნის ერეულკოვან სიგზალს  $\Pi$  -შანრიგა  
კოდში. უგმ-ში იგი გამოიყენება კლავიატურაში, სადაც საჭიროა  
დაჭერილი კლავიშის შესაბამისი აშობიშ ციფრის ტარდაქმნა კო-  
ბიშ კოდში. დავუშვათ, რომ კლავიატურაზე გვაქვს 10 კლავიში,  
რომლებიც აღნიშნულია ციფრებიშ 0-დან 9-მდე. რომელიმე კლავიშზე  
დაჭერისას შიფრაგორის შესასვლელებზე მიიწოდება შესაბამისი  
( $X_0-X_9$ ) ერეულკოვანი სიგზალი. შიფრაგორის გამოსასვლელებზე მიი-  
ღება დაჭერილ კლავიშზე აღნიშნული ციფრის შესაბამისი ( $Y_1-Y_4$ )  
კოზიში კოდი. როგორც ფუნქციონირების ცხრილიდან ჩანს (ცხრ.7.1)  
სქემას უნდა გააჩნდეს 10 შესასვლელი და 4 გამოსასვლელი.

ც ხ რ ი ლ ი 7.1

| აშობიშ<br>ციფრი | კოზიში კოდი |       |       |       | აშობიშ<br>ციფრი | კოზიში კოდი |       |       |       |
|-----------------|-------------|-------|-------|-------|-----------------|-------------|-------|-------|-------|
|                 | $Y_4$       | $Y_3$ | $Y_2$ | $Y_1$ |                 | $Y_4$       | $Y_3$ | $Y_2$ | $Y_1$ |
| 0               | 0           | 0     | 0     | 0     | 5               | 0           | 1     | 0     | 1     |
| 1               | 0           | 0     | 0     | 1     | 6               | 0           | 1     | 1     | 0     |
| 2               | 0           | 0     | 1     | 0     | 7               | 0           | 1     | 1     | 1     |
| 3               | 0           | 0     | 1     | 1     | 8               | 1           | 0     | 0     | 0     |
| 4               | 0           | 1     | 0     | 0     | 9               | 1           | 0     | 0     | 1     |



$Y_1$  გამოსასვლელზე 1 მიიღება წებისთავი  $X_1, X_3, X_5, X_7, X_9$  ანტი კლავიშის დაჭერისას, ე.ი.

$$Y_1 = X_1 \vee X_3 \vee X_5 \vee X_7 \vee X_9.$$

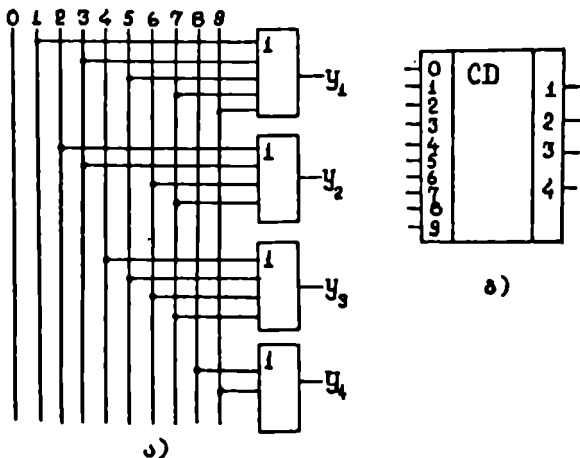
დანარჩენი გამოსასვლელებისათვის ლოგიკურ კონფიგურაცია ასეთი სახე:

$$Y_2 = X_2 \vee X_3 \vee X_6 \vee X_7,$$

$$Y_3 = X_4 \vee X_5 \vee X_6 \vee X_7,$$

$$Y_4 = X_8 \vee X_9.$$

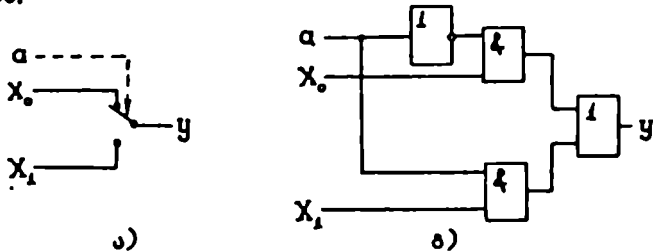
აქედან ვხედავთ, რომ მიფრეკორის ასაგებად საჭიროა 4 "ან" კონფიგურაცია: ბუფერსასვლელიანი, 2 კონფიგურაციალიანი და კონფიგურაციალიანი. ასეთი მიფრეკორის სქემა და პირობითი აღნიშვნა მოყვანილია 7.3 ნახ-ზე.



ნახ. 7.3

## § 2. მულტიპლექსორები და დემულტიპლექსორები

როცა საჭიროა რამდენიმე მიწყობილობის ლოგიკური მდგომარეობის ამოკოხება და მათი მანშიმდევრული მიწოდება ერთ გამოსასვლელზე, გამოიყენება ზრუნეორი კვანძი, რომელსაც მულტიპლექსორს უწოდებენ. 7.4, ა ნაბ.-ზე მოყვანილია მულტიპლექსორის სქემა ორი ინტორმაციული  $X_0$ ,  $X_1$  შესასვლელითა და  $a$  მმარველი (სამისამარმ) შესასვლელით. 7.4, ბ ნაბ.-ზე კი წარმოგვნილია ამ მულტიპლექსორის უკვივადენტური სქემა. როცა  $a=1$ , გამოსასვლელზე მიიღება  $X_1$  მნიშვნელობა,  $a=0$ -ის დრის -  $X_0$  მნიშვნელობა.



ნაბ. 7.4

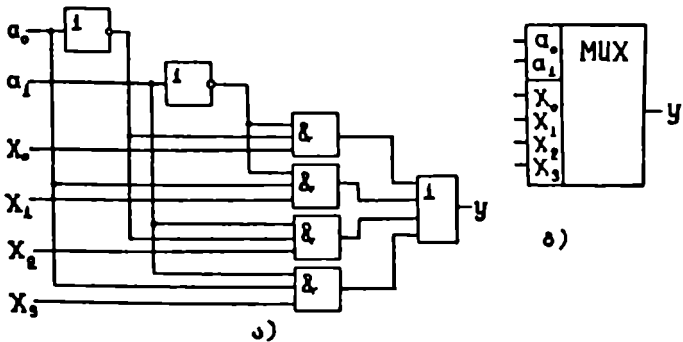
7.5 ნაბ.-ზე მოყვანილია ომბშესასვლელიანი მულტიპლექსორის სქემა და მისი პირობითი აღნიშვნა. სქემას გააჩნია ორი სამისამარმ შესასვლელი:  $a_0$  და  $a_1$ . როგორც 7.5, ა ნაბ.-დან ჩანს

$$y = \bar{a}_0 \bar{a}_1 X_0 + a_0 \bar{a}_1 X_1 + \bar{a}_0 a_1 X_2 + a_0 a_1 X_3.$$

მაგალითად, თუ  $a_1=1$  და  $a_0=0$ , მაშინ

$$y = X_2.$$

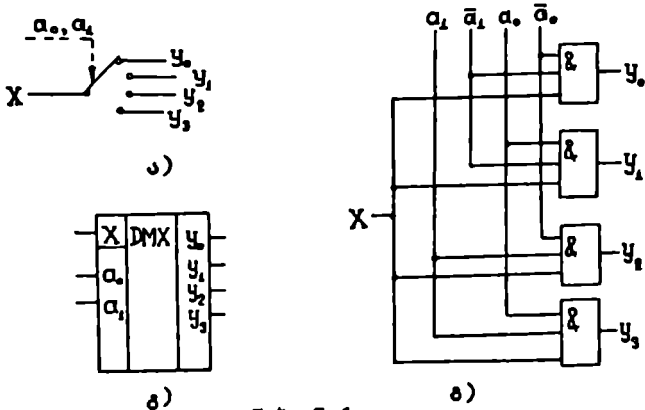
მულტიპლექსორებს კიდევ ციხრულ კომუტატორებსაც უწოდებენ. ისინი არსებობენ ცალკეული მოკროსქეშების საბით, მაგალითად, KI55KPI2 (ომბშესასვლელიანი მულტიპლექსორი) ან KI55KPII (16-შესასვლელიანი მულტიპლექსორი).



ნახ. 7.5

აუ საჭიროა მულტიპლექსირების შეზღუდული ფუნქციის რეალიზება, მაშინ იყენებენ დამულტიპლექსორებს. ისინი აზორიცილებენ ერთი შემავალი სიგნალის მიწოდებას განსაზღვრულ მიმღებზე.

7.6, ა ნახ.-ზე ნაჩვენებია დამულტიპლექსორი 1 ინფორმაციული შესასვლელით, 2 საბინამართო შესასვლელითა და 4 გამოსასვლელით. 7.6, ბ და გ ნახ.-ზე მოცემულია ასეთი დამულტიპლექსორის სქემა და პირბითი აღნიშვნა.



ნახ. 7.6

### § 3. კონტროლის კვანძები

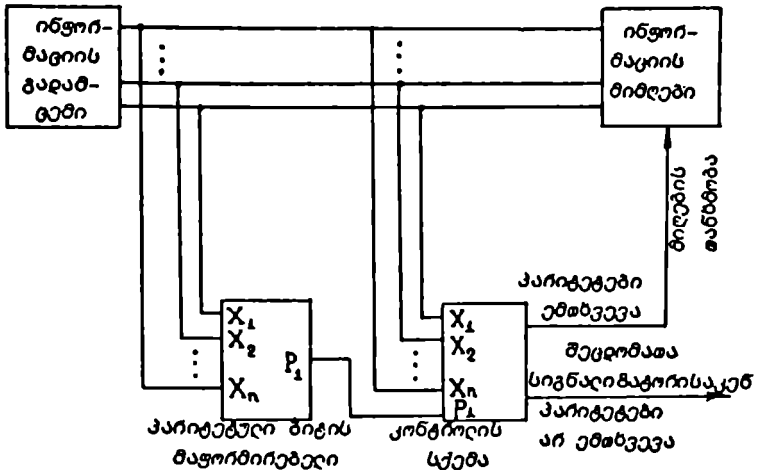
უცბ-ის მიერ შესრულებული ოპერაციების სისწორის კონტროლი და შედეგების კონტროლი წარმოადგენს მანქანის ნორმალური ფუნქციონირების მნიშვნელოვან პირობას. უცბ-ის მუშაობის კონტროლი შეიძლება განხორციელდეს პირგრამულად ან აპარატურად. პირგრამული კონტროლის დროს იყვანებენ სპეციალურ ტესტურ პირგრამებს, აპარატული კონტროლი კი მანქანის მუშაობის დროს ფუნქციონირებს განუწყვეტლად და შედეგმა დაშვებისთანავე შეიძლება იქნეს აღმოჩენილი.

მა, მაგალითად, მანქანაში ხდება  $1001_2 = 9_{10}$  კოდის გადაცემა ორ მიწყობილობას შორის და დაბრკოლების სიგნალის მოქმედების გამო მარცხენიდან ღუსამე ანრიგში მიხდება შედეგმა, მაშინ მიიღებზე მიიღება მცდარი კოდი  $1011_2 = 11_{10}$ . ამ შედეგის აღმოჩენა სპეციალური შემოწმების გაკეთებ შეიძლება. შემოწმება კი დაწყებულია იმ დაშვებაზე, რომ დროს ყოველ მიმდებში შეიძლება მიხდეს შედეგმა გადასაცემი სიგნალის მიხედვით ანრიგში. ამრიგად, მა გადასაცემი სიგნალ შეიგავს ერთიანების ღუს რაოდენობას, ხოლო მიიღებზე მიიღებულ რიცხვში აღმოჩნდება კონტროლი რაოდენობის ერთიანი, ეს ნიშნავს, რომ გადაცემისას მიხდა შედეგმა.

ამ მეთოდის რეალიზება შეიძლება კონტროლის კვანძის საშუალებით, რომლის მოქმედების პრინციპი აიხსნება 7.7 ნაშ-ზე მოყვანილი სურათის მიხედვით. აქ გადაცემით მიწყობილობის გამოსასვლელზე მოქმედებს დამატებითი ბიტის (1-ის ან 0-ის) მათგომირებული, რომელიც გამოიშვება ანრიგებულ, ანუ სპეციალურ ბიტს. იგი ემატება გადასაცემ სიგნალს. მა ინფორმაცია გადაცემის დამატება, მაშინ შეტყობიროვად ხდება 9 ანრიგის გადაცემა. მუხრე ანრიგი სპეციალურა. ღუსით კონტროლის დროს გამოიშ-

შავებული საკონტროლო ბიტი იქნება 1 ან 0 იმ პირობით, რომ საკონტროლო სიტყვაში ერთიანების საერთო რაოდენობა საკონტროლო ბიტთან ერთად იყოს ლუწი, კენტობით კონტროლის დროს კი - კენტი.

გადაცემული სიტყვის პარიტეტის შემოწმება ხდება მიმღებზე. ეს პარიტეტი სწორია, მიღება წებადამოწმებულია. წინააღმდეგ შემთხვევაში მიღება არ ხდება და ირთვება შეცდომათა სიგნალიზატორი.

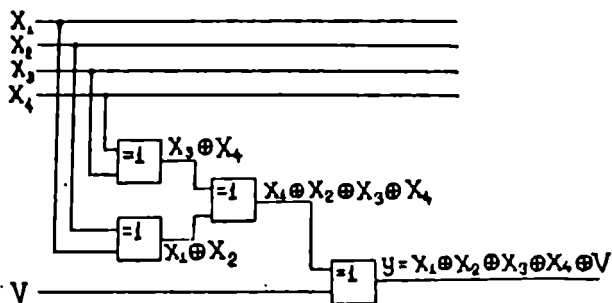


ნახ. 7.7

კონტროლის კვანძი აგებულია ლოგიკურ ელემენტებზე, რომლებიც ასრულებენ ლოგიკურ ოპერაციას "ან გამოორიგებელი". ეს ლოგიკა გამოისახება და აღინიშნება ასე:

$$Y = X_1 \oplus X_2 = X_1 \bar{X}_2 \vee \bar{X}_1 X_2.$$

7.8 ნახ-ზე ნაჩვენებია 4 მარტივზე გაშვადისწინებული



ნაბ. 7.8

საკონტროლო ავანტი. ლუწობით (კენტიობით) შეიქმნება სკემა მრავალსაფეხურიანია. პირველ საფეხურზე ხდება სიბყვის ყველა ბიტის შეჯამება. პირველი საფეხურის გამოსავალი სიგნალები მიეწოდება მეორე საფეხურს და ა.შ. მთელი სიბყვის ერთიანების ჯამის საბოლოო ლუწობის (კენტიობის) გარკვევამდე. ბოლო ეტაპზე ხდება მიღებული შედეგის შედარება მოცემული პარიტეტით განსაზღვრულ საკონტროლო სიგნალთან. ლუწი პარიტეტის შემთხვევაში საკონტროლო სიგნალი უნდა უდრიდეს სიბყვის ყველა ინფორმაციული მანრიტის ჯამს-ორის მოდულით. კენტი პარიტეტის დროს, საკონტროლო სიგნალი წარმოადგენს მიზნობრივ ჯამის ინვერსიას (ცხრ. 7.2) მიღებულია, რომ როგორც ლუწი, ასევე კენტი პარიტეტის შემთხვევაში სწორი კოდის დროს ფორმირდება დეკოდური 1, შედეგობის დროს - 0.

როგორც ვხედავთ,  $X_1, X_2, X_3, X_4$  ობიექტური სიბყვის პარიტეტისაგან დამოუკიდებლად  $X_1, X_2, X_3, X_4, y$  ბუთონური კოდის პარიტეტი ყოველთვის იქნება ერთნაირი. მარტად, თუ  $X_1, X_2, X_3, X_4$  მანრიტების ჯამი კენტი (ლუწია), მაშინ  $y = 1$  ( $y = 0$ ) და მათ საერთო ჯამი აგრეთვე იქნება კენტი. როგორც ვხედავთ,  $V$  პოტენციული ( $V=0$  ან  $V=1$ ) განსაზღვრავს პარიტეტის საბუტბას.

| შესასვლელები |       |       |       | y გამოსასვლელი |       |
|--------------|-------|-------|-------|----------------|-------|
| $X_1$        | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $V=0$          | $V=1$ |
| 0            | 0     | 0     | 0     | 0              | 0     |
| 0            | 0     | 0     | 1     | 1              | 0     |
| 0            | 0     | 1     | 0     | 1              | 0     |
| 0            | 0     | 1     | 1     | 0              | 1     |
| 0            | 1     | 0     | 0     | 1              | 0     |
| 0            | 1     | 0     | 1     | 0              | 1     |
| 0            | 1     | 1     | 0     | 0              | 1     |
| 0            | 1     | 1     | 1     | 1              | 0     |
| 1            | 0     | 0     | 0     | 1              | 0     |
| 1            | 0     | 0     | 1     | 0              | 1     |
| 1            | 0     | 1     | 0     | 0              | 1     |
| 1            | 0     | 1     | 1     | 1              | 0     |
| 1            | 1     | 0     | 0     | 0              | 1     |
| 1            | 1     | 0     | 1     | 1              | 0     |
| 1            | 1     | 1     | 0     | 1              | 0     |
| 1            | 1     | 1     | 1     | 0              | 1     |

კონტროლის კვანძები მზადდება ცალკეული მიკროსტრუქტურების სახით. TTL ლოგიკაში კონტროლისათვის გამოიყენება KI55W12 მიკროსტრუქტურა. მას გააჩნია 8 ინტორმაციული ( $X_1-X_8$ ) და 2 პარა-მეტრი ( $W_1, W_2$ ) შესასვლელი, აგრეთვე 2 ( $S_1, S_2$ ) გამოსასვლელი. გამოსასვლელები ურთიერთდამაჭვებიან. ორი საკონტროლო შესასვლელი და გამოსასვლელი სტრუქტურას ანიჭებს დამატებით ზედტვირთვით შესაძლებლობებს. მიკროსტრუქტურა ახორციელებს როგორც ლეწობით, ასევე კვანძობით შემოწმებას და მუშაობს როგორც დადებით, ასევე უარყოფით ლოგიკაში.

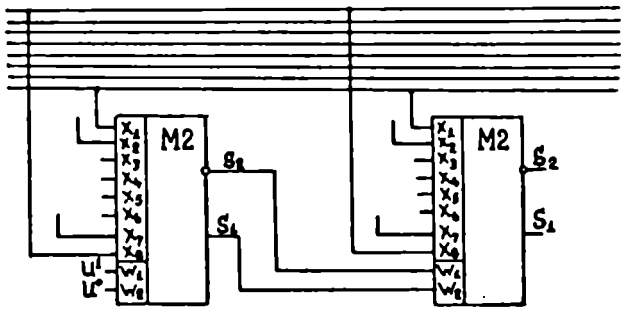
მიკროსტრუქტურის ზედტვირთვითი რეჟიმის მუშაობა 7.3 ცხრილი.  $W_1$  და  $W_2$  სიგნალები შესასვლელებზე უზრუნველყოფენ მიკროსტრუქტურის მუშაობის რეჟიმებს. კუთხედ, განსაზღვრავენ გამოსასვლელი სიგნა-

გ ბ რ ი ლ ი 7.3

| შესასვლელები                        |       |       | გამოსასვლელი |       |
|-------------------------------------|-------|-------|--------------|-------|
| რიცხვი 1 $X_1-X_8$<br>გამოსასვლელზე | $W_1$ | $W_2$ | $S_1$        | $S_2$ |
| ლენი                                | 1     | 0     | 1            | 0     |
| კენტი                               | 1     | 0     | 0            | 1     |
| ლენი                                | 0     | 1     | 0            | 1     |
| კენტი                               | 0     | 1     | 1            | 0     |
| წებისმიერი                          | 1     | 1     | 0            | 0     |
| წებისმიერი                          | 0     | 0     | 1            | 1     |

ღების პლარობას, ქონიან მეცხრე ინფორმაციულ შესასვლელს.

$W_1$  შესასვლელზე  $U^1$ -ის, ხოლო  $W_2$ -ზე  $U^1$ -ის მიწოდებისას სქემა ამორიცხებს ლენით კონტროლს:  $X_1-X_8$  ინფორმაციულ შესასვლელზე კენტი რაოდენობის ერთიანების მიწოდება  $S$  ლენ გამოსასვლელზე გვაძლევს  $U^1$  ღონეს. კენტი ერთიანების შემთხვევაში  $S_1$  და  $S_2$  გამოსასვლელი იცვლება ურთიერთსაწინააღმდეგოთ და გვერდება კენტობით კონტროლი. 7.9 ნაბ-ზე ნარკვევები KI55HT2-ზე ატებული რვაშანრიგა სისტემის კონტროლის სქემა.



ნაბ. 7.9



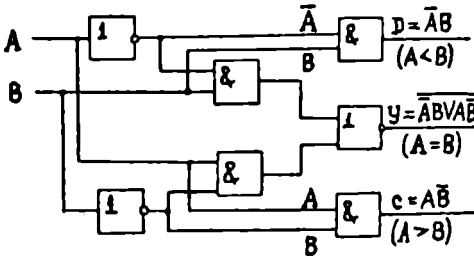
§ 4. შედარების კვანძები

შედარების კვანძები (კომპარატორები) განკუთვნილია ირრბით კოდში წარმოდგენილი რიცხვების შედარებისათვის. სქემური შესრულების მიზნებით მათ შეუძლიათ განსაზღვრონ  $A=B$  ტოლობა ან  $A < B$  და  $A > B$  უტოლობანი. შედარების შედეგი მიიღება გამოსაცდელზე შესაბამისი ლოგიკური დონის სახით. მიკროსქემების სახით შესრულებული კომპარატორები ასრულებენ შედარების სამივე საქონათას, ამიტომ გააჩნიათ 3 გამოსაცდელი. კომპარატორებს ეგმ-ში იყენებენ მასივში საჭირო რიცხვის ან სიტყვის მიწახვისათვის, პირობით გადასცდელში გადასცდის მიმარბულების განსაზღვრისათვის და სხვ.

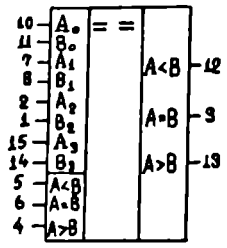
ერთმანრიგა კომპარატორი შეიძლება აგებულ იქნეს ლოგიკური სქემით, რომელიც ასრულებს საქონათა "ეკვივალენტურობას" -  $y = ABV\bar{A}\bar{B}$ . ეს იგვთა რაც "ან-არა გამომრიცხველი"

7.10 ნაბ.-ზე წარვებნია ასეთი კომპარატორის სქემა. იგი წარმოდგენს სამგამოსაცდელიანი "ან-არა გამომრიცხველი" ელმენტის გამოილ ლოგიკურ სტრუქტურას. საქონათა "ან გამომრიცხველი" გამოსაცდელ ჟნქონას განსაზღვრავს შემდეგნაირად:

$$y = \overline{ABVAB} = \begin{cases} 1, & \text{როცა } A=B, \\ 0, & \text{როცა } A \neq B. \end{cases}$$



ნაბ. 7.10



ნაბ. 7.11

როცა  $A > B$  (ეს ნიშნავს, რომ  $A = 1$ ,  $B = 0$ ), გვქვრება  $C = \bar{A}B = 1$ ; როცა  $A < B$  ( $A = 0$ ,  $B = 1$ ), მაშინ  $D = \bar{A}B = 1$ .

"და" ლოგიკური ელემენტები  $C$  და  $D$  გამოსასვლელში წაბ-ზე მოყვანილია ლვალსაჩინოებისაშვის. მარჯლად,  $C$  და  $D$  სიგნალები შეიძლება მიიხსნას "და-ან-არა" ლოგიკური ელემენტის შიდა "და" სქემის გამოსასვლელშიდან.

ორი  $N$  მანრიგა ორბიბი რიცხვი გილია, ლუ მათი შესაბამისი მანრიგები ურმანირია. ლუ, მავალიშად,  $A$  და  $B$  რიცხვები ომბმანრიგია, მამინ ისინი გილია, როცა  $A_3 = B_3$ ,  $A_2 = B_2$ ,  $A_1 = B_1$  და  $A_0 = B_0$ . შიშოედი. მანრიგისაშვის კომპარატორის სქემის გამოყვრების შეშმხვევაში  $A$  და  $B$  რიცხვების გილია ლვალსაჩინოებში შეშმხვევაში, როცა კომპარატორის გამოსასვლელზე გვქვრება

$$Y = Y_3 Y_2 Y_1 Y_0 = 1.$$

ლუ  $Y = 0$ , მაშინ  $A \neq B$ .

$A < B$  პირბის შესრულებისაშვის საჭირია  $A$  და  $B$  რიცხვებს შევუყვალოშ ადგილები.

ომბმანრიგა კომპარატორებია: ინტეგრალური მიკროსქემები К555СП1 (ТТМШ) და 564ИП2 (КМОП). მათ მამამე შესაძლებელია მრავალმანრიგა კომპარატორის აგება. ამ ლვალსაჩინოების გილია 564ИП2 მიკროსქემა (ნაბ. 7.11). შესაძლებელი რიცხვები მიეწოდება  $A_0-A_3$  და  $B_0-B_3$  შესასვლელებს. შედარება ხდება მანრიგების მიხედვით. მიკროსქემას გვამჩნია  $A = B$ ,  $A < B$  და  $A > B$  გამჭარმობები შესასვლელები, რომლებიც გამოყვრება მრავალმანრიგა კომპარატორების აგებისას სხვა ლამატობით ლოგიკური ელემენტების გამოყვრების გარეშე.

### 0 3 0 VIII

#### არჩევილი ანგარიშები

ჩინა სახელმწიფო განვითარება ეგი-ის ფუნქციონირი კვან-  
დები, რეზიდიცი განკარგონილი ლოგოკური ფუნქციონის შესასრულებ-  
დად. მათი მუშაობის აღწერისათვის გამოიყენება ბუღის ლოგოკის  
აპარატი. კვანდების შესავალი და გამოსავალი სიგნალების მალადი  
და დაბალი დონეები შეესაბამება ლოგოკურ 1-სა და ლოგოკურ 0-ს.  
გარდა ფუნქციონირი კვანდებისა ეგი შეიცავს არჩევილი  
მარტივი რეზიდიცი, რეზიდიცი კონიდი ეგი ანგარიშები შე-  
დგენ არჩევილი რეზიდიცი: შევრება, გამოკლება, გამოკ-  
ლება და გამოკება.

არჩევილი რეზიდიციები სიგნალებს მიუძღვრება არა  
ლოგოკური 1 და 0, არამედ არჩევილი მნიშვნელობანი. მათზე  
რეზიდიცი ეგი რეზიდიცი არჩევილი კანონებს.

არჩევილი რეზიდიციები ყველაზე მნიშვნელოვანია შე-  
ვრების, ანუ რეზიდიციების რეზიდიცი. გარდა პირდაპირი დანიშნუ-  
ლებისა, იგი გამოიყენება სხვა რეზიდიციების შესრულების დროსაც:  
გამოკლება - ეს არის შევრება, რეზიდიცი მარტივი რეზიდიცი-  
ლია რეზიდიციზე ან დამატებითი კოდი; გამოკლება და გამოკება კი  
მარტივი რეზიდიცი და გამოკლების რეზიდიციების მნიშვნე-  
ლობებს.

#### § 1. კომპიუტერული ანგარიშები

არჩევილი რეზიდიციები ეგი-ში სრულდება არჩევილი  
ლოგოკური რეზიდიციების საშუალებით, რეზიდიცი დანიშნული მნიშვნე-

წარმოადგენს ამჟამად, ანუ სურათი. ევმ-ში იგი განუყოფელია  
 კრძალთა ან იმეორად, კრძალთა-აქსიომთა კოდექსი წარმოადგენს რიგ-  
 ბის შეკრებისადაც.

გამყარებული ლოგიკური ელემენტების მიხედვით არსებობს  
 კომბინატორი და დამგროვებელი ტიპის ამჟამადები. კომბინაცი-  
 ური ტიპის ამჟამადს, ისევე როგორც ყველა კომბინაციურ სტრ-  
 უქტურს, მუდმივობის ელემენტი არ გააჩნია. სიგნალი (ჯამი)  
 ბის გამოსავლელზე წარმოადგენს შესავალი სიგნალების (შესავ-  
 რები რიგებისა და ანტიგების) გარკვეულ კომბინაციას. შესავალი  
 სიგნალების მიხედვით შეიძლება ქრება გამოსავალი სიგნალიც, ე. ი.  
 კომბინაციური ტიპის ამჟამადს დამახასიათებელს უნარი არ გააჩ-  
 ნია. ამის გამო მას ყოველთვის ამუშავებენ რეგისტრირებულ ელემენტ-  
 რებზე, რომლებიც იწერება ამჟამადში მიღებული შეკრების შედეგად.

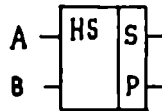
დამგროვებელი ტიპის ამჟამადი აგებულია ფუნქცი-  
 რებზე. შესავლები ამ ტიპის ამჟამადს მიეწოდება რეგისტრირების  
 და ისიც ახორციელებს მათი ჯამის დაგროვებას. საწყის მდგომარ-  
 ეობაში დასაბრუნებლად ამჟამადს უნდა მიეწოდოს 0-ზე დაყო-  
 წების სიგნალი. შემდგომში ჩვენ განვიხილავთ მხოლოდ კომბინა-  
 ციური ტიპის ამჟამადებს.

შესავლები რიგების დამუშავების მუშაობის მიხედვით ამჟამ-  
 ადები შეიძლება იყოს მიმდევრობითი ან პარალელური მოქმედო-  
 ბის. ჩრდილ მათგანის აგება ხდება ერთმანერგა ამჟამადი სტრ-  
 უქტურის საფუძველზე.

უპირატესეს ამჟამად სტრუქტურის მიხედვით ნახევარამჟამადი.  
 მას გააჩნია ორი: A და B შესავლები შესავლებებისადაც  
 და ამდენივე გამოსავლელი: S (ჯამის ფუნქცია) და P (გადა-  
 ტანის ფუნქცია); აღინიშნება იგი HS -ით (Half sum - ნახევარ-  
 ჯამი) და აღინიშნება ფორმირების მ.1 ცხრილი (ნახ. მ.1).

## ცხრილი 8.1

| შესასვლელი |   | გამოსასვლელი |   |
|------------|---|--------------|---|
| 0          | 0 | 0            | 0 |
| 0          | 1 | 0            | 1 |
| 1          | 0 | 0            | 1 |
| 1          | 1 | 1            | 0 |



ნახ. 8.1

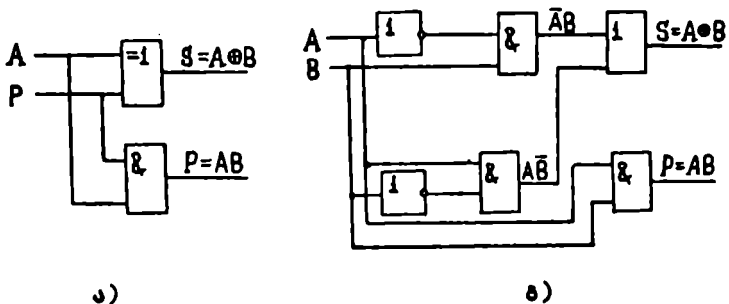
$S$  და  $P$  გამოსასვლელისათვის საბარდღანია შედეგი განტოლებები:

$$S = A\bar{B}\bar{V}\bar{A}B = A \oplus B, \quad (8.1)$$

$$P = AB. \quad (8.2)$$

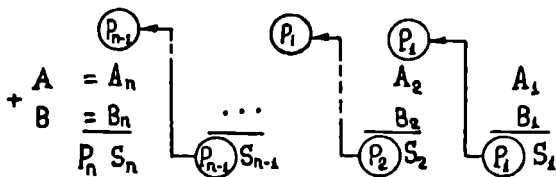
გამოსახულება  $S$  გამოსასვლელისათვის ემხვევა ლოგიკურ ჟანტეისას "ან გამოძრევი". სწორედ ამიტომ უწოდებენ ამ ჟანტეისას შესაბამისი ოპერაციას შეკრებას 2-ის მოდულით.

ნახევარამჯამის საერთო სტრუქტურა და მისი ელემენტური შედეგნიღობა ნაჩვენებია 8.2 ნახ.-ზე.



ნახ. 8.2

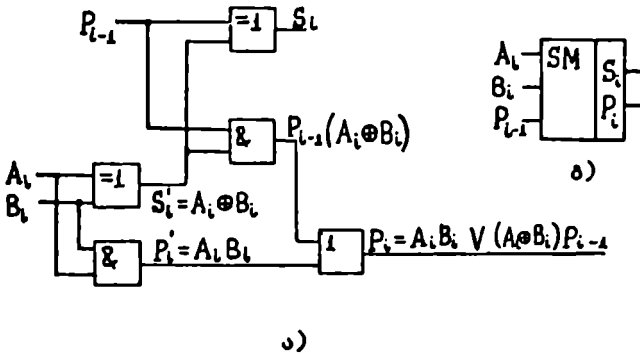
որն  $n$  -*ա*նրհոյս *որ*ბი*თ* *რიცხვის* *შეკრების* *პროცედურა* *შეიძლება* *წარმოვადგინოთ* *შეშვების* *ხარისხით* (ნახ. 8.3). უმცროსი *ა*ნრհის  $A_1$  და  $B_1$  *ციფრების* *შეკრება* *გვამცვლევს*  $S_1$  *ჯამის* *ბიჭს* და  $P_1$  *გადაჭარბის* *ბიჭს*. *შენდევე* (მეორე) *ა*ნრհში *ხდება*  $P_1, A_2$  და  $B_2$  *ციფრების* *შეკრება*, *რიგით* *ბიჭს*  $S_2$  *ჯამი* და  $P_2$  *გადაჭარბა*. *შედეგით* *გამცვლდება* *მანამ*, *სანამ* *არ* *დაშ-* *ვარდება* *რიცხვის* *ყველა* *ა*ნრհის *შესაბამისი* *ციფრების* *წყვი-* *ლების* *შეკრება*. *შეკრების* *შედეგად* *ბიჭი* *ღებ* *რიცხვს*  $S = P_n S_n \dots S_1$ , *სადაც*  $P_n$  და  $S_1$  *ასახვებ* *ა*ნრհებში *შეჯამების* *შედეგად* *ბიჭებზე* 1-ს ან 0-ს.



ნახ. 8.3

ნახევარაბჯამის მხლოდ *ორი* *შესასვლელი* *გააჩნია*, *ამიტომ* *ბიჭი* *ჯამი* *შეიძლება* *მხლოდ* *უმცროს* *ა*ნრհში. *ორი* *მრავ-* *ალა* *ა*ნრհიანი *რიცხვის* *შეკრების* *სამართლიანი* *განკუთხნილი* *მანქანობი-* *რის* *კი* *მეორე* *ა*ნრհიდან *დაწყებული* *უნდა* *გააჩვენებს* *სამი* *შე-* *სასვლელი*: *ორი*  $A_i$  და  $B_i$  *შესაყრების* *სამართლიანი* *და* *ერთი* *წინა* *ა*ნრհიდან *გადაჭარბის*  $P_{i-1}$  *სიგნალის* *სამართლიანი*. *ასეთი* *მანქანობი-* *რის* *შეიძლება* *წარმოვადგინოთ* *როგორც* *ორი* *ნახევარაბჯამის* *გაერთი-* *ანება* (ნახ. 8.4, ა). *პირველი* *შესაბუროება* *ერთი* *და* *იმავე* *ა*ნ- *რის* *ციფრების* *შეკრებას* *და* *უმცროსელებს* *შედეგად*  $S_i'$  *ჯამისა* *და*  $P_i'$  *გადაჭარბის* *გამომავლებს*. *მეორე* *ნახევარაბჯამ-* *ი აბორეტილებს* *წინა* *ა*ნრხიდან *გადაჭარბის*  $P_{i-1}$  *ბიჭისა* *და*

შუალედური  $S'_i$  ჯამის შეკრებას. ასეთი მარჯობილობას ამჟამად ვეწოდება. 8.4, ბ ნახ.-ზე მოყვანილია მისი პირობითი აღნიშვნა.



ნახ. 8.4

ამჟამადვის  $S$  და  $P$  გამოსასვლელების ფუნქციები განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$S'_i = (A \oplus B) \oplus P_{i-1}, \quad (8.3)$$

$$P'_i = A_i B_i \vee (A \oplus B) P_{i-1}. \quad (8.4)$$

შეკრების ოპერაცია ემორჩილება გადანაცვლებათის კანონს, ამიტომ ამჟამადვის შესასვლელებზე შესაყრებების ადგილებს გადანაცვლებით ჯამი არ შეიცვლება.

ამჟამადვის კვლამარტების 8.2 ცხრილის მიხედვით ჯამისა და გადაყარნის სიგნალებისათვის შეიძლება დანიწეროს შემდეგი განტოლებანი:

$$S'_i = \bar{A}_i \bar{B}_i P_{i-1} \vee \bar{A}_i B_i \bar{P}_{i-1} \vee A_i \bar{B}_i \bar{P}_{i-1} \vee A_i B_i P_{i-1}, \quad (8.5)$$

$$P'_i = \bar{A}_i B_i P_{i-1} \vee A_i \bar{B}_i P_{i-1} \vee A_i B_i \bar{P}_{i-1} \vee A_i B_i P_{i-1}. \quad (8.6)$$

ამ განტოლებებში ნარმოცდენილია მხოლოდ ის წევრები, რომელთა  $S'_i$  ფუნქციის პირველი წევრი მოყვანება კვლამარტების

| N | შესასვლელები   |                |                | გამოსასვლელები   |                |
|---|----------------|----------------|----------------|------------------|----------------|
|   | A <sub>i</sub> | B <sub>i</sub> | P <sub>i</sub> | P <sub>i+1</sub> | S <sub>i</sub> |
| 0 | 0              | 0              | 0              | 0                | 0              |
| 1 | 0              | 0              | 1              | 0                | 1              |
| 2 | 0              | 1              | 0              | 0                | 1              |
| 3 | 0              | 1              | 1              | 1                | 0              |
| 4 | 1              | 0              | 0              | 0                | 1              |
| 5 | 1              | 0              | 1              | 1                | 0              |
| 6 | 1              | 1              | 0              | 1                | 0              |
| 7 | 1              | 1              | 1              | 1                | 1              |

ცბრილის პირველ სტრუქტურს, მეორე წვერი - მეორე სტრუქტურს და ა.შ. ანალოგიურად გადაგანის  $P_i$  ჯუნქციის პირველი წვერი დაუშვანის შესაძლე სტრუქტურს, მეორე წვერი - მეხუთე სტრუქტურს და ა.შ. ( $P_i=1$ ).

(8.5) და (8.6) განტოლებების მიწიბიზაციის შედეგად მიიღება

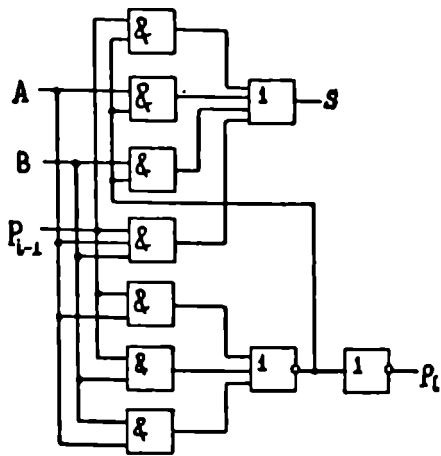
$$S_i = A_i \bar{P}_i V B_i \bar{P}_i V P_{i-1} \bar{P}_i V A_i B_i P_{i-1}, \quad (8.7)$$

$$P_i = B_i P_{i-1} V A_i P_{i-1} V A_i B_i. \quad (8.8)$$

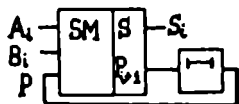
ინტეგრალური მიკროსტრუქტურის საბიხ დაშლაშეშული ამჟამშავის (ნახ. 8.5) ღოკიკური სტრუქტურა ივალეშეშულია (8.7) და (8.8) განტოლებების საფუძველზე.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, შრავალშანრიგიაში იიციბვიების შეკრება შეიძლება განხორციელდეს მიმდევრობით ან პარალელურად. პირველ შემთხვევაში გამოიყენება ერთი ყველა შანრიგისაშვის საერთო ამჟამშავი, რომელსაც დაშალებით გააჩნია დაყოვნების სტრუქტურა (ნახ. 8.6). პარალელურ კოდეში წარმოდგენილი ირივე შეშაკრები სინქრონულად შეიგანება ამჟამშავში A და B შესასვლე-

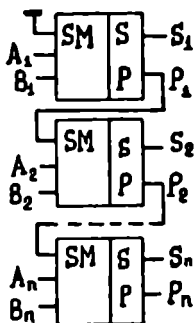




ნახ. 8.5



ნახ. 8.6



ნახ. 8.7

ღებშიდან. შეჯამან იხსება უმცირესი თანრიგებიდან.

დაყოვნების სქემა უმრავლესად გადაჭარნის  $P_{i+1}$  იმპულსის შენახვას ერთი ტაქტის განმავლობაში მიმდევრი თანრიგის ციფრების მიღებაში, რომელსაც დაემატება  $P_{i+1}$ . დაყოვნება ხდება დაყოვნების  $D$  ტრიგერის საშუალებით.  $A$  და  $B$  რიცხვების შენახვისა და შეჯამანისათვის, აგრეთვე გამოსავალი სიგნალების მიმდევრობითი კოდის პარალელურში გარდაქმნისათვის იყენებენ ძვირის რეგისტრებს. ამ რეგისტრებისა და დაყოვნების ტრიგერის დახმარების სინქრონიზაცია ხორციელდება ტაქტური იმპულსების საერთო გენერატორით.

პარალელური ღვალსაზრისით მიმდევრობითი ამჟამადი უკონტროლოა, მაგრამ მას დაბალი სიზუსტეობა გააჩნია. უფრო-ც შედეგების რაოდენობის დაქარაღვისათვის იყენებენ  $n$ -თანრიგა პარალელურ ამჟამადს მიმდევრობითი გადაჭარნით (ნახ. 8.7). ამჟამადე-

ბის რაოდენობა აქ თანრიგების რაოდენობის ტოლია. ყოველი ამჟამავეს  $P$  გადაჭანის გამოსასვლელი მიწრებულაა შემდევი, უფრო მაღალი თანრიგის გადაჭანის შესასვლელთან. ამჟამავეს პირველი თანრიგის გადაჭანის შესასვლელზე სიგნალი არ მიეწოდება, ამიტომ იგი დაბინებულა.  $A_i$  და  $B_i$  შესაყრებები ყველა თანრიგში ერთდროულად იჭამება, ხოლო  $P$  -ს გადაჭანა ბდება წინა თანრიგში შეყრების რაქრაციის დაბეაყრების შემდეგ.

ასევე მრავალთანრიგა ამჟამავეს სწრაფქმედება შეზღუდულია გადაჭანის დაყოვნებთ. ეს იმიტაა გამოწვეული, რომ უფროსი თანრიგის გამოსასვლელზე გადაჭანის სიგნალის გორმირება არ ბდება უმცროსი თანრიგის გადაჭანის სიგნალის მთელ სისტემაში თანმიმდევრულ გავრცელებაზე.

სწრაფქმედების შემდეგონი გაზრდა შესაძლებულია პარალელურ გადაჭანაზე გადაყვლით. ამისაფვის იყენებენ დაქვარებული (გამჭოლი) გადაჭანის ბლოკებს. ისინი გამოიომეაყებენ გადაჭანისა და გადაჭანის გავრცელების დაბეებთ სიგნალებს, რომლებიც შესაბამისად განისაზღვრებიან ასე:

$$G_i = A_i B_i \quad \text{და} \quad H_i = A_i \vee B_i .$$

როცა  $G_i = 1$ , ე.ი.  $A_i = B_i = 1$ , მაშინ  $i$  თანრიგში წინა თანრიგებში მიღებული ჟამისაგან დამოუკიდებლად ბდება გადაჭანის  $P_i$  სიგნალის გორმირება. აუცი ერთ-ერთი  $A_i$  ან  $B_i$  შესაყრები 1-ის ტოლია, ე.ი.  $H_i = 1$ , მაშინ შემდეგ თანრიგში გადაჭანა მობდება წინა თანრიგიდან გადაჭანის სიგნალის არსებობის შემთხვევაში. აუ რი მებოხელ თანრიგში გადაჭანის გავრცელების გუნქვებები 1-ის ტოლია ( $H_i = H_{i+1} = 1$ ) და ამავე დროს არსებობს წინა თანრიგიდან გადაჭანის  $P_{i-1}$  სიგნალი, მაშინ გადაჭანა მობდება პირდაპირ  $i+2$  თანრიგში. გამჭოლი გადაჭანა აღიწერება განჭოლებთ

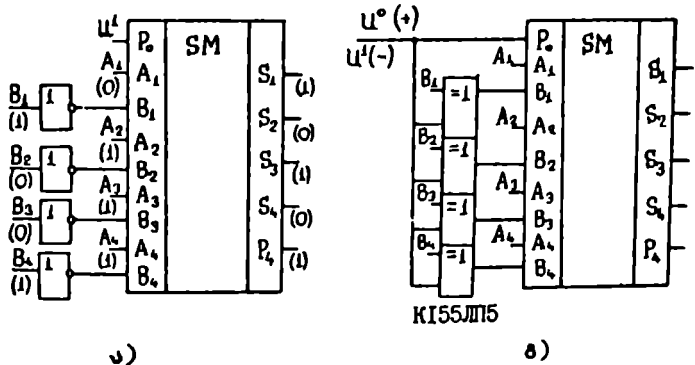
$$P_i = G_i \vee H_i G_{i-1} \vee H_i H_{i-1} G_{i-2} \vee \dots \vee H_i H_{i-1} \dots H_2 H_1 P_0 .$$

§ 2. ამჟამავეების გამოყენება სხვადასხვა არითმეტიკული ოპერაციის შესასრულებლად

ამჟამავეების გამოყენება შესაძლებელია შეკრების გარდა სხვა არითმეტიკული ოპერაციების განხორციელებინათვის. ჯერ განვიხილოთ გამოყლების ოპერაცია. ეგზე-ში იგი იძლევა მისი ეკვივალენტური შეჯამების ოპერაციით, როცა ხდება საკლებისა და დამატებით კოდში წარმოდგენილი მაკლების შეკრება. მ.შ, ა ნამ-ზე ნამკვებშია ობობანრიგა KI55MM3 ამჟამავეის მამამე აგბადრი ასეოი გამომკლები მოწყობილობის (სუბტრაქტორის) სქემა. მაკლები  $B = B_4 B_3 B_2 B_1$  ობი იწვევტორის საშუალებით გარდაიქმნება შებრუნბულ კოდში.  $P_0$  შესასვლილით მას ემატება ერთანი.

$A = A_4 A_3 A_2 A_1$  რიცხვის უკვე დამატებით კოდში წარმოდგენილ რიცხვთან შეჯამების შედეგი მიიღება სქემის  $S_4, S_3, S_2, S_1$  გამოსასვლილებზე. აქ  $S_1 = A_1 + \bar{B} + 1$  ( $P_0 = 1$ );  $S_2 = A_2 + \bar{B}_2$  და ა.შ. უმაღესი მანრიგის მიტი უბალებელყოილია, ამიტომ  $P_4$  გადამართის გამოსასვლილი მავრისუბალია. სქემამე ტრანზიბლებში მიხიბებულა ოიფრები გამოკლების შებდეგი კონკრეტული მაგალითისათვის

$$1110_2 - 1001_2 = 0101 \quad (14 - 9 = 5).$$



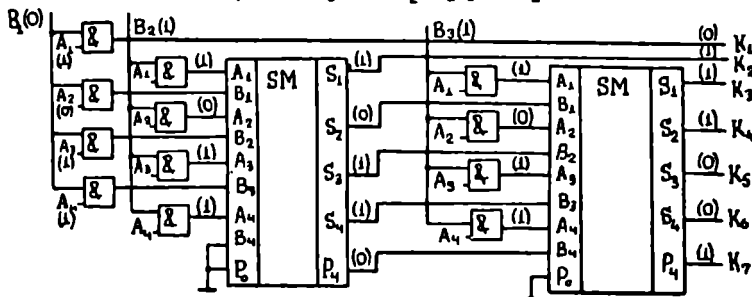
ნახ. 8.8

ეს სუბტრაქტორის სქემაში ინვერტირებს შევცვლით "ან გა-  
 მოძრეცხველი" ელემენტებით, მივიღებთ მოწყობილობას, რომელშიც  
 შეთავსებული იქნება შეკრებისა და გამოკლების რეგისტრები (ნახ.  
 მ. 8, ბ). მზარდველ შესასვლელზე მიწოდებული სიგნალების მი-  
 ხედვით ეს ელემენტები მუშაობენ როგორც გამამოკრებლები ან ინ-  
 ვერტიკატორები.

ახლა განვიხილოთ KI55NM3 მიკროსქემის გამოყენება ერთ-  
 ბითი რიცხვების გამრავლებისასთვის (ნახ. მ. 9). ვთქვათ, საჭიროა  
 $A = A_4 A_3 A_2 A_1$  ომბმანრიგიანი და  $B = B_3 B_2 B_1$  სამბმანრიგიანი რიცხვე-  
 ბის გადამრავლება. შეიღმანრიგოანი ნამრავლი, რომელიც მიიღება  
 სქემის გამოსასვლელზე, ჭარბირდება მამრავლის თითოეულ მანრიგზე  
 სამრავლის პარალელური გამრავლებით და მიღებული შედეგური ნამ-  
 რავლების შეკრებით. გამრავლება ხორციელდება "და" ლოგიკური  
 ელემენტებით, შეკრება კი - ამჯამავეთ. შეკრების წინ ხდება მუ-  
 ალდეური ნამრავლების ძვრა ერთი მანრიგით.  $A$  და  $B$  რიცხვების  
 გამრავლება სრულდება ასე:

|                     |           |                |                |                |
|---------------------|-----------|----------------|----------------|----------------|
| x                   | $A_4$     | $A_3$<br>$B_3$ | $A_2$<br>$B_2$ | $A_1$<br>$B_1$ |
|                     | $A_4 B_1$ | $A_3 B_1$      | $A_2 B_1$      | $A_1 B_1$      |
| $A_4 B_2$           | $A_3 B_2$ | $A_2 B_2$      | $A_1 B_2$      |                |
| $A_4 B_3$ $A_3 B_3$ | $A_2 B_3$ | $A_1 B_3$      |                |                |

$$K_7 = \dots K_6 = \dots K_5 = \dots K_4 = \dots K_3 = \dots K_2 = A_2 B_2 + A_1 B_2 \quad K_1 = A_1 B_1$$



ნახ. 8.9

აქ  $K_7$  ნარმოადგენს გადაჭარის ბიგს (1-ს ან 0-ს). "და" ლოგიკური ელემენტების გამოყენება არითმეტიკული გამოყვლების ჩვენებისას მისი გამოყენებულია, ვინაიდან არითმეტიკული გამოყვლება და ლოგიკური გამოყვლება (კონიუნქცია) მოცულ სქემით ერთმანეთს ემთხვევა.

მიკროსქემის გამოხატვაში შემთხვევითი მითითებული ციფრები მიეკუთვნება ორი, A და B რიცხვის გამოყვლების მაგალითს, როცა  $A=1101$ , ხოლო  $B=110$ . გამოყვლების ჩვენება სრულდება შემდეგი თანმიმდევრობით:

$$\begin{array}{r}
 \phantom{+} 1101 \\
 \times \phantom{+} 110 \\
 \hline
 \phantom{+} 0000 \\
 + \phantom{+} 1101 \\
 \phantom{+} 1101 \\
 \hline
 100110
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{r} 1101 \\ \times 110 \\ \hline 0000 \\ + 1101 \\ 1101 \\ \hline 100110 \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{შუადღური} \\ \text{ნამრავლები} \end{array}$$

საჭირო თანრიგების რაოდენობა ასევე მამრავლებელ მონოპოლიზმით შეიძლება მიღწეულ იქნეს ამჟამად მიკროსქემების გაერთიანებით.

ორბითი რიცხვების გაყვლა სრულდება იმავე წესით, როგორც ათბითი რიცხვების, მაგრამ მისი აპარატული რეალიზაცია სხვა არითმეტიკულ ჩვენებისთან შედარებით გარბულია. აქ გასაყვლისწინებელია ის შემთხვევებიც, როცა განაყვლა ირანონალური რიცხვია და საჭიროა მისი დამრავლება. გაყვლის დროს გამოიყენება სუბტრაქტორი, რომელმაც ხორციულდება გასაყვლად გამოყვლის თანმიმდევრული გამოყვლება.

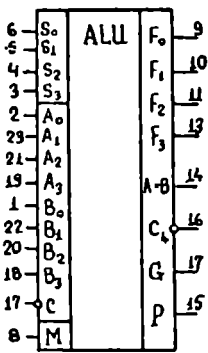
გარდა აღნიშნული  $KI55IM3$  მიკროსქემისა შეიძლება დავასახელოთ შემდეგი ამჟამადები:  $KI55IMI$  (ერთმანრიგა ამჟამადი),  $KI55IM2$  (ორმანრიგა ამჟამადი),  $KI76IMI$ ,  $K56IM3$ ,  $564IMI$  (რამმანრიგა ამჟამადები) და სხვ.

§ 3. არითმეტიკულ-ლოგიკური მონწყობილობები

არითმეტიკულ-ლოგიკური მონწყობილობა (აღმ) განკუთვნილია ელმ-ში ჩრბინით ინფორმაციის არითმეტიკული და ლოგიკური გარდაქმნისათვის. ადრე განხილულ მიკროსტრუქტურებთან შედარებით აღმ უფრო მაღალი ულასის მონწყობილობაა, რადგან მისი ფუნქციონირება პროგრამულად განისაზღვრება. იგი წარმოადგენს ბაზურ ელემენტს მკერპროგრესორულ სისტემებში.

აღმ შედის მიკროსტრუქტურაში მრავალ სერიაში. მაგალითად, К155ИПЗ (ТТЛ), К500ИП181 (ЭСЛ), К564ИПЗ (КМОП) და სხვ.

К155ИПЗ გამოიყენება როგორც  $A = A_3A_2A_1A_0$  და  $B = B_3B_2B_1B_0$  რთბ-შანრიგის სიტყვების დამუშავებისათვის. მიკროსტრუქტურის მიერ შესასრულებული რპერაცია განისაზღვრება ბუთშანრიგის კოდით, რომელიც მიეწოდება სტრუქტურის  $MS_3S_2S_1S_0$  შესასვლელებზე (ნახ. 8.10).



ნახ. 8.10

აღმ-ს შეუძლია შეასრულოს  $2^5 = 32$  რპერაცია: 16 ლოგიკური ("ია", "ან", "არა", "ან-არა", "და-არა", "ან გამოთრეობვლი" და სხვ.) და ამდენივე არითმეტიკული (შეკრება, გამოკლება, გამოკვეთბა, შედარება და ა.შ.). შეკრებისა და გამოკლების რპერაციები სრულდება დატყარებით. მიკროსტრუქტურას გააჩნია გადაჭანის სიგნალის მიღების C შესასვლელი.

ლოგიკური გარდაქმნებისა და არითმეტიკული მოქმედებების შედეგები ფორმირება მიკროსტრუქტურის  $F_0, F_1, F_2, F_3$  გამოსასვლელებზე. არითმეტიკული რპერაციების შესრულების დროს ფორმირებული უფროსი (მუბუჯე) შანრიგის სიგნალი მიიღება გადაჭანის  $C_4$  გამოსასვლელზე.

მიკროსტრემას გააჩნია ორი დამატებითი გამოსასვლელი: პირველი (G) განკუთვნილია დამატებითი გადატანის სიგნალის გენერაციისათვის, მეორე (P) კი - ამ სიგნალის გავრცელებისათვის. ეს გამოსასვლელები გამოიყენება მრავალმართიანი ადმ-ის ორგანიზებისათვის.

8.3 ცხრილში წარმოდგენილია KI551M3 მიკროსტრემის მიერ შესრულებული ყველა არითმეტიკული და ლოგიკური ჩაერაცია.

ც ხ რ ი ღ ი 8.3

| აუნქციის ამორჩევის სიგნალები |                |                |                | ლოგიკური<br>აუნქციები<br>(M=1) | არითმეტიკული<br>აუნქციები<br>(C=0, M=0) |
|------------------------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------|---|
| S <sub>3</sub>               | S <sub>2</sub> | S <sub>1</sub> | S <sub>0</sub> |                                |   |
| 0                            | 0              | 0              | 0              | $\bar{A}$                      | A                                       |
| 0                            | 0              | 0              | 1              | $\overline{A\bar{B}}$          | $A\vee B$                               |
| 0                            | 0              | 1              | 0              | $\bar{A}B$                     | $A\vee\bar{B}$                          |
| 0                            | 0              | 1              | 1              | 0                              | -1                                      |
| 0                            | 1              | 0              | 0              | $\bar{A}\bar{B}$               | $A+A\bar{B}$                            |
| 0                            | 1              | 0              | 1              | $\bar{B}$                      | $(A\vee B)+A\bar{B}$                    |
| 0                            | 1              | 1              | 0              | $\overline{A\oplus B}$         | $A-B-1$                                 |
| 0                            | 1              | 1              | 1              | $A\bar{B}$                     | $A\bar{B}-1$                            |
| 1                            | 0              | 0              | 0              | $\bar{A}\vee B$                | $A+A\bar{B}$                            |
| 1                            | 0              | 0              | 1              | $A\oplus B$                    | $A+B$                                   |
| 1                            | 0              | 1              | 0              | B                              | $(A\vee\bar{B})+AB$                     |
| 1                            | 0              | 1              | 1              | AB                             | $AB-1$                                  |
| 1                            | 1              | 0              | 0              | 1                              | $A+A$                                   |
| 1                            | 1              | 0              | 1              | $A\vee\bar{B}$                 | $(A\vee\bar{B})+A$                      |
| 1                            | 1              | 1              | 0              | $A\vee B$                      | $(A\vee\bar{B})+A$                      |
| 1                            | 1              | 1              | 1              | A                              | $A-1$                                   |

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ორივე ტიპის ჩაერაცია შეიძლება შესრულდეს ერთდროულად. მაგალითად,  $(A\vee\bar{B})+AB$  ნიშნავს, რომ ჯერ სრულდება B რიცხვის ყველა მართიანის ინვერსირება ( $\bar{B}$ ), ლოგიკური აუნქცია ( $A\vee\bar{B}$ ) და ლოგიკური გამრავლება (AB), ხოლო

შედეგ მიღებული იქნება მათხრობის რიცხვის არითმეტიკული შეკრება და დადასტურების გადამართვის ნიშნები.

აღნიშნული მიზნის მისაღწევად საჭიროა განისაზღვროს ამ საჭიროების ამოცანის კონკრეტული განმარტება ( $M$  შესასვლელი). როცა  $M=1$ , მაშინ აღნიშნული  $A$  და  $B$  რიცხვების მიხედვით მათ მიკვლეულს ასრულებს დიფერენციალური. შიდა დადასტურება ამ დროში არ ხდება. როცა  $M=0$ , მაშინ ასრულებს არითმეტიკული საჭიროება. იგივე  $M=0$  სიგნალი იძლევა მათხრობის შორის დადასტურების ნიშნებს. გამოსავალი სიგნალი უნდა იქნება დადასტურების შესასვლელის მიხედვით გადამართვის ნიშნები. დადასტურების მნიშვნელობა -  $C$  შესასვლელი და  $C_4$  გამოსავალი -  $A$  და  $B$  სიგნალების ინვერსია.

ეს აღნიშნული ასრულებს არითმეტიკული-დიფერენციალური, მაშინ დიფერენციალური დროის მიხედვით მათხრობის მიხედვით ხდება, არითმეტიკულია კი - დადასტურება. მაგალითად, შესასვლელი კონსტრუქციის  $MS_3S_2S_1S_0=01000$  შეესაბამება  $A+AB$  საჭიროება, სადაც  $AB$  - იქნება რიცხვის დიფერენციალური. ეს  $A=1010$  და  $B=0111$ , მაშინ  $AB=0010$  და  $A+AB=1100$ .

აღნიშნული მიზნის მისაღწევად იქნება რიცხვების შედარებისათვის დიფერენციალური კონსტრუქცია. შედარების სიგნალი მიიღება  $A=B$  გამოსავლიდან. კონსტრუქციის მიხედვით უნდა იქნება უნდა იქნება, როცა  $M=0$  და  $MS_2S_1S_0=0110$ .

კონსტრუქციის  $A=B$  გამოსავლიდან ხდება შედეგის დიფერენციალური

$$F_{A=B} = \bar{F}_0 \bar{F}_1 \bar{F}_2 \bar{F}_3 .$$

ამ დროში აღნიშნული ასრულებს  $A=B$  გამოსავლებს, ე.ი. ხდება  $A$  რიცხვის შეკრება ინვერსიული  $\bar{B}$  -თან. ეს  $A=B$ , მაშინ გამოსავალი სიგნალის მიხედვით მათხრობის მიხედვით ხდება ნული და ყველა ინ-



ვერტიკალური  $\bar{F}_i$  მნიშვნელობა ერთს გაუტოლდება. გამოსავადი  
 კოეფიციენტი  $F_{A:B} = 1$ . ყველა დანარჩენ მნიშვნელობაში  $F_i$  მნიშვნელობებს  
 შიშის მოძებნება აღნიშნავს ერთი ერთიანი, რაც მოგვცემს  $F_{A:B} = 0$ -ს.

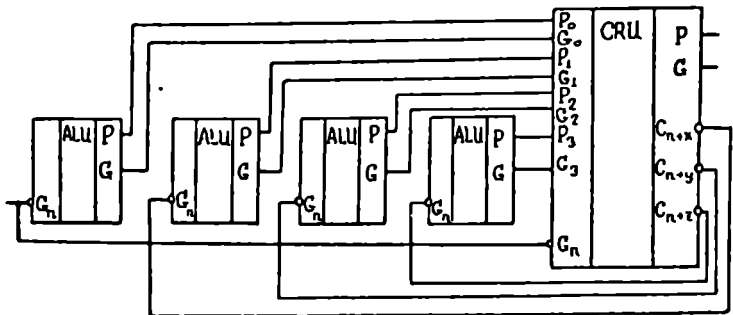
მრავალმანრივიანი რიცხვებზე არითმეტიკულ-ლოგიკური მოქმე-  
 დებების შესასრულებლად იყენებენ აღმ-ების მიმდევრობით შეერ-  
 ჟებას. შეჯამების დრო განისაზღვრება უმცირესი მანრივის შე-  
 სასრულებლად უკანასკნელი აღმ-ის გამოსასრულებლად გადაჭარის  
 სიგრძლის გავრცელების დაყოფებით და შეადგენს

$$t_g = 4T_g.$$

სადაც  $T_g$  ერთ აღმ-ში გადაჭარის სიგრძლის გავრცელების დაყოფ-  
 დებაა.

შეჯამების დროის შემცირება შესაძლებელია სპეციალური მოკ-  
 როსტების გამოყენებით, რომელსაც დაქარაზებული გადაჭარის ბლოკს  
 უწოდებენ. მისი გამოყენებით ეს დრო მცირდება  $T_g$  -მდე. 8.11  
 ნახ.-ზე ნაჩვენებია ასეთი ბლოკის (მიკროსტრუქტურა KI55M14) გამო-  
 ყენების მაგალითი.

ჯგუფური გადაჭარის გუნერაციის  $G_0-G_3$  სიგრძეები და  
 გავრცელების  $P_0-P_3$  სიგრძეები აღმ-ების გამოსასრულებლად მან-



8. ნახ. 8.11

რკვების გათვადისწინებით მიუწოდება დარქარებული გადატანის მიკროსტრუქტურის შესაბამის შესასვლელებს.

თუ საჭიროა 16-ზე მეტი თანრიგის რიგბევების დამუშავება, მაშინ მიმართავენ დარქარებული გადატანის მიკროსტრუქტურის უსუსუსადურ შეერთებას. ამ დროს იყენებენ მის P და G გამოსასვლელებსაც. 4 ასეთი მიკროსტრუქტურისა და 16 ადმ-ის გაერთიანებით შესაძლებელია 64-თანრიგიანი ადმ-ის აგება.

## შ ა ვ ი IX

### დაბსომაბელი მიწობილობა

ეგმ-ის მუხსიერება წარმოადგენს მიწობილობასა და ერთობილობას, რომელიც განკუთვნილია ციფრული ინფორმაციის ჩანერის, დაბსომებისა და გაცემისათვის. მუხსიერების ცალკეულ მიწობილობებს დამსომაბელ მიწობილობებს უწოდებენ. ამ ტერმინს იყენებენ მაშინ, როცა საჭიროა მუხსიერების რომელიმე მიწობილობის აგების პრინციპის მიხედვით. მაგალითად, არსებობს დაბსომებელი მიწობილობა ფრეკულ გუდარებზე, ინტეგრალურ მიკროსტრუქტურებზე, მაგნიტურ დისკობზე და ა.შ. ტერმინი მუხსიერება გამოიყენება ეგმ-ში შესაბამისი მიწობილობის ადგილობრუბარების მიხედვითაც.

დაბსომებელი მიწობილობები შეადგენენ თანამდებრევე ეგმ-ების აპარატურის მნიშვნელოვან ნაწილს და დიდ გავლენას ახდენენ მათ ლიბრულობასა და ფუნქციურ შესაძლებლობაზე.

§ 1. დამსსომიველი მონუობილობების ძირიშადი  
მარბსნიშებლები დო კლასიფიკაციო

ეგმ-ეგმში ერშდროულად გომოყენებო სბვოდასბვო გიპის დამსსომიველი მონუობილობო (დმ), რომლებიე ერშმარბვოთისოგან გონსბვოვებო მოქმედების პრინციპოთ, დანიშნვლებიშო დო მარბსნიშებლებიშო.

დმ-ის ძირიშად მარბსნიშებლებს მიეკუთნებო ინფორმაციული გვოადობო დო სწრასწმედებო. გვოადობო გონისოგვრებო დმ-ში შერბბული ინფორმაციის მქსნიმადური როედწობიშო. დმ შედგებო მუბსიერების ელემენტებისოგან. შიშოული ელემენტი გონკუთვნილიო მანქანური სიგყვის ერში შარნიგის (ბიგის) შერბბვისოგონს. მარბსნიშებლები, დმ-იშ გვოადობო გონისოგვრებო მუბსიერების ელემენტების სადრეო როედწობიშო. ინფორმაციული გვოადობის ერშვოდოდ შეიძლება გომოვიყენოთ ბიგი, ბიგი (1 ბიგი უღრის შ ბიგს) ან მანქანური სიგყვო.

დოდი გვოადობის აღნიშვნისოგონს ბშირად იბმარებო ინფორმაციული ერშული "1K". იგი გოლიო არო 1000-ის, არამედ  $2^{10} = 1024$  -ის. ეს იშიო აიბსნებო, რომ ინფორმაციული გვოადობო, როგორე წესი, უნდო იყოს ირის ბშელი ბარისბის ჯერადი. ანდოგვირად, ერშული "M" (მეგო) ჩვენს შერბბვებოში აღნიშნავს არო მილიონს, არამედ  $2^{20} = 1048576$ -ს.

დმ-ის სწრასწმედებო გონისოგვრებო ინფორმაციის ამოკიშვის, რადერისო დო მიმარშვის დრობიშო. ამოკიშვის დრო წარმოადგენს დროის ინტერვალს ამოკიშვის სიგნალის მიღბიდან გომოსასვლელები ინფორმაციის მიღბამბედ. რადერის დრო იანგარიშებო რადერის სიგნალის მიღბიდან რადერის რადერის დამოავრებამბედ, რომლის შერბბედ დმ გოდოდის აბადი რადერის შერბვ-



სის მიხედვით, რამდენსაც ასოციატორ ნიშანს უჭიდებენ. ამ ნიშნის მიხედვით ხდება მოწყობილობის ყველა უჭრედისადმი ერდერული (პარალელური) მიმართვა. ეს აჩვენებს და აიძულებს მიმართვის რეგულაციას. ამავდროულად ინფორმაციის ამოკლებების რეგულაცია ხშირად აქ შეიძლება დასრულდეს ზოგიერთი დოკუმენტი რეგულაციის შესრულებასთან.

სავაზნე ტიპის მოწყობილობაში ინფორმაციის ჩაწერისა და ამოკლებებისადმი გამომყვანება მიხედვით ერდერული და იგივე უჭრედით. მიმართვის ყოველი რეგულაციის შესრულებასთან ხდება მასში მოწყობილობის სიტყვების გადაადგილება, იმის შესაფასებლად, რამდენად ეს ხდება ძვირის რეგისტრირება.

რეგულაციული დამატება იყოფა: მისამართიანი, ასოციატორული ან სავაზნე ტიპის იგივე განკუთვნილი რეგულაციული ინფორმაციის (რეგისტრირების, პარალელურობის, შუალედური და საბოლოო შედეგების) შენახვისადმი, რამდენად უშუალოდ გამოიყენება გამოყვანების დროს უჭრედის არამომხდრული-დოკუმენტი ან მართვის მოწყობილობის მიერ.

რეგულაციული დამატება აკუმულირებს მანერტორ (ფორმატული) კუდარებად ან ნახევარგამარული ინფორმაციული მიკროსტრუქტურებად.

რეგულაციული უჭრე სინარქტიულია ღრუბრული, ანუ რეგისტრული დამატებით, რამდენად მიკროსტრუქტურულია შიდა მიხედვით და განკუთვნილია სურ რამდენიმე მანერტორული სიტყვის შენახვისადმი.

რეგულაციული საგან განსხვავებით მიუძღვრება დამატებით მუშაობის დროს შესაძლებელია მხოლოდ ინფორმაციის ამოკლება. ინფორმაციის ჩაწერა (მიუძღვრებით, სხვადასხვა ფორმები, მიკროპარალელურობა და ა.შ.) ხდება მხოლოდ ერთხელ ამ მოწყობილობის დამატებით დროს.

შანამდგრადი ეგვიპტის შარხად გამოიყენება პრაგმატიკული-  
 დი დედნივად დი-ები. პრაგმატიკული შეიძლება განხორციელდეს  
 დივი მანქანის მიმართულების მიერ, არსებობს დედნივად დი-ები  
 ინფორმაციის მრავალჯერადი ცვლილებით. მკურნალობის დი-ებისაგან  
 ჭანსტვადებით მათში ინფორმაციის ჩანერა ძალიან ხანგრძლივია და  
 დივი მრავალჯერადი საშუალებებს, ასევე მოწყობილობებს რეპრო-  
 დუციონული დი-ები ეწოდება. ისინი ინახავენ დივიშიადა ცვლად  
 ინფორმაციას.

დედნივად დი-ის პრაგმატიკული შეიძლება განხორციელდეს  
 საშუალოდ ნიშნის საშუალებით ან მოწყობილობის ელექტრონულ  
 სტრუქტურის დივიშიადა შეესაყრადების ამოწმით.

დი-ების სტრუქტურული განუწყვეტილი ვიზუალიზაცია. ძალიან  
 პერსპექტიულია ეგვიპტის დივიშიადა დი-ების გამოყენება. მათ  
 შეუძლიათ რეპროდუციონული, ასევე დედნივად დი-ების შეცვლა,  
 მათში დივიშიადა მოწყობილობების გამოყენების პერსპექტივა ძი-  
 რითადა დაყვანილობის გარე (ელექტრომექანიკური) დივიშიადა-  
 ბის შეცვლასთან, მათში სტრუქტურული და პრაგმატიკული გვიდა-  
 ბის ელექტრონული დი-ები.

## § 2. მკურნალობის დამხმარებელი მოწყობილობები ინტეგრირებული მიკროსტრუქტურები

შანამდგრადი ეგვიპტის შარხად გამოიყენება დივიშიადა  
 საშუალო და დივი ინტეგრირებული მიკროსტრუქტურები. განსაკუთრებით  
 გვიდადობის მიკროსტრუქტურები ბიპოლარული და ვედიან ტრანზისტორ-  
 რები.

ბიპოლარული ტრანზისტორები და სხვა მიკროსტრუქტურები დივიშიადა-  
 რების ელექტრონული გამოყენების ტრედიტი, MOI სტრუქტურები კი -

ტრიგერი ან კონდენსატორი, როდელიც დადუბტულია ერთიანის შესა-  
ბამის ძაბვამდე. ბიპოლარული ტრიგერული მიკროსქემები ძაღმე  
სწრაფქმედია, МОП მიკროსქემები კი ხასათადება მაღალი ინ-  
ფორმაციული ტვადობით. ამას გარდა, მათ მიერ მოხმარებული  
სიმძლავრე გაცილებით ნაკლებია.

ტრიგერული რეგისტრული დმ-ის ტიპური მაგალითია პარალე-  
ლური რეგისტრი. თხმანრიგა პარალელური რეგისტრის ყველა კომ-  
პონენტი ეტვავა ერთ 14-გამომყვანთან მიკროსქემში, ისე რომ  
უზმუნველყოფილია კავშირი მეხსიერების 4 ელემენტის ყველა შე-  
სასვლელთან და გამოსასვლელთან. ასეთი რეგისტრების გავრთი-  
ნებით მიიღება მცირე ტვადობის გეოპრატრული დმ.

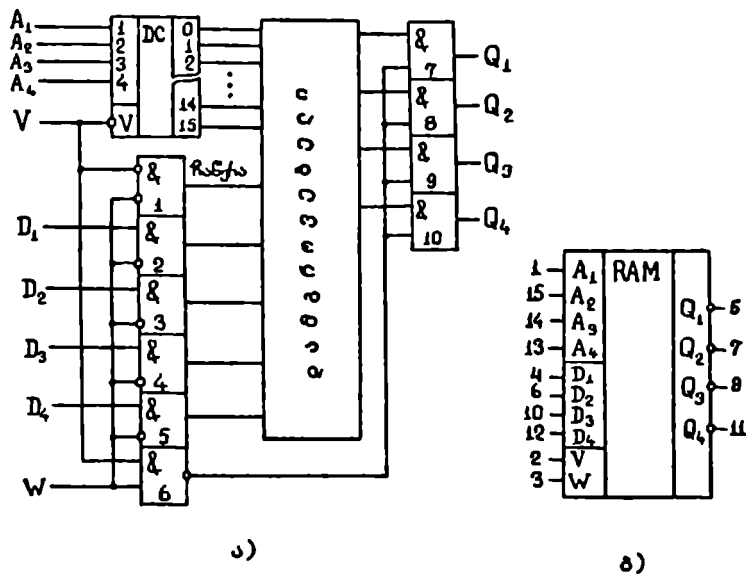
დმ-ის ტვადობის შედგომი გამრდა დაკავშირებულია მეხ-  
სიერების თითოეულ ელემენტზე ელქტრული სიგნალების მიწოდების  
პრობლემასთან. იგი გამოწვეულია მიკროსქემის კონპუსის გამომყ-  
ვანების შეზღუდული რაოდენობით. ეს ამოყანა ნყდება დმ-ის სქე-  
მაში დეშიფრატორის შეტანით, როდელიც ამოყივლებს მეხსიერე-  
ბის ელემენტის მისამართის კოდის დეშიფრაციას. როგორც უკვე  
აღვნიშნეთ,  $\pi$  მანრიგა დეშიფრატორით შეიძლება  $2^n$  მდგომარე-  
ობის დეშიფრაცია. მაშასადამე, 4 შესასვლელით შეიძლება ტრე-  
მარჯოთ  $2^4 = 16$  მეხსიერების ელემენტს, 10 შესასვლელით - 1024  
ელემენტს და ა.შ.

მისამართიანი რეგისტრული დმ შედგება სამი ძირითადი  
ბლოკისაგან: მეხსიერების ელემენტების მასივისაგან (დამგრო-  
ვებლისაგან), მისამართის დეშიფრატორისაგან და მარჯვის ბლოკი-  
საგან.

განვიხილოთ ამ ბლოკების დანიშნულება და ურთიერქმედება  
64-ბიტიანი K155PY2 მიკროსქემის მაგალითზე. იგი განკუთვნი-  
ლია 16 თხმანრიგის სიტყვის რეგისტრული დამხსოვრებისათ-

ვის (16 სიტყვა  $\times$  4 ბიტი = 64 ბიტს).

აღნიშნული მიკროსტრუქტურის ჯუნქციური სქემა და პირობითი აღნიშვნა მოყვანილია 9.1 ნახ.-ზე. მუხსიერების მასივი იქმნება ტრიგერების 16 რთბმანრივიანი მიმდევრობით (მწეროვიით). როცა სიგნალი  $V=0$ , მაშინ  $A_1-A_4$  მისამართებით განსაზღვრული მწეროვი გადამის მუშა მდგომარეობაში და შესაბამისი სიგნალები მიღწოდება "და" ელემენტების შესასვლელებს (გამომყვანები 7-10). როცა  $V=1$ , მაშინ ელემენტატორის ყველა გამოსასვლელებზე გვეწდება დაბალი დონის სიგნალები. ამიტომ ყველა ტრიგერი დამგროვების გამოსავალი საღტვებისაგან გამოირჩეება. როცა  $V=0$  და  $W=0$ , მაშინ ამორჩულ მწეროვიზე მიღწოდება ინფორმაციული სიგნალები ( $D_1-D_4$  შესასვლელები) და 1 ელემენტით ხდება ჩანერის სიგნალის გამომუშავება. ამ რეჟიმში ინფორმაციის



ნახ. 9.1



ცვლილებებისას ხდება მისი გადაწერა მასივის მოცემულ სიბრტყეში. როცა  $V=1$  და  $W=0$ , მაშინ შესავალი ინჟინრმაგია, აუცილს რა გვირდს ტრიგერების მასივს, უშუალოდ გაივილის მიკროსტრუქტურის გამოსასვლელზე (დუმიტრატორი არ ირჩევს არც ერთ მწკრივს).  $V=1$  და  $W=1$  მდგომარეობა გამოირიცხავს დუმიტრატორის მუშაობას, რამდენს საშუალებიდაც ხდება დამგროვებლისათვის "ჩაწერის", ხოლო "და" ელემენტებისათვის ერეკულაჟიანი სიგნალების მიწოდება.

მაშასადამე, მარჯვის ბლოკი უზრუნველყოფს ოპერატიული დემ-ის მუშაობას შემდეგ რეჟიმებში: ჩაწერა, ამოკითხვა, განტოლილი გადატანა და ინჟინრმაგის შენახვა. მარჯვის ბლოკის რაღს სტრუქტურა ასრულებენ "და" ლოგიკური ელემენტები. მათგან 7-10 ელემენტები შესრულებულია ლია კოდექტორული სტრუქტურის მიხედვით, რითაც შესაძლებელია ოპერატიული დემ-ის რამდენიმე მიკროსტრუქტურის  $Q$  გამოსასვლელების გაერთიანება. პრაქტიკულად ასე ხორციელდება დემ-ის ტევალოების გახრება. 2 მიკროსტრუქტურით მიიღება 32-სიბრტყიანი დემ, 3 მიკროსტრუქტურით - 48-სიბრტყიანი და ა.შ.).

$A_1-A_4$  სამონასამართ სიგნალებს,  $B_1-B_4$  ინჟინრმაგული შესასვლელებს და  $Q_1-Q_4$  გამოსასვლელებს აერთიანებენ რამდენიმე მიკროსტრუქტურის საერთო სადტებში, ხოლო მუშაობასივის ამორჩევას ამორციელებენ დამატებიით დუმიტრატორით, რისთვისაც გამოყენებულია ამ დუმიტრატორის  $V$  და  $W$  შესასვლელები. ასეა აგებული KI55PY2 მიკროსტრუქტურა (ნახ. 9.1, ბ).

გაცოდებით უტრო დიდი ტევალოების ოპერატიული დემ-ის კონსტრუირების დროს აუცილს იქმნება გამომყვანების შეზღუდული რაოდენობასთან დაკავშირებული პრობლემა - მცირეა დუმიტრატორის გამომყვანების რიცხვი. ამ შეზღუდვებში იყენებენ მატრიცული დამგროვებლებს, რამდენიმე მუხსიერების თითოეული ელემენტის ამორჩევა ხდება არა ერთი, არამედ ორი სადტის გამოყენებით.-



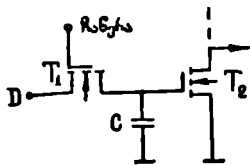
მარჯვის ზღოკის ლოკური სტრუქტურის (3 "და" ელემენტი) ანალიზით შეიძლება შევადგინოთ ასეთი დმ-ის მუშაობის რეჟიმების სხრილი (ცხრ. 9.1).

ც ხ რ ი ღ ი 9.1

| მა | ჩ/აბ | ხარეკია  |
|----|------|--|
| 0  | 1    | ინფორმაციის ჩანერა D შესასვლელთან ამორჩეულ უჯრედში |
| 0  | 0    | ამორჩეული უჯრედთან ინფორმაციის ამოკოხვა            |
| 1  | 0    | } ინფორმაციის შენახვა                              |
| 1  | 1    |  |

ოპერაციული დმ-ის გამოსავალი მადლიერადელი ჩანერისა და ამოკოხვის რეჟიმებში იმყოფება ე.წ. შესამე მდგომარეობაში (მდგომარეობა მალალი გამოსავალი წინააღმდეგობით), როდის დროსაც, ისევე როგორც KI55PY2 მკროსქემის შემხვევაში, მესადლებელია დმ-ის ინფორმაციული გვეადობის გაზრდა.

9.2, ა ნახ.-ზე ნარეუნები ოპერაციული დმ-ის სქემა შეიძლება აგებულ იქნეს ორნაირად. პირველ შემხვევაში მუხსიერების ელემენტად გამოყუნებულია ტრიგერი. ასეე დმ-ს სტატიკურს უწოდებენ. უწრო გავრდელბულია მკროსქემები, როდებშიც მუხსიერების ელემენტებია კონდენსატორები. კონდენსატორების როდს აქ ასრულებენ ედლიანი ტრანზისტორების ჩამეებების შესავალი ელემენტული გვეადობები. მაგალითად, 9.3 ნახ.-ზე ნარეუნებ სქემაში ჩანერის სიგნალის მიწოდებისას C გვეადობა დაიშუბება D შესასვლელზე არსებული სიგნალის ძახვით. ერთანის ჩანერის შემდეგ კონდენსატორი განიშუბება  $T_2$  ტრანზის-



ნახ. 9.3

ზისტორზე და დაკარგავს მიღებულ მუხტს. განმუხტვის დრო განსაზღვრავს ინტორმაციის შენახვის ხანგრძლივობას და შეადგენს რამდენიმე ასეულ (ზოგჯერ ათასეულ) მიკროწამს.

ასეთ დინამიკურ დბ-ში განუსაზღვრელი დროის განმავლობაში ინტორმაციის შენახვის საფორმა ბისი პერიოდული აღდგენა, ანუ რეგენერაცია. რეგენერაციის დროს ინტორმაცია მუხტდების მთავარი ელემენტებიდან გადაინერება დამატებით კონდენსატორებში, ხოლო შემდეგ დაბრუნდება უკან. რეგენერაცია აუცილებელია არა მარტო შენახვის რეჟიმში, არამედ ჩანერისა და ამოკითხვის დროსაც.

აქურატული დბ-ებს მიეკუთვნება: K155PY7 (1K ზიტი), K565PY4 (4K ზიტი), K552PY1 (16K ზიტი), K58IPY4 (16K ზიტი), K565PY5 (64K ზიტი) და სხვ.

### § 3. მუდმივად დაბსოთბედი მოწყობილობები

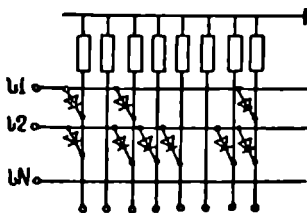
მუდმივად დაბსოთბედი მოწყობილობა (მდბ) მუშაობს მხოლოდ ინტორმაციის ამოკითხვის რეჟიმში. მოწყობილობის ყოველ  $n$ -მანრიგა მისამარზე ჩანერილია ერთი წინასწარ განსაზღვრული  $m$ -მანრიგა სიტყვა. მაშასადამე, მდბ წარმოადგენს მისამარების კოდის სიტყვის კოდში გარდამქმნელს, ანუ კონბინაციურ სქემას  $n$  შესასვლელითა და  $m$  გამოსასვლელით.

მდბ არსებობს ორი სახის - ნიღბური და ამოწვადი. პირველში, ინტორმაცია ინერება სპეციალური შახლონის (ნიღბის) საშუალებით

მიკროსტრუქტურის დაზიანების დროს, ამოწმადი მოწყობილობების პროგრამირება კი ხდება მიკროსტრუქტურის დაზიანების შემდეგ საკონსტრუქციო აპარატურის გამოყენებით, რაც შეიძლება განხორციელდეს ზვიმ მონტაჟების მიერ. დიდი ტირაჟირების დროს იყენებენ ნილბურ პროგრამირებას. სხვა შემთხვევაში ამორცილებენ მიკროსტრუქტურის ელემენტებს შორის ამა თუ იმ შესაკრავების ამოწმას. ყოველ საბინს მდმ-ში ინჟინრმაციის შენაბვის ვადა განუსაზღვრელია.

მდმ-ში ინჟინრმაციის ბიგის დაზიანსოვრება მიიყვანება მისამარაის ამორრულ საღტესა და ამოკოხვის საღტეს შორის კავშირის ელემენტის არსებობაზე ან არარსებობაზე. კავშირის ელემენტის როღს შეიძლება ასრულებდეს დოდი, ბიპოლარული ან ველიანი ტრანზისტორი და სხვ.

9.4 ნაბ.-ზე მოყვანილია დოდური ინტეგრალური მდმ-ის მაგრიცის ფრავმენტი. პორიზონტალური საღტეები ამორრევის საღტე-



გამოსასვლელი

ნაბ. 9.4

ბია, ვერტიკალური კი გამოიყენება გამოსავალი სიტყვის ამოკოხვის-საფვის. ამოსაკოხბი სიტყვა განისაზღვრება საკოორდინატო მაღის კვანძებში დოდეების განლაგებით. დოდის არსებობის დროს ამორრულ პორიზონტალურ საღტეზე წარმოქმნილი მაღალი პოტენციალი გადმოცემა

შესაბამის ვერტიკალურ საღტეს და სიტყვის მოცემულ ზანრიგში გვექნება დოგეკური ურთიანის შესაბამისი სიგნალი. დოდის არარსებობის შემთხვევაში ვერტიკალური საღტის პოტენციალი დარჩება ნულის ტოლი.

ნაბ.-ზე მოყვანილ ფრავმენტში ამორრევის ს1 საღტეზე დოგეკური ურთიანის მიწოდებისას მოხდება 10100001 სიტყვის

ამოკითხვა (ეს სიტყვა ინახება პირველ უჯრედში), ს2 საღვინის ამორჩევისას კი ამოკითხება 10111011 (იგი ინახება მეორე უჯრედში).

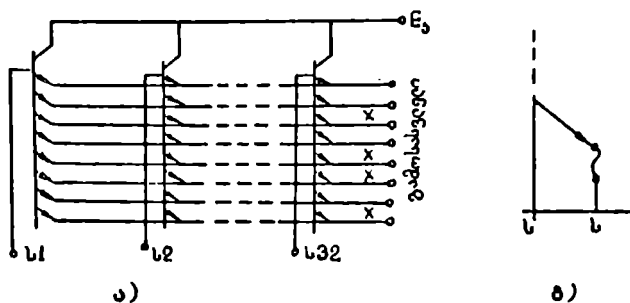
პროგრამირება ნიღბურ მდმ-ში გულისხმობს საკოორდინატო ბადის რამდენიმე კვანძში კავშირის ელემენტის დამზადებას ან მის არარსებობას. მრავალრიცხოვანი მკეროსქემის დამზადებისას იყენებენ უნივერსალურ ფაქტობაბლონს. მასში ამა და იმ ტრანზისტორისაშვიის აკეთებენ ან არ აკეთებენ ფანჯარას, რის გამოც ეს ტრანზისტორი კარგავს მის ერთ-ერთ შემადგენელ ნაწილს (მაგალითად, ჩამკეტს) ან კავშირს საღვებთან და ხდება არამუშაობისუნარიანი. ველიანი ტრანზისტორის ასეთ მდგომარეობას შეესაბამება ღოგოკური ნული.

ამოწვადი მდმ-ის მუხსიერების ელემენტების მატრიცაში იწორმაცისა წერს მკითხ მობმარებელი. დამახსოვრების ელემენტები: რეზისტორი, დოდი ან ტრანზისტორი. რეზისტორული მუხსიერების ელემენტს ამზადებენ ძნელად დრობადი მუჭაღის ან ნახევრად კრისტალური კაუბადის მბელი აფსკისსაგან. ასეთი ელემენტის ინახავს ღოგოკურ ერთიანს, ხოლო ნულის ჩამწერა შეიძლება აფსკის ამოწვით. ამისაშვიის მასში გაატარებენ დენის იმპულსს, რამდენიც რამდენჯერმე ალემაცება ამოკითხვის დენის დონეს. რეზისტორული მუხსიერების ელემენტების მატრიცის შემადგენლობაში აგრეშვე მუღის ტრანზისტორზე ან დოდიზე აგებული ამორჩევის გასალეზი.

დოდიური მუხსიერების ელემენტის ნედგება ორი ურთიერმშემბვედრად ჩარეული დოდისსაგან. ასეთი სქემის წინალობა ძალიან დიდია, ამიტომ საწყის მდგომარეობაში მასში ნულია ჩამწერილი. ერთიანის ჩამწერისაშვიის დოდეზს მინაწვიან გადოდეზულ ძაბვას, და ის დოდი, რამდენიც მოდებული ძაბვის მოქმედებით წაინაცვლებს უკუ მიმარეულით, გაირღვევა მასში წარმოქმნილი მოკლე ჩარევის

გამო. დროულად ელემენტს არაწრფივი მახასიათებელი გააჩნია, ამიტომ იგი არ ითხოვს ამორჩევის გასაღების დამატებას.

9.5 ნახ.-ზე ნარკვევებია KI55PE3 ამოწვადი ტიპის ვარიანტი. ამ მიკროსქემის ინტორმაციული ტვადობაა 256 ბიტის, ფორმატი - 32 გვამანრიგოვანი სიტყვა. ტიპის დამგროვებელი (ნახ. 9.5, ა) შედგება 32 ტრანზისტორისაგან. თითოეული მათგანი შეიცავს 9 ემიტერს. 8 დამაემიტერია, 1 კი ტექნოლოგიურია და განკუთვნილია ამოწვის რეჟიმის შემოწმებისათვის. ნახაზზე იგი ნარკვევები არაა.

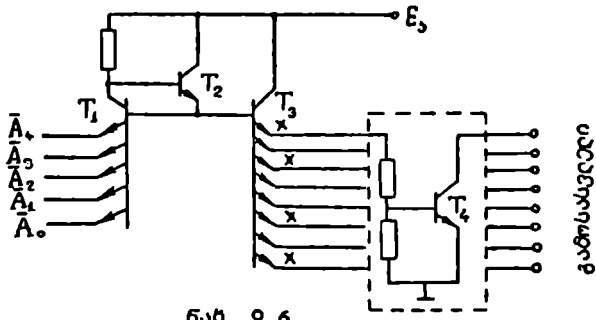


ნახ. 9.5

მისამართის ერთ-ერთ სადტზე ლოგიკური ერთიანის მიწოდების შემთხვევაში შესაბამისი მრავალემიტეროვანი ტრანზისტორი დამაემიტერს მათგანების რეჟიმში და ყველა გამოსავად სადტზე გასცემს მალად პოტენციალს. მაშასადამე, ინტორმაციის ჩაწერამდე ტიპი კონტროლირებს შემდეგნაირად: ნებისმიერ მისამართზე გაიცემა სიტყვა, რომელიც შედგება მხოლოდ ერთიანებისაგან. ტიპი საჭირო ინტორმაციის ჩაწერისათვის ხდება ზოგიერთი კავშირის გამორიცხვა ტრანზისტორების ემიტერებსა და პირიზონტალურ გამოსავად სადტებს შორის. ასეთი კავშირების რაღს ასრულებს ღნობადი შესავრავი (ნახ. 9.5, ბ), რომელიც შეიძლება ამოიწვას გარკვეული ამპლი-

ტულისა და ხანგრძლივობის ღებნი. რამდენიმე ემიტერისა და გამოსავალი საღებნი შორის კავშირის არარსებობა იძლევა ნულს გამოსავალი სიხვევის შესაბამისი ხანგრძლივით. მაგალითად, ნახამდე აღნიშნული შესაკრავების ამოწმება და ს2 საღებნი აღკვეთილი მდებარე ამოკრება 11010010 სიხვევა.

დამგროვების გარდა მდებარე შესაბამისი დამგროვების რამდენი შესასვლელზე მიეწოდება ხუთხანგრძლივითი მისამართის კოდი. იკავშირდება 32 სიხვევის აღრესაფინისაფინის. მისამართი განსაზღვრავს აღკვეთილი საღებნი ნომერს დამგროვების შესასვლელზე. ემიტერული შესაკრავების არსებობის მიხედვით ზომიერდება ერთიანი გამოსავალი სიხვევის ხანგრძლივით. მდებარე 32 ანალოგიური ნრედიდან ერთ-ერთის სქემატექნიკური რეალიზაცია ნაჩვენებია 9.6 ნახ.-ზე.



ნახ. 9.6

მარცხენა ტრანზისტორი მიკავშირდება დამგროვების და ნარმადგენს ხუთხანგრძლივიანი კონიუქტორს, რამდენიმე მიწოდებულია ამოსაკრავის სიხვევის მისამართის სიგნალები. 32-დან სიგნალების მხოლოდ ერთი კომბინაცია იწვევს ერთიანების დამგროვებას კონიუქტორის ყველა შესასვლელზე (ნახ.-ზე მოყვანილია მუორე ნრედი) ამის გამო შესავალი ტრანზისტორი იკავდება და მისი კოდექტორიდა



მალაღი პოტენციური ემიგრაციის მათეორების (გრანზისტორი  $T_2$ ) გაცლით მიუხედავად დამგრავების შესაბამის შესავად სადგეს ამორჩეული სიტყვის ამოკომბვისათვის. ყველა გრანზისტორის დე-დაქვს ემიგრაციაზე მიუხედავად ამორჩევის ნებარების ამნ სიტრა-ლი, რიშის ერდელრვანთი მონე იწიავს დეშიფრაციის ამოქმე-დობას, დელოვანთი კი - ბლოკირებას (შესავადი გრანზისტორი გა-ჯორებალია, ბოლო დამგრავების გრანზისტორი ჩაკეტილია).

ნიღბურ მდმ-ებს მიეკუთვნება: KI55PE4 (2K ზალო), K596PEI (8K ზალო), K1803PE2 (16K ზალო). ამონელო მდმ-უნთა: K556PT5 (512 ზალო) და K556PT7 (2K ზალო).

§ 4. ეგმ-ის ჟანქციური კვანძებისა და მიწყობილო-ბების აგება მიუხედავად დაბნობედელი მიწყობილობებზე

მდმ, რიშელშიც იწორება იწორება მიშბმარებლის სურვილის მიხედვით, შეიძლება გამოყენებულ იქნეს იწორების არა მარტო შენახვისათვის, არამედ მისი გადამმუშავებისათვისაც. მარტაც, მდმ ამორჩეულებს ჟანქციონირების ცხრილის აპარატულ რეალიზაციას. ჟანქციონირების ცხრილით კი შესაძლებელია გადარების ჟანქცი-ბის, კომბინაციური სქემებისა და ციფრული ავტომატების, არით-მეტრიკული რეგულირებისა და რეული დოგრკური ჟანქციების წარმო-დება.

განვიხილოთ ნებისმიერი კომბინაციური სქემის აგება მდმ-ის მათაზე. ეს სქემას გააჩნია  $n$  შესასვლელი და  $m$  გამოსასვლე-ლი, მაშინ მისი ჟანქციონირება აღწერება  $m$  გადარების ჟანქცი-ობით, რომლებიც შეიცავენ  $n$  რაოდენობის ცვლადებს. ეს გვაქვს მდმ, რომლის ტევადობაა  $2^n$   $m$  თანრიგა სიტყვა, მაშინ მის  $m$ -თან-რიგა უჯრედებში იწერება გარკვეული სიტყვები, რომლებიც წარმო-ადგენენ  $X_1, X_2, \dots, X_n$  შესავადი ცვლადებით განსაზღვრულ  $y_i$

$y_2, \dots, y_m$  ზრუჭციების მნიშვნელობათა გარკვეულ კომბინაციებს. მათემატიკური ურთიერთობის მისამართით ცალსახად განისაზღვრება შესაძლებელი ფუნქციები. მაშასადამე, მდებ-ში იწერება გამოსავალი ზრუჭციების ჰერმიტობის  $m$  ცხრილი. ე. ი. მდებ ფაქტობრივად წარმოადგენს კომბინაციურ სქემას, რომლითაც ხდება გადართვის  $y$  ზრუჭციის რეალიზება. შესაძლებელია წებისმიერი გადართვის ზრუჭციის რეალიზება, მაგრამ პრაქტიკულად მეხსიერების მოცულობები ასეთი მნიშვნელობით გამოიყენება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა ფუნქციების რაოდენობა  $n \geq m$ .

განვიხილოთ მაგალითი. ვაქვიათ, კომბინაციური სქემით ხდება მუდმივი მთარგმნელობა ( $n=4$ ) ზრუჭციების რეალიზება:

$$y_1 = \bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 x_1 \vee \bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 x_3 x_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 x_3 x_2 x_1,$$

$$y_2 = \bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2 x_1 \vee \bar{x}_4 x_3 x_2 x_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 x_1 \vee \bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 x_3 x_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 x_3 x_2 x_1,$$

$$y_3 = \bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 x_1 \vee \bar{x}_4 x_3 x_2 x_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 x_1 \vee \bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2 x_1 \vee \bar{x}_4 x_3 x_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 x_3 x_2 x_1,$$

$$y_4 = \bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2 x_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 x_3 x_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2 x_1 \vee \bar{x}_4 x_3 x_2 x_1.$$

ასეთი სქემის პრაგმატიკობის ცხრილს აქვს შემდეგი სახე:

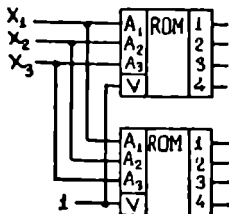
ც ხ ი ე ი 9.2

| მისამართი |       |       |       | ზრუჭციები |       |       |       | მისამართი |       |       |       | ზრუჭციები |       |       |       |
|-----------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|
| $x_4$     | $x_3$ | $x_2$ | $x_1$ | $y_1$     | $y_2$ | $y_3$ | $y_4$ | $x_4$     | $x_3$ | $x_2$ | $x_1$ | $y_1$     | $y_2$ | $y_3$ | $y_4$ |
| 0         | 0     | 0     | 0     | 1         | 0     | 0     | 0     | 1         | 0     | 0     | 0     | 1         | 1     | 0     | 0     |
| 0         | 0     | 0     | 1     | 0         | 0     | 0     | 0     | 1         | 0     | 0     | 1     | 0         | 1     | 1     | 1     |
| 0         | 0     | 1     | 0     | 0         | 0     | 0     | 0     | 1         | 0     | 1     | 0     | 0         | 0     | 0     | 1     |
| 0         | 0     | 1     | 1     | 0         | 0     | 1     | 1     | 1         | 0     | 1     | 1     | 0         | 0     | 1     | 0     |
| 0         | 1     | 0     | 0     | 1         | 0     | 0     | 0     | 1         | 1     | 0     | 0     | 1         | 0     | 1     | 1     |
| 0         | 1     | 0     | 1     | 0         | 0     | 0     | 0     | 1         | 1     | 0     | 1     | 1         | 0     | 1     | 0     |
| 0         | 1     | 1     | 0     | 0         | 0     | 0     | 1     | 1         | 1     | 1     | 0     | 1         | 0     | 0     | 0     |
| 0         | 1     | 1     | 1     | 0         | 0     | 0     | 0     | 1         | 1     | 1     | 1     | 1         | 0     | 0     | 0     |

ასეთი კომბინაციური სქემის აგება შეიძლება 64-ბიტანი (ფორმატი  $16 \times 4$ ) პროგრამირებადი მდმ-ის ბაზაზე. ამისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს KI55PE3 მიკროსქემა, რომლის ინტეგრაციული ტვადომაა 256 ბიტი (ფორმატი  $32 \times 8$ ).

როცა არგუმენტების  $K$  რაოდენობა ნაკლებია მდმ-ის შესასვლელების რაოდენობაზე, მაშინ დაჩვენდ  $n-K$  შესასვლელზე აწვდიან 0 ან 1 მუდმივებს. ამით ხორციელდება ყველა  $2^n$  უჩრდებისასგან იმ  $2^m$  უჩრდების გამოყოფა, რომლებიც განსაზღვრავენ რეალიზებულ ფუნქციებს, ანუ გამოსასვლელ სიტყვებს. როცა  $K > n$  და რეალიზებულ ფუნქციათა  $p$  რიცხვი მეტია მდმ-ის გამოსასვლელების რაოდენობაზე, მაშინ მიმართავენ მდმ-ის მისამართების ზრდას ან ადგილებზე გამოსავალი სიტყვების სიგრძეს. ხშირად იყენებენ ორივე მეთოდს.

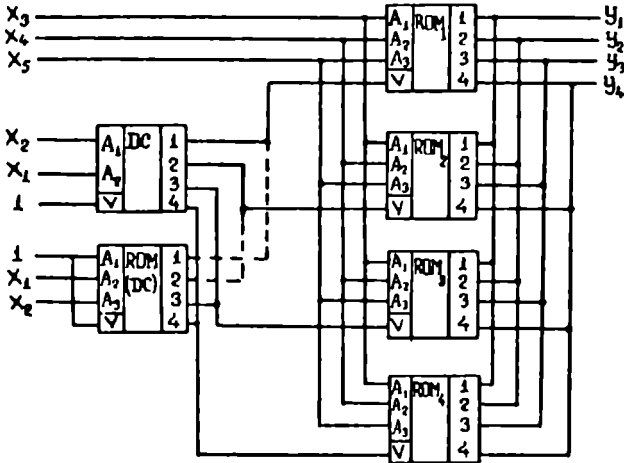
9.7 ნახ.-ზე ნაჩვენებია მდმ-ის გამოსასვლელების ზრდის სქემა, როცა  $k=n=3$ ,  $m=4$ ,  $p=8$ . ინტეგრალური მიკროსქემის შესასვლელები ასეთ სქემაში პარალელურადაა ჩართული.



ნახ. 9.7

მდმ-ის სტრუქტურის ზრდა არგუმენტების რიცხვის მიხედვით ნაჩვენებია 9.8 ნახ.-ზე. აქ  $K=5$ ,  $n=3$ ,  $m=p=4$ . მიკროსქემის გამოსასვლელების პარალელური შეერთებით ხდება ე.წ. "სამონტაჟო" "ან" სქემის რეალიზება. მართ-

დაც, როცა მიკროსქემის ამორჩევის სიგნალი  $V=0$ , მაშინ მისი გამოსასვლელი გადართობა მაღალი წინააღობის მტკობმარობაში, რაც შეესაბამება მიკროსქემის გათიშვას გამოსავალი არბებისასგან. ROM<sub>1</sub> მდმ-ში ჩაწერილია რეალიზებული ფუნქციების მნიშვნელობანი,



ՇաՑ. 9.8

րոԿա  $X_1=0$ ;  $X_2=0$ , յ.ո.  $Y_1(0, 0, X_3, X_4, X_5)$ ;  $Y_2(0, 0, X_3, X_4, X_5)$  Ըա  
 ա.Ց. սնաԼոԿուրաԸ, ROM<sub>2</sub> ԹԸԹ-ՑԻ ԲաՑըրԻԼԻա ԿրնՅԵԿաաՑ ԹրԻՑԻՅՆԸԼ-  
 ԹաՆր, րոԿա  $X_1=0$ ;  $X_2=1$  Ըա ա.Ց.

ԹԸԹ-ԻՑ սԹորԲԻՅՅա, րոԸԻԼԻԿ ԹԵՅԱԹԱԹԵԹա  $X_1$  Ըա  $X_2$  ԹրԻՑԻՅՆԸ-  
 ԼոԹԵՑ, ԵորԿԵՅԸԸԸԹա DC ԸԵՑԻԿրաԿորԻՑ. ԸԵՑԻԿրաԿորԻՑ ԿրնՅԵԿԵ-  
 ԹԻՑ ԹԵՑԲԱԸԹա ԹԵՅԱԹԻա սԿրԵՃԵՅԵ ROM (DC) ԹԸԹ-ՑաԿ (9.8 ՇաՑ.-ՑԻ  
 ԹԻՑԻ ԹԻՅրՃԵԹա սԸՆԻՑԻՅՆԸԻա ՅԱՆՅԵԿԻՐԻՑ), րոԸԻՑ ԹԵՅԱԿՅԱԸ (ՑաԹԻ-  
 ՑաԹԻաՐՃ) Ըա ԿաԹԻՑԱԿՅԱԸ ՑԻԿԿՅԵՅԵՑ ԹԻՐԻՑ ԹԵՅԱԹԱԹԻՑՑԹա ԹԻԿԿԱՆԸԻա  
 9.3 ԿԹԻՐԸՑԻ. սԹ ԹԸԹ-ԻՑ յՃԻՐԸԸԸԹԻ, րոԸԻԸԹա ԹԻՑԱԹԻաՐՃԸԹԻԿ ԹԵ-  
 ԻԿՅԵՑ  $A_1=0$ -Ց, սՅ աՐ ԿաԹԻԿԿՆԸԹա.

ԹԵՅԱԿԸԸԸԹԻա ԹԸԹ-ԻՑ յՃԻՐ ԵՅՅԱՅԵԿՐԻ ԿաԹԻԿԿՆԸԹա ԿՐԹԹԻՆԱ-  
 ԿՐԻՐԻ ՑՅԵԸԸԹԻՑ ԸՅԱԸԻՑԸԹԻՑԱՃՅԻՑ, ՃԵ ԹաՑԻ ԿաԸԱՐՃՅԻՑ ԿրնՅԵԿԵ-  
 ԹԻ ՑԱՐԹԸԸԸՆԸԻա աՐԿՅԸԹՆԸԹԻՑ աՐԿաԿաԹԵՐԸԹաԸԻ ՇԱԿՐԵԹԻՑ (ՃԵՐ-

| მისამართი |                |                |                | ფუნქციები      |                |                |                |
|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| N:        | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> | y <sub>1</sub> | y <sub>2</sub> | y <sub>3</sub> | y <sub>4</sub> |
| 4         | 1              | 0              | 0              | 1              | 0              | 0              | 0              |
| 5         | 1              | 0              | 1              | 0              | 1              | 0              | 0              |
| 6         | 1              | 1              | 0              | 0              | 0              | 1              | 0              |
| 7         | 1              | 1              | 1              | 0              | 0              | 0              | 1              |

მუბის) ფუნქციათა სუპერპოზიციით.

განვიხილოთ მაგალითი. ვთქვათ, გვაქვს მდბ, რომლის n=3 და m=4. ამ მონყობილობის მაშაზე ავაგოთ კომბინატორი სქემა, 5 არკუმენტითა და 6 გადარევის ფუნქციით. გადარევის ფუნქციებს აქვთ მუბეღვი საბე:

$$\begin{aligned}
 y_1 &= x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 \vee x_1 x_2 x_3, \\
 y_2 &= x_1 x_2 \vee x_1 x_3 \vee x_2 x_3, \\
 y_3 &= x_1 x_2 x_3 \vee x_1 x_2 x_4 \vee x_1 x_2 \bar{x}_5, \\
 y_4 &= x_1 x_2 \bar{x}_3 \vee x_1 x_2 x_4 x_5, \\
 y_5 &= x_1 x_2 x_3 \bar{x}_4 \bar{x}_5, \\
 y_6 &= x_1 x_2 x_3 \vee x_1 x_2 \bar{x}_4 x_5.
 \end{aligned}$$

y<sub>3</sub>-y<sub>6</sub> ფუნქციები ჩავწეროთ მუბეღვმართად.

$$\begin{aligned}
 y_3 &= x_1 x_2 (x_3 \vee x_4 \vee \bar{x}_5) = x_1 x_2 (x_1 x_3 \vee x_4 \vee \bar{x}_5) = \\
 &= (x_1 x_2 x_3 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3) \wedge ((x_1 x_2 x_3 \vee x_1 \bar{x}_2 x_3) \vee x_4 \vee \bar{x}_5), \\
 y_4 &= x_1 x_2 (\bar{x}_3 \vee x_4 x_5) = (x_1 x_2 x_3 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3) \wedge ((\bar{x}_1 \vee \bar{x}_3) \vee x_4 x_5) = \\
 &= (x_1 x_2 x_3 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3) \wedge ((x_1 x_2 x_3 \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3) \vee x_4 x_5), \\
 y_5 &= x_1 x_2 (x_1 x_3 (\bar{x}_4 \bar{x}_5)) = (x_1 x_2 \bar{x}_3 \vee x_1 x_2 x_3) \wedge ((x_1 x_2 x_3 \vee x_1 \bar{x}_2 x_3) (\bar{x}_4 \bar{x}_5)), \\
 y_6 &= x_1 x_2 (x_1 x_3 \vee (\bar{x}_4 x_5)) = (x_1 x_2 \bar{x}_3 \vee x_1 x_2 x_3) \wedge ((x_1 x_2 x_3 \vee x_1 \bar{x}_2 x_3) \vee (\bar{x}_4 x_5)).
 \end{aligned}$$

შემოვიტანოთ აღნიშვნები

$$Z_1(x_1, x_2, x_3) = x_1 x_2 \bar{x}_3 \vee x_1 x_2 x_3,$$

$$Z_2(x_1, x_2, x_3) = x_1 \bar{x}_2 x_3 \vee x_1 x_2 x_3,$$

მაშინ მოცემული გადართვის ფუნქციების რეალიზება მიიყვანება  $y_1(x_1, x_2, x_3)$ ,  $y_2(x_1, x_2, x_3)$ ,  $Z_1(x_1, x_2, x_3)$ ,  $Z_2(x_1, x_2, x_3)$  და ქვემოთ მოყვანილი ფუნქციების რეალიზებამდე

$$y_3 = Z_1(x_1, x_2, x_3)(Z_2(x_1, x_2, x_3) \vee x_4 \vee \bar{x}_5) = Z_1(x_1, x_2, x_3) Z_3(z_2, x_4, x_5),$$

$$y_4 = Z_1(x_1, x_2, x_3)(\bar{Z}_2(x_1, x_2, x_3) \vee x_4 x_5) = Z_1(x_1, x_2, x_3) Z_4(z_2, x_4, x_5),$$

$$y_5 = Z_1(x_1, x_2, x_3)(Z_2(x_1, x_2, x_3) \bar{x}_4 \bar{x}_5) = Z_1(x_1, x_2, x_3) Z_5(z_2, x_4, x_5),$$

$$y_6 = Z_1(x_1, x_2, x_3)(\bar{Z}_2(x_1, x_2, x_3) \vee \bar{x}_4 x_5) = Z_1(x_1, x_2, x_3) Z_6(z_2, x_4, x_5).$$

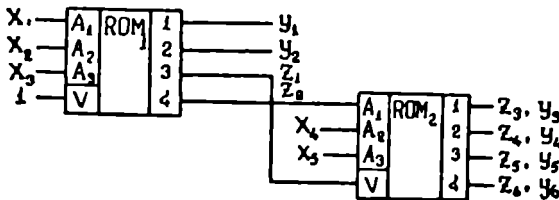
ამისათვის საჭიროა ძირითადი ორი მდებ, რომელთა პროგრამირების ცხრილს აქვს ასეთი სახე:

ც ხ რ ი ლ ი 9.4

| ROM <sub>1</sub> მდებ |                                     |                                     |                                     |                |                |                |                | ROM <sub>2</sub> მდებ |                                     |                                     |                                     |                |                |                |                |
|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| №                     | A <sub>1</sub><br>(x <sub>1</sub> ) | A <sub>2</sub><br>(x <sub>2</sub> ) | A <sub>3</sub><br>(x <sub>3</sub> ) | Y <sub>1</sub> | Y <sub>2</sub> | Z <sub>1</sub> | Z <sub>2</sub> | №                     | A <sub>1</sub><br>(z <sub>2</sub> ) | A <sub>2</sub><br>(x <sub>4</sub> ) | A <sub>3</sub><br>(x <sub>5</sub> ) | Z <sub>3</sub> | Z <sub>4</sub> | Z <sub>5</sub> | Z <sub>6</sub> |
| 0                     | 0                                   | 0                                   | 0                                   | 0              | 0              | 0              | 0              | 0                     | 0                                   | 0                                   | 0                                   | 1              | 1              | 0              | 0              |
| 1                     | 0                                   | 0                                   | 1                                   | 1              | 0              | 0              | 0              | 1                     | 0                                   | 0                                   | 1                                   | 0              | 1              | 0              | 1              |
| 2                     | 0                                   | 1                                   | 0                                   | 1              | 0              | 0              | 0              | 2                     | 0                                   | 1                                   | 0                                   | 1              | 1              | 0              | 0              |
| 3                     | 0                                   | 1                                   | 1                                   | 0              | 1              | 0              | 0              | 3                     | 0                                   | 1                                   | 1                                   | 1              | 1              | 0              | 0              |
| 4                     | 1                                   | 0                                   | 0                                   | 1              | 0              | 0              | 0              | 4                     | 1                                   | 0                                   | 0                                   | 1              | 0              | 1              | 1              |
| 5                     | 1                                   | 0                                   | 1                                   | 0              | 1              | 0              | 1              | 5                     | 1                                   | 0                                   | 1                                   | 1              | 0              | 0              | 1              |
| 6                     | 1                                   | 1                                   | 0                                   | 0              | 1              | 1              | 0              | 6                     | 1                                   | 1                                   | 0                                   | 1              | 0              | 0              | 1              |
| 7                     | 1                                   | 1                                   | 1                                   | 1              | 1              | 1              | 1              | 7                     | 1                                   | 1                                   | 1                                   | 1              | 1              | 0              | 1              |

9.9 ნახ.-ზე მოყვანილია ამ ორი მდებ-ის შეერთების სქემა.

შევნიშნავთ, რომ აღნიშნული მდებ-ის ზრდის მუშაობის გამოყვანების შემთხვევაში საჭირო იქნებოდა არა 2, არამედ 8 მდებ.



Շան. 9.9

յոմինոնացուրի կլեմբոնսա զա ցիտրուրի սլեթոմսլեբոնս ռսալոնկե-  
 ծա թեբնկոլրոնոն յլլեմերթեոնոն ոնկլլեթն սո յլսանսլրլլեթա զոլ զանա-  
 ծանրլեծն. թագրաթ թեբնկոլրոնոն յլլեմերթեա լոլրեթլլեթա լոլրոլր  
 յլլեմերթեոնոն թլլեթալրեթոնոն զսոլլեթոնոն ռսլլեթոնոն. յլլեթ-ոն ռոմլլեթ  
 թլլեթլլեթոլրոն յլլեթոնոն սն թոնլլեթոնոնոն սլլեթա թլլեթլլեթա ռո-  
 լոլրոն լոլրոլր, սնկլլեթ թեբնկոլրոնոն յլլեմերթեոնոն. սո յլսանսլրլլե-  
 ծա ռսալլեթոնոն թլլեթլլեթա 5-10-լլեթ սլլեթալլեթոնոն լոլրոլր յլլե-  
 մերթեա ռսալլեթոնոն, թագրաթ սրոլրոնոնոնոնոն թլլեթ-լլեթոնոն յլլեթոնոն-  
 յլլեթոնոն, սոնոնոնոն, յլլեթալլեթոնոնոն սա ոնկլլեթոնոնոն թալլեթ  
 ծանոնոնոն զսոն թաթոն զսոնոնոնոն յլլեթ-լլեթոնոն յլլեթոնոն թոնոնոն-  
 սրոլրոնոնոնոն թլլեթ-լլեթոնոն թալլեթալլեթա զոլլեթ զա կլլեթոն ոնկլլեթոնոն  
 կլլեթոնոնոն սանոն.

### Ֆ 5: սրոլրոնոնոնոնոն լոլրոլրոն թալլեթոնոն

սրոլրոնոնոնոնոն լոլրոլրոն թալլեթոնոն ոնկլլեթ ռոլրոն սրոլրոն-  
 ոնոնոն թլլեթ ռոնոնոնոնոն ռոլրոնոնոնոնոնոնոն, ռոլլեթոնոն սալլեթ-  
 յլլեթալլեթ թլլեթալլեթոնոն յլլեթ-ոն թլլեթլլեթոնոն յլլեթոնոնոն սա  
 թոնոնոնոնոն սլլեթա.

პროგრამირებადი მიმართული საფრთხურისაგან შედგება. პირველი ას-  
რულებს დუმიტრასის რეპროდუქციას და შესაძლებელია სამისამართო კოდექს  
მიხედვით გვაძლევს სიგნალს მის ურთ-ურთ გამოსასვლელზე. შესა-  
ვალი კოდი R -მართიგანია, გამოსასვლელების რაოდენობა კი  
2<sup>n</sup>-ის ტოლია. დუმიტრასის აგებულია "და" ელემენტებზე, რომელ-  
თა ურთობისას კონსტრუქციურ და-მატრიცას უწოდებენ.

პროგრამირებადი მიმართული საფრთხური წარმოადგენს დამტ-  
რულებას. დუმიტრასის გამოსასვლელი მისი შესასვლელია.  
დუმიტრასის ურთ-ურთ გამოსასვლელის აღგებება იწვევს ინტერ-  
მაციის ამოკლებას დამტრუებლის ურთ-ურთ უჯრედთან. ეს ინ-  
ტერმაცია განსაზღვრულია მიმართების მიერ, რომელიც ადგენს  
დამტრუებელში ინტერმაციის რაოდენობას პროგრამას. დამტრუებელი  
შესრულებულია "ან" ელემენტებზე და ჭაჭობრავად შეტრასის წარ-  
მოადგენს. ასეთ დამტრუებელს დიმიტრასის ან-მატრიცას უწოდებ-  
ენ.

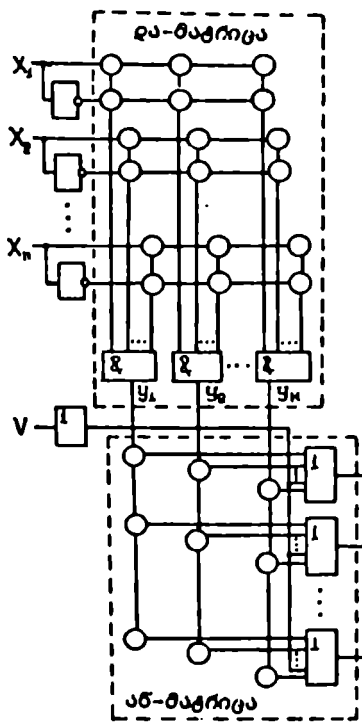
არსებობს პროგრამირებადი არსაფრთხურისაგან სტრუქტურის სამი  
ვარიანტი:

ბისტი და-მატრიცით და პროგრამირებადი ან-მატრიცით;  
პროგრამირებადი და-მატრიცით და ბისტი ან-მატრიცით;  
არცე მატრიცის პროგრამირებით.

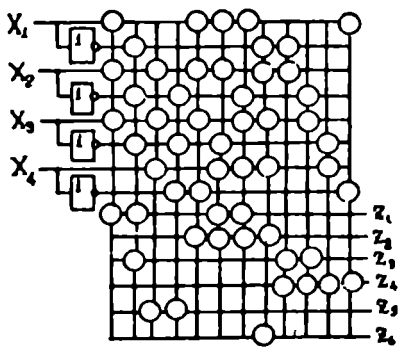
პირველი ვარიანტი წარმოადგენს პროგრამირებად მიმ-ს, მი-  
სამდე - პროგრამირებად ლოგიკურ მატრიცას (პრ-ს). მიერ ვარი-  
ანტის გამოყენება შეიძლება ზოგიერთი ამოცანის გადასაწყვე-  
ტად, მაგრამ იგი არაა დამახასიათებელი სამართლო ეტ-ების  
ელემენტური მიმართების.

და-მატრიცა შეიცავს R -შესასვლელიდან K რაოდენობის "და"  
ელემენტს, რომელთა მიხედვით შესასვლელი დამტრუებელი შესაძლებელია  
სამართლებით მიერ შედგება შესაძლებელია წოდებულაწ (მათ. 9.10, ა).





ნაბ. 9.10



ა)

ამით და-მაჭრიცაში შესაძლებელია  $n$ -მარტივია  $K$  ნაბრკალების (კონიუქციის) მიღება. აწ-მაჭრიცა შეიცავს  $m$  რაოდენობის  $K$ -შესასვლელიან "აწ" ელემენტს, რომელთაც შეიძლება დიზიუქციის ფუნქციონალური გარჩევა ნებისმიერი  $K$  ნაბრკალებისაგან.

პირ-ით შესაძლებელია გადარჩევის ფუნქციონალური ნებისმიერი სისტემის რეალიზაცია. სისტემა შეიძლება შედგებოდეს  $n$ -არკუძურტიან  $m$  ფუნქციონალური და ელემენტარული  $K$  ნაბრკალებისაგან (ფერმენტისაგან). 9.10, ბ ნაბ-ზე მოყვანილია პირ-ის ნაჭრიცებისა და ჩრედების გამარტივებული აღნიშვნები: და-მაჭრიცის მთლიანი ვერტიკალური წრფე შეესაბამება "და" ელემენტს, ხოლო აწ-მაჭრიცის ყველი პირიზონტალური წრფე - "აწ" ელემენტს. პირ  $n=4$ ,  $K=12$ ,  $m=6$ -ისათვის ამორტივლებს შემდეგ ფუნქციონალური

რეალიზებას:

$$\begin{aligned}
 z_1 &= x_1 x_2 x_3 \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 \bar{x}_2 x_3 x_4, \\
 z_2 &= x_1 x_2 x_3 \bar{x}_4 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 \bar{x}_2 x_3 x_4 \vee \bar{x}_1 x_2 x_3 x_4, \\
 z_3 &= \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \vee \bar{x}_1 x_2 \vee \bar{x}_2 x_3, \\
 z_4 &= \bar{x}_1 x_2 \vee \bar{x}_2 x_3 \vee \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 \bar{x}_4, \\
 z_5 &= x_2 x_3 x_4 \vee \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4, \\
 z_6 &= \bar{x}_1 x_2 x_3 x_4.
 \end{aligned}$$

ეს სისტემა შეიძლება 12 ღერძს:

$$\begin{aligned}
 y_1 &= x_1 x_2 x_3, & y_2 &= \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3, & y_3 &= x_1 x_2 \bar{x}_3 x_4, & y_4 &= x_1 \bar{x}_2 x_3 x_4, \\
 y_5 &= x_1 x_2 x_3 \bar{x}_4, & y_6 &= \bar{x}_1 x_2 x_3 x_4, & y_7 &= \bar{x}_1 x_2, & y_8 &= \bar{x}_2 x_3, \\
 y_9 &= \bar{x}_3 x_4, & y_{10} &= x_1 \bar{x}_4, & y_{11} &= x_2 x_3 x_4, & y_{12} &= \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4.
 \end{aligned}$$

ქღ-ის პრეგრამირების გამარტივების მიზნით მიმართულია ზღწევისა და სისტემის წარმოდგენა ცხრილის სახით (ცხრ. 9.5).

ც ხ რ ი ღ ი 9.5

|       | $y_1$ | $y_2$ | $y_3$ | $y_4$ | $y_5$ | $y_6$ | $y_7$ | $y_8$ | $y_9$ | $y_{10}$ | $y_{11}$ | $y_{12}$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|
| $x_1$ | 1     | 0     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1        | 0        | 0        |
| $x_2$ | 1     | 0     | 1     | 0     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0        | 1        | 0        |
| $x_3$ | 1     | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 0     | 1     | 0     | 0        | 1        | 0        |
| $x_4$ | 0     | 0     | 1     | 1     | 0     | 1     | 0     | 0     | 1     | 0        | 1        | 0        |
| $z_1$ | 1     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0        | 0        | 0        |
| $z_2$ | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0        | 0        | 0        |
| $z_3$ | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 0     | 0        | 0        | 0        |
| $z_4$ | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 1        | 0        | 0        |
| $z_5$ | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0        | 1        | 1        |
| $z_6$ | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0        | 0        | 0        |

შენიშვნა. გ აღნიშნავს არგუმენტების გამუსაზღვრულ მნიშვნელობებს.

ამ ცხრილისა და 9.10, ბ ნაბ.-ის შედარებითად ჩანს, რომ ცხრილის  $X_i$  სტრუქტურისა და  $Y_j$  სუბტის გადაყვეთაზე ერთიანის არსებობა შეესაბამება შესაყრავს  $X_i$  და  $Y_j$  წრელებს შორის. ნულის არსებობა მიუთითებს შესაყრავზე  $\bar{X}_i$  -სა და  $Y_j$  -ს შორის. გ-ს შესაბამის ადგილზე შესაყრავი არა გვაქვს. ასეთი და-თოვლებულბანნი სამართლიანია და-მატრიცისათვის. ან-მატრიცა-ში კი ერთიანი  $Z_g$  სტრუქტურისა და  $Y_j$  სუბტის გადაყვეთაზე შეესაბამება შესაყრავს  $Z_g$  და  $Y_j$  წრელებს შორის; ნულის დროს შესაყრავი არა გვაქვს.

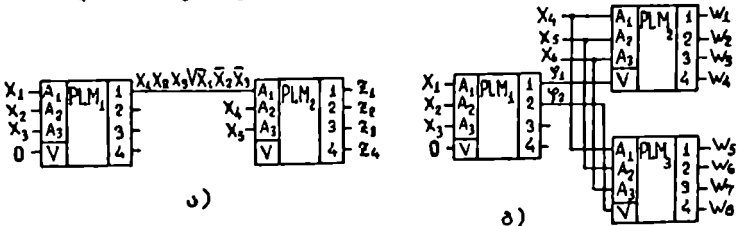
პლ-ის ლოგიკური შესაძლებლობები განისაზღვრება და- და ან-მატრიცებში კავშირის ელემენტების მაქსიმალური რაოდენობით, რომელიც  $2nk + mk$  -ის ტოლია. ლოგიკური შესაძლებლობების შემოკლოთი გამიჩნა მიიყვანება  $n, k, m$  პარამეტრების ბელო-ნურ გადაიღებაზე.  $n$  -ის გადაიღება ბდება რამდენიმე პლ-ის კას-კადური მიერბებით. 9.11, ა ნაბ.-ზე ნარევენბია ჟუნქციათა შემ-დეგი სისტემის რეალიზება:

$$Z_1 = X_1 X_2 X_3 X_4 \bar{X}_5 V X_1 X_2 X_3 \bar{X}_4 X_5 V \bar{X}_1 \bar{X}_2 \bar{X}_3 X_4 \bar{X}_5 V \bar{X}_1 \bar{X}_2 \bar{X}_3 \bar{X}_4 X_5 = (X_1 X_2 X_3 V \bar{X}_1 \bar{X}_2 \bar{X}_3) \bar{X}_4 X_5 V (X_1 X_2 X_3 V \bar{X}_1 \bar{X}_2 \bar{X}_3) X_4 \bar{X}_5,$$

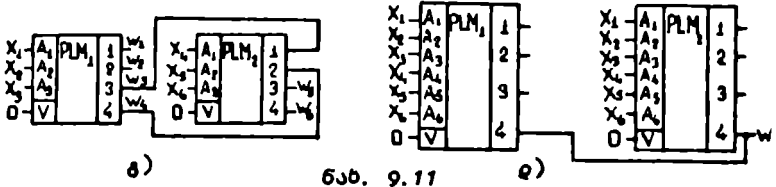
$$Z_2 = X_1 X_2 X_3 V \bar{X}_1 \bar{X}_2 \bar{X}_3 V X_4 \bar{X}_5 V \bar{X}_4 X_5 = (X_1 X_2 X_3 V \bar{X}_1 \bar{X}_2 \bar{X}_3) V X_4 \bar{X}_5 V \bar{X}_4 X_5,$$

$$Z_3 = \bar{X}_4 X_5 V X_4 \bar{X}_5,$$

$$Z_4 = X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 V \bar{X}_1 \bar{X}_2 \bar{X}_3 X_4 X_5 = (X_1 X_2 X_3 V \bar{X}_1 \bar{X}_2 \bar{X}_3) X_4 X_5.$$



ნაბ. 9.11



რეალიზებისათვის გამოყენებულია ჯღბ, რომლის  $n=3, m=4$ .  
 აქ  $PLM_1$ -ით ხდება  $\varphi = X_1 X_2 X_3 \vee \bar{X}_1 \bar{X}_2 \bar{X}_3$  ფუნქციის რეალიზება ( $PLM_1$ -ის  
 დაწარმოებული გამოსასვლელი გამოყენებულია).  $PLM_2$  აბორიტოვებს  
 მიღებულ ჯღბების რეალიზებას:

$$\begin{aligned}
 y_1 &= \varphi \bar{X}_4 X_5, & y_2 &= \varphi X_4 \bar{X}_5, & y_3 &= \varphi, \\
 y_4 &= X_4 \bar{X}_5, & y_5 &= \bar{X}_4 X_5, & y_6 &= \varphi' X_4 X_5.
 \end{aligned}$$

$PLM_2$ -ის პროგრამირება ბორიტოვდება შემდეგი ცხრილის მი-  
 ბედავით:

ც ხ რ ი ღ ი 9.6

|           | $y_1$ | $y_2$ | $y_3$ | $y_4$ | $y_5$ | $y_6$ |       | $y_1$ | $y_2$ | $y_3$ | $y_4$ | $y_5$ | $y_6$ |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           |       |       |       |       |       |       | $Z_1$ | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| $\varphi$ | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 1     | $Z_2$ | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 0     |
| $X_4$     | 0     | 1     | 0     | 1     | 0     | 1     | $Z_3$ | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 0     |
| $X_5$     | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | $Z_4$ | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     |

$X$ -ს გაღდება ხდება წებარავის  $V$  შესასვლელის გამოყენე-  
 ბით (ნახ. 9.11, გ) ან ჯღბ-ის გამოსასვლელის გაერთიანებით  
 "სამონტაჟო ან" სქემის მიხედვით. თითოეული  $w_1-w_4$  ფუნქცია შეიძ-  
 ლება წარმოადგინოთ შემდეგნაირად:

$$w_i = \varphi_i(X_1, X_2, X_3) \vee \varphi'_i(X_4, X_5, X_6) \quad (i = 1, 2, 3, 4),$$

ბოლო  $w_5-w_6$  ფუნქციები კი ასე:

$$w_j = \varphi_j(X_1, X_2, X_3) \vee \varphi'_j(X_4, X_5, X_6) \quad (j = 5, 6, 7, 8).$$

$\Psi_1$  და  $\Psi_2$  ჯარქოების რეალიზება ხდება  $PLM_1$  -ით, ხოლო  $\Psi_1$  და  $\Psi_j$  ჯარქოებისა - შესაბამისად  $PLM_2$  -ითა და  $PLM_3$  -ით.

$K$  მარკვინების გადოდების სხვა შესაძლებლობა მარკვინებია 9.11, ბ ნაბ.-ბი. აქ  $W_1$  და  $W_2$   $X_1, X_2, X_3$  არკუბინტების ჯარქოებია;  $W_5$  და  $W_6$  -  $X_4, X_5, X_6$  -ის;  $W_3$  და  $W_4$  კი ბ არკუბინტის ( $X_1, X_2, \dots, X_6$ ) ჯარქოებს წარმოადგენენ; მათად

$$W_3 = \Psi_3(X_1, X_2, X_3) \vee \Psi_3(X_4, X_5, X_6),$$

$$W_4 = \Psi_4(X_1, X_2, X_3) \vee \Psi_4(X_4, X_5, X_6).$$

$\Psi_3, \Psi_4$  და  $\Psi_3, \Psi_4$  ჯარქოების რეალიზება ხდება შესაბამისად  $PLM_1$  -ითა და  $PLM_2$  -ით. ანუთი ვარიანტი შეესაბამება რატორე  $K$  -ს, ანუვე  $\Pi$  -ის გადოდებას (ნაბ. 9.11, დ).

ჯღ-ის ზიდა  $m$  პარამეტრის მიხედვით ხდება რამდენიმე ჯღ-ის ერთხა და იმავე შესავად ნიდეებთან პარალელური მიერებით (რატორე ეს მარკვინებია 9.11, ბ, გ ნაბ.-ების მეორე კასკადებში).

ჯღ-ის მამამე ციფრული ავტომატების მისაღებად ჯღ-ს უმატებურ გროგორებს ან რეგისტრს.

პირველ სამამულე ჯღ-ს წარმოადგენს მიკროსქემა K556PTI (TTLIII) მას გაართია 16 შესასვლელი, 48 ზერში და 8 გამოსასვლელი. დაყოვნების დროა 70 ნწმ.

ჯღ-ები წარმოადგენს მნიშვნელოვან ჯარქოურ მიწყო-ბილობებს, რომელთა ნიღი ზოგორთ მანამდედროვე მიკრო-ეგმ-ში 508-ს აღუმატება.



§ 1. მიკროპროცესორები და მიკროპროცესორული სისტემები

მიკროპროცესორი (მპ) წარმოადგენს ერთ ან რამდენიმე დიდ ინტეგრირებულ სქემას (დის) აწყობილ პროგრამულად მარჯვად მიწყო-ბილობას, რომელიც განკუთვნილია არითმეტიკული და ლოგიკური ოპერაციების შესასრულებლად. იგი წარმოადგენს ჩვეულებრივი ელემენტების პროცესორის გამარტივებულ ვარიანტს, მხოლოდ გააჩნია შედარებლად მცირე ზომები.

მპ-ებისა და სხვა მიკროსქემების ერთობლიობას, რომელიც ურთიერთშეკავშირებული არიან არქიტექტურით, ტექნოლოგიური შესრულებითა და ელექტრული პარამეტრებით და განკუთვნილია ერთობლივი გამოყენებისათვის, მიკროპროცესორული კომპლექტი (მპკ) ეწოდება.

მიკროპროცესორული სისტემა (მპს) წარმოადგენს მპკ-ზე აგებულ ინტეგრირებულ, მმარჯვლად ან გამოშვლილ სისტემას, რომლის მთავარ გადაამაღმავებელ და მმარჯვლად ბირთვის შეადგენს ერთ ან რამდენიმე მპ. ერთი მპ-ის შემთხვევაში მპს იქცევა მიკრო-ელემენტად, რამდენიმე მპ-ის გამოყენების დროს მივიღებთ მულტი მპს-ს. მიკრო-ელემენტი, რომელიც ორიენტირებულია არა არითმეტიკულ გამოშვლებზე, არამედ ლოგიკურ მარჯვებზე, იწოდება მიკროკონტროლერად.

მპ-ების ძირითად მახასიათებლებს მიეკუთვნება: მიკროელექტრონული ტექნოლოგიის ტიპი; კრისტალების რაოდენობა მპ-ში; მარტივი რიცხობა; სწრაფქმედება (ტექტური სიბრტე ან ძირითადი ოპერაციების შესრულების დრო); მარჯვის მიწყობილობის ტიპი (სქემური ან მიკროპროგრამირებადი); კვების ძაბვების რაოდენობა და მათი დონეები; მმარჯვლად სიმძლავრე; მპკ-ში შემავალი დის-ების რაოდენობა და სხვ.

მპ-ები იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად:

ერეკონსტრუქციის მუშაობის ფინანსირების უზრუნველყოფის და  
 ბრძანებათა სისტემით. მათი მარჯვის მოწყობილობა ატარებულია სწრაფ  
 მუშაობის რეჟიმში;

მრავალერეკონსტრუქციის (საქმიანი) მიკროპროგრამირებადი მუშაობის  
 ფინანსირების მიკროპროგრამირების და ცვლადი ფინანსირების.

პირველი ჯგუფის მუშაობის შესრულებულია მოქმედ პროგრამის  
 გამოყენებით. მათ ახასიათებთ ინტეგრაციის მაღალი ხარისხი და  
 მცირე მოხმარებული სიმძლავრე. სამწუხაროდ, მათი სწრაფობა  
 არ არის მაღალი.

მეორე ჯგუფის მუშაობის შედეგად რამდენიმე დაბალფინანსირება-  
 ტი (2-4 ბიტი) ერეკონსტრუქციის (საქმიანსაგან). ეს ფინანსირება  
 ინტეგრაციის დასრულებისას იღებენ X რამდენობის L ფინანსირება  
 საქმიანს და მიღებულია ფინანსირება მუშაობის ადრესირების საფუძველზე  
 მიკროპროგრამირების მარჯვით. ამ ჯგუფის მუშაობის ატარებულია სწრაფ-  
 მუშაობის ტექნიკის გამოყენებით. სამაგიეროდ, მათ  
 ინტეგრაციის ხარისხი პირველი ჯგუფის მუშაობის შედეგად  
 დაბალია. ამიტომაც შეუძლებელია მეორე ჯგუფის მრავალფინანსირება-  
 ტი მუშაობის ატარება მხოლოდ ერთ ერეკონსტრუქციის.

სრულყოფილი პროგრამის შექმნის მუშაობის სწრაფობა  
 შედეგად:

- p-MOP - 50000 კპ/წმ;
- PMOP - 400000 კპ/წმ;
- n-MOP - 700000 კპ/წმ;
- M<sup>2</sup> - 1 ბიტ კპ/წმ;
- TTI - 2 ბიტ კპ/წმ;
- CCJ - 5 ბიტ კპ/წმ.

რეკონსტრუქციის მასიურად გამოყენების რამდენიმე მუშაობის მიხედვით  
 კომპლექსის წარმოება უშვებს ერთ რამდენიმე სერიას. 10.1



ცხრილში წარმოდგენილია სამამული მკვ-ები.

ც ხ რ ი ღ ი 10.1

| მკვ-ის<br>სერია | ტექნოლოგია       | მკ-ის<br>თანრიგობა | ღის-უბის<br>რაოდენობა |
|-----------------|------------------|--------------------|-----------------------|
| K536            | p-MOП            | 8                  | 14                    |
| K580            | n-MOП            | 8                  | 18                    |
| K58I            | n-MOП            | 16                 | 6                     |
| K584            | н <sup>2</sup> л | 4n                 | 6                     |
| K587            | KMOП             | 4n                 | 4                     |
| K588            | KMOП             | 16                 | 15                    |
| K589            | TTIII            | 2n                 | 9                     |
| KI800           | ЗСЛ              | 4n                 | 10                    |
| KI80I           | n-MOП            | 16                 | 9                     |
| KI802           | TTIII            | 8n                 | 15                    |
| KI803           | n-MOП            | 8n                 | 4                     |
| KI804           | TTIII            | 4n                 | 18                    |
| KI8I0           | n-MOП            | 16                 | 12                    |
| KI8I6           | n-MOП            | 16                 | 2                     |

მკვ-ების ასეთი სიმრავლე აიხსნება მათი გამოყენების სფეროთა დიდი მრავალფეროვნებით. თითოეულ კომპლექტში შესაძლებელია სხვა სერიის ღის-უბის გამოყენება. მხოლოდ ამ შემთხვევაში გასაფვადისწინებელია სხვადასხვა სერიის მიკროსტრუქტურის შემთხვევითი სტრუქტურა.

მკვ წარმოდგენს ღის-უბის ჭრუჭურად დასრულებულ ნაკრებს, დამზადებულია ურთი ტექნოლოგიით და განკუთვნილია სხვადასხვა დანიშნულების მკვ-ების ასაგებად. მკვ-ის შემადგენლობაში შედის: მკ-ის, რკურატილი და მდმ-ის, მიკროპროგრამული მარჯვისა და ინჟინერინის მიმოცვლის ღის-უბი. მკვ აგრეთვე შეიძლება შეიცავდეს: პირობიტული ნაცვების, მუხსიერებაში პირდაპირი დაშვების, ინტერფერისის, პერიფერიული მანქანობის მარჯვის და სხვა ღის-უბს.

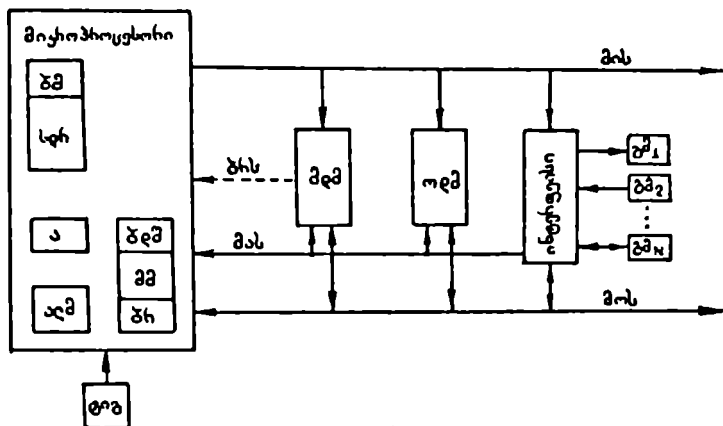
10.2 ცხრილში მოყვანილია საბამულად მიკრო-ეგმ-ეგში მპ - ების გამოყენების რამდენიმე მაგალითი.

ც ხ რ ი ღ ი 10.2

| მიკროპროცესორი | მიკროპროცესორის<br>ბაზაზე აკუმული<br>მიკრო-ეგმ | სწრაფქმედება<br>(ცოცლის ხანგრძლ., მცნმ,<br>ან ტაქტ. სიხშირე, მპც) |
|----------------|--|---|
| K580ИK80       | "კრისტალ-60"<br>"ნევა"<br>CM1800               | 2 მპ  |
| K581ИK1        | "ჯედეტრონიკა-60"                               | 0,4 მპ  |
| K589ИK02       | CM1300<br>CM50/60                              | 0,1 მპ  |
| K587ИK2        | "ჯედეტრონიკა-<br>HC-03"                        | 2 მპ  |
| K586ИK1        | "ჯედეტრონიკა-<br>C5-2I"                        | 2 მპ  |
| K1804BP1       | "ჯედეტრონიკა-<br>81B"                          | 0,11 მპ   |
| K1810BM86      | EC 1840<br>"ისკრა 1030"                        | 5 მპ  |

ზოგიერთი მპ არიენტირებულია მულტი მპს-ების ასაკებად. მაგალითად, K1802 სერის მპს-ის ბაზაზეა აკუმული მულტიპროცესორული სისტემა PC-320.

როგორც აღვნიშნეთ, მპ წარმოადგენს მპს-ის ძირითად ელემენტს. მპს-ის მინიმალური კონფიგურაცია, რომლის სქემა წარედგინება 10.1 ნაშ-ზე, შეიცავს მპს-ს, მუდმივ და რეგისტრულ ემ-ებს, ტაქტური იმპულსების გენერატორს (გმ) და ინტერფეისს. მპს-ის მუშაობის პროგრამა ხშირად მემ-ში ინერება. მასში ინახება აგრეთვე პროგრამები, მუდმივები, ცხრილები და სხვ.



ნახ. 10.1

ოღმ გამოიყენება გამოვლენის შუალედური შედეგების დაზამსკვრებისა და სისტემის გარე მოწყობილობებთან (გმ) გასაცვლელი ინფორმაციის დროებითი შენახვისათვის.

ინტერფეისი წარმოადგენს ინფორმაციის, გადაამცემი სადტუბის, უღუტროდული სტემების, სპეციალური სიგნალებისა და აღკვრითების ურთობლობას, რომელიც გამოიყენება მკს-სა და გმ-ს შორის ინფორმაციის მიმოცვლის პროცესის მართვისათვის და ამ მოწყობილობების სიგნალების დროით და უღუტროდული შედარებისათვის.

მკ-ის ძირითად კვანძებსა და მოწყობილობებს მიეკუთვნება: ბრძანებათა მხვლელი (ბმ), საკრთ დანიშნულების რეგისტრები (სდრ), აკუმულატორი (ა), არითმეტკულ-ლოგკური მოწყობილობა (აღმ), ბრძანებათა დუშიგრატორი (ბდმ), მართვის მოწყობილობა (მმ) და ბრძანებათა რეგისტრი (ბრ).

კვშირი ამ კვანძებსა და მოწყობილობებს შორის ბორცოდება მისამართის, მონაცემების, მართვისა და ბრძანებათა სად-

ტეუბის საფუძვლები (შესაბამისად მის, მოს, მას, ბრს). შეესაბამება სადტეუბის სხვადასხვაანაირად ორგანიზებას. ხშირად გამოიყენება ერთი ორმიმართულებიანი ან ორი ერთმიმართულებიანი მოს, რომელთაგან ერთი მს-საფვის წარმოადგენს შემავალს, მეორე კი - ვამომავალს. შეიძლება ბრს-ის შეთავსება მოს-თან და ა.შ.

მას-ში ბრძანების შესრულების პროცესი შეიძლება დავყოთ ორ ფაზად: ბრძანების კოდის ამოკრევის ფაზად და მისი შესრულების ფაზად. ამოკრევის ფაზა შედგება სამი ნაწილისაგან: პირველად ხდება ბრძანების მისამართის წარმოდგენა ბმ-დან მოს-ზე, შემდეგ მდმ-დან ამოიკრევა ბრძანების კოდი და ბრს-ის ან მოს-ის გველით მიეწოდება ბრ-ს, დაბოლოს, ბმ-ში ხდება ამ კოდის დეკოდირება. ბრძანების კოდის მიხედვით მმ გამოიწვევებს მთარგმნელი სიგნალების თანამიმდევრობას, რომელიც საჭიროა ამ ბრძანების შესრულებისათვის. ბრძანების შესრულების ფაზა იწყება რეგისტრების, ე.ი. დასამუშავებელი მონაცემების მომზადებით. რეგისტრები მიეწოდება ადმ-ს, რომელიც მათზე ასრულებს არითმეტიკულ ან ლოგიკურ ოპერაციას. ასრულებადი შედეგები ხდება ერთ-ერთი რეგისტრში. მასში ინახავდება აგრეთვე რეგისტრის შესრულების შედეგი.

მას-ის მიწოდებულ კონტროლურაფრიაში საჭიროების მიხედვით შეიძლება შეტანიდ იქნეს: პირობიტიული წყვეტის ბლოკი; მუხსიერებაში პირდაპირი დაშვების პროგრამირებადი მოწყობილობა; კავშირის პროგრამირებადი ადაპტორები (ინტერფეისი); პროგრამირებადი ტაიმერი; გარე მოწყობილობებთან კავშირის კონტროლერები და სხვ.

პირობიტიული წყვეტის ბლოკი განკუთვნილია სისტემის მუშაობის დროებითი შეწყვეტისათვის და გარე მოწყობილობის სასწრაფო მომსახურებისათვის, რომლის მიზეზიზაცია მზდა წყვეტა. პირ-

დაპირი დაშვების მიწყობილობა აჩქარებს ინფორმაციის გაცვლას გარე და დბ-ებს შორის. დაჩქარება უზრუნველყოფილია გაცვლის პროცესიდან მპ-ის გამოთქიქით. ქვეშირის ადაქტურებიც ხდება პარალელურ ან მიმდევრობით ქოღში წარმოდგენილი ინფორმაციის გაცვლის ორგანიზება მპ-სა და გბ-ებს შორის. ტაიშიერი განკუფენილია პროგრამირებადი ხანგრძლივობის დროითი დაყოვნების გამოდუშავებისასაცვის, რაც აუცილებულია მპს-ის რეალურ რეჟიში მიშეობისასაცვის. ქონტროლერიც ხორციელდება როდელიც გბ-ის დაქვეშირება მპ-თან.

თითოეული ბლოკი ან მიწყობილობა შესრულებულია ინტეგრალური სქემის სახით.

გბ-ად მპს-ში გამოყენებულია: დისკული, საბეჭდი მიწყობილობები, ქასტური მაგნიტური ლენტები, დრეკადი მაგნიტური დისკოები და სხვ.

## § 2. K580 სერიის მიკროპროცესორული ქომპლექტი

K580 სერიის მპ წარმოადგენს ფირმა Intel -ის (აშშ) მიერ დამუშავებული Intel 8080 -ის ანალოგს. K580 და KP580 ქომპლექტების სქემატქენიქა ურთნაირია, მხოლოდ უფრო ახალი KP580, მისი წინამორბედისაგან განსხვავდება ქორპუსის ტიპითა და რამდენადმი მაღალი ტაქტური სიბშირით.

K580 სერიის მპ მიკუფენება პირველი ჯგუფის მპ-ებს, რთილთაც გააჩნიათ ფიქსირებული თანრიგისაწება და ბრძანებათა სისტემა. მის თამაგე აგებული მიკრო ეგბ ტიპურიც აბი ჯგუფის მპკ-ებისააცვის. ამიტომ K580 სერიის მპკ-ის შესწავლა გასადვილებს სხვა ანალოგიური ქომპლექტების გადნობასა და გამოყენებას.

სერიის მკვ შვიცავს შეიძლება მიკროსქემებს:

КР580ИК80А - მკ;

КР580ВВ55 - სხვადასხვა ჭორბაციის პარალელური ინფორმაციის შეტანა-გამოტანის პროგრამირებადი მიწყობილობა;

КР580ВН59 - პირობიტიტილი წყვეტის პროგრამირებადი ბლოკი;

КР580ВТ57 - მიხსიერებაში პირდაპირი წვდომის პროგრამირებადი მიწყობილობა;

КР580ВН53 - ინტეგრალური პროგრამირებადი ტაიმიერი;

КР580ВВ51 - მიმდევრობითი ინფორმაციის მიმოცვლის კავშირის უნივერსალური ადაპტერი;

КР580ВТ75 - ელექტრონულ-სხივური მიღაციის პროგრამირებადი კონტროლერი;

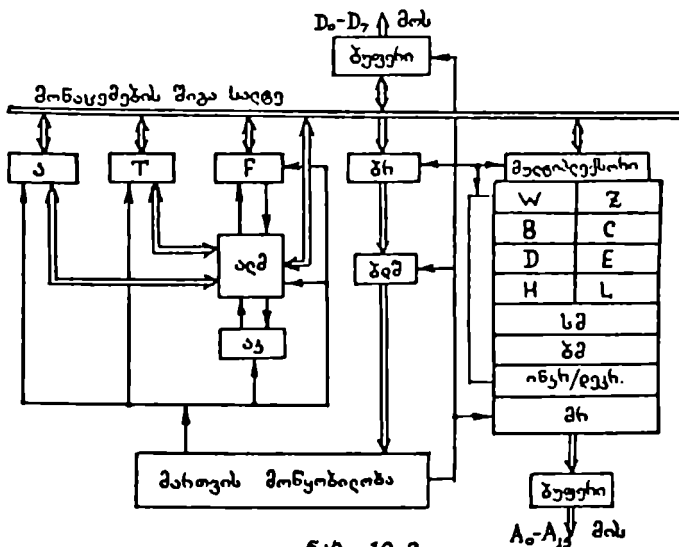
КР580ВВ79 - კლავიატურის პროგრამირებადი კონტროლერი;

КР580ВН28 - სისქემური კონტროლერი და სხვა.

ეს მიკროსქემები შესრულებულია И-МОП ტექნოლოგიით. შესავალი და გამოსავალი სიგნალები შეესაბამებოიან ТТЛ სქემების სიგნალებს. მაგისტრალბის შეილუდური რაოდენობის გამო მკ-ში ინფორმაციის დამუშავება მიმდევრობითი ხდება, რაც იწვევს მკს-ის სწრაფმდებლის შემცირებას. 2 მკვ სიხშირის ტაქტური გენერატორის გამოყენებით მრძანებაში შესრულების დრო იცვლება 2-დან 8 მკწმ-მდე.

მიკროპროცესორული დის-КР580ИК80А (შემოკლებით მკ К580) მიეკუთვნება ურყერისტალური მ-მანრიგა მკ-ებს. მას გააჩნია საბი მაგისტრალი, ანუ საღტე: ურმომიარბულებიანი 16 მანრიგა მის, მ-მანრიგა მის და მას მარბვის 12 სიგნალის გადსასყემად. მკ К580 შვიცავს დაახლოებით 5000 ტრანზისტორს.

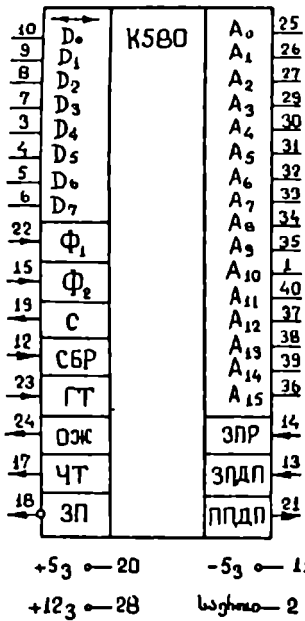
10.2 ნაბ-ზე წარმოგენილია К580მკ-ის სტრუქტურა, 10.3 ნაბ-ზე კი - პირობითი აღნიშვნა, მიხითებულია მიკროსქემის



ყოჩაღუსის გამომცვანთა დანიშნულემა. მიკროსტრემას გააჩნია 40 გამომცვანი.

ბმ-ის სტრუქტურაში შეიძლება გამოვყოთ შემდეგი ნაწილები: რეგისტრების ბლოკი, აღმ, ბუფერული სქემები და მმ.

რეგისტრების ბლოკში გაერთიანებულია შემდეგი რეგისტრები: რეგისტრი-აკუმულატორი; B, C, D, E სდრ-ები; ნიშნების F რეგისტრი და 16 მანრიგისანი სპეციალიზებული რეგისტრები: სტეკის მარვერებული (სმ) და ირიბი მისამართის HL გამოჩაგებული რეგისტრი. ამის გარდა ბლოკში შედის: ბმ; T, W, Z მ მანრიგა რეგისტრი; მ მანრიგა ბრ; 16 მანრიგა მისამართის რეგისტრი (მრ). სდრ-ები განკუფენილია ოპერანდების, შუალედური და საბოლოო შედეგების, აგრეფე მისამართებისა და ინდექსების დამახსოვრებისაფვის ირიბი და ინდექსური დამისამართების დრის.



ნახ. 10.3

ღებულები B და C, D და E, H და L რეგისტრების ერთ-ერთი გამოყენება.

აღმ-ს ერთი მხრიდან უერთდება აკუმულატორი, მეორე მხრიდან ბუფერული T რეგისტრის გავლით - საერთო რეგისტრთაგან ერთ-ერთი. აღმ უშუალოდ დაკავშირებული ნიშნების F რეგისტრთან, რომელსა თანრიგებში ფუნქსიონდება შედეგი რეგისტრების შესრულების ნიშნები: Z - ნულთან რეგულატორი აკუმულატორში; CY - გადატანა უფროსი თანრიგიდან; S - რეგულატორის ნიშანი; P - პარატივი; AC - დაბნელება გადატანა უფროსი ნახევარპარტივიდან. ნიშნების რეგისტრის გამოყენება აზარტისთვის პრაგმატული გადასვ-

რეგისტრების ბლოკი შეიცავს

აგრეთვე ინკრემენტაციისა და დეკრემენტაციის სქემებს. ისინი განკუთვნილია რეგისტრებში მათავსებელი ინფორმაციის ერთი გადღებვისა და შედგენისა და შედგენისა და შედგენის.

მპ-ში რეგისტრების შესრულების დროს ხშირად საჭირო ხდება რომელიმე რეგისტრის ან რეგისტრის შედეგის ხანმოკლე შენახვა. ამ მიზანს ემსახურება დროებითი შენახვის T, W და Z რეგისტრები.

16 თანრიგის რეგისტრების დამუშავებისა და რეგისტრის თანრიგების ფორმირების საფრთხის შესაძლებელია შედეგ-



ღების განხორციელებას.

აღმ-ის შემადგენლობაში შედის ათობითი კორექტორის (აჟ) კომბინაციური სქემა. მისი დანიშნულებაა ორბითი მპერაციის შესრულების შედეგების ათობითი არითმეტიკის მპერაციის შედეგობად ინტეგრირება.

აღმ ასრულებს მარტივ არითმეტიკულ და ლოკალურ მპერაციებს (შეკრება, გამოკლება, ძვრა, შეღარება, ლოკალური გამრავლება და სხვ.). უფრო რთული მპერაციები (გამრავლება, გაყვანა, ელემენტარული ფუნქციების გამოყვანა და სხვ.) სრულდება ქვეპროგრამების გამოყენებით.

ბუფერული სქემები განკუთვნილია მონაცემების შედარებით-სარული საღებებისა და გარე სისტემათა საღებების ლოკალური და ელექტრული განცალკევებისათვის. ბუფერულ სქემებზე გამოიყენება K589MP12, K589AP16, K589AP26 მიკროსქემები, აგრეთვე K580 სერისის მპ-ის შემადგენლობაში შემავალი ინტერფეისის ადაპტორები.

მპ-ის მარჯვის მოწყობილობა შედგება ორი დამოუკიდებელი ნაწილისაგან:

პირველადი ავტომატისაგან, რომელიც მარჯვს მპ-ის შედაპროცესებს;

მპ-ის მმარჯველი სიგნალების გამომწეშავებელი სქემებისაგან.

10.3 ნახ.-ზე გაკეთებულია შემდეგი აღნიშვნები:

$D_0-D_7$  - მონაცემების საღებები;

$A_0-A_{15}$  - მისამარმის საღებები;

$\Phi_1, \Phi_2$  - ტაქტური იმპულსების შესასვლელები;

C - სიქრონიზაცია;

CEP - ჩამოღება. ამ სიგნალით ხდება მპ-ის გაწვდება;

IT - მმადყვანა. ეს სიგნალი მარჯვის გარე მოწყობილობ-

ბიდან და აუწყებს მკ-ს ინფორმაციის გაცვლისათვის მის მზადყოფნას;

3П, 4Т - ჩანერა-ამოკითხვის გამოთვლი სიგნალებია, რომლებიც განკუთვნილია მუხსიერებაში ძონაცემების ჩასაწერად და მკ-ში შეტანა-გამოტანის რპერაციების სამარჯვად;

3ПР - მოხბოვნა წყვეტამე. ეს სიგნალი მიიღება ერთ-ერთი გარე მოწყობილობიდან, რომელიც იხბოვს ძირითადი პროგრამის მუხსიერების შეწყვეტას და სასწრაფო მომსახურებას;

3ПДП - საღებების მოხბოვნა. ეს სიგნალი მოდის გარე მოწყობილობიდან, რომელსაც სურს პირდაპირი გასვლა გარე საღებებზე (ე.ი. მკ-ის გარეშე). მე მკ შანახმას ამ მოხბოვნამე, მაშინ ის გასცემს დამადასტურებელ ПДП სიგნალს.

### § 3. KIBIO სერიის მიკროპროცესორული კომპლექტი

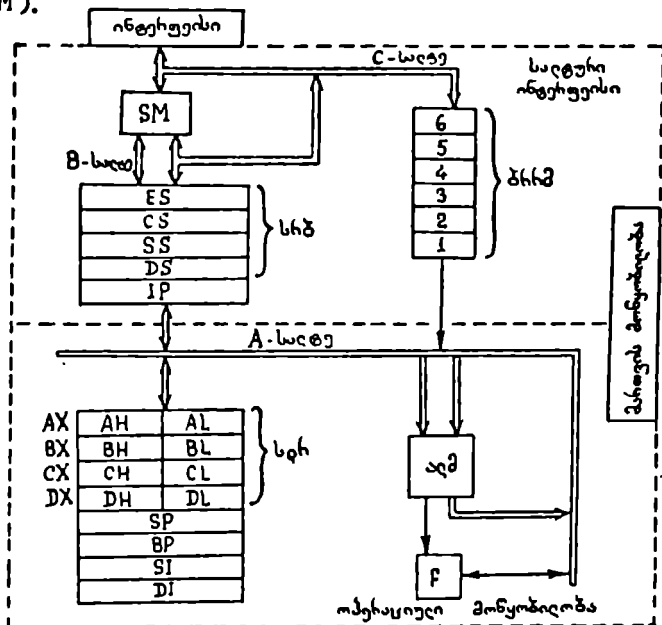
ამ კომპლექტის შემადგენლობაში შედის როგორც უნივერსალური KIBIOBM86 მკ, ასევე სპეციალიზებული პროცესორები (შეტანა-გამოტანისა და არითმეტიკული რპერაციების პროცესორები) და ინტერფეისის სქემები.

მკს-ის ძირითად მიკროსქემას წარმოადგენს KIBIOBM86 მკ (შემოკლებით, KIBIO მკ). არქიტექტურის, ლოგიკური ორგანიზაციისა და მარჯვის პრინციპების მიხედვით ეს 16-მანრიგა მკ წააგავს მინი-ეგმ-ს. მას ახასიათებს მაღალი სწრაფმეღება, ბრძანებათა მძღავრი სისტემა, მულტიპროგრამულ და მულტიპროცესორულ რეჟიმებში რპერაციული სისტემების მუშაობის საშუალებანი. მკ-ს გააჩნია კვების მბოლოდ ერთი ძაბვა (+5 ვ), 5 მკვ სიხშირის ცაღტაზა სიძქრინჩაგია და მზადღება 40-გამომყვანიანი მიკროსქემის სახით. მიკროსქემის კრისტალის გეომეტრიული ზომებია

5,5 x 5,5 მმ<sup>2</sup> იგი შეიცავს დაახლოებით 29000 ტრანზისტორს.

K580 მკ-ის ბრძანებათა სისტემა წარმოადგენს KIBIO მკ-ის ბრძანებათა სისტემის ქვესიბრავდეს, ამიტომ პირველი მკ-ისათვის შექმნილი პროგრამები ადვილად გადაკეთდება მეორესათვის, ე.ი. უზღუდველყოფილია ქვემოდან ზემოთ პროგრამული თავსებადობა.

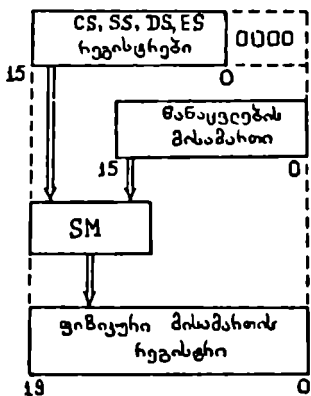
KIBIO მკ ადერიკული Intel 8086 მკ-ის საბჭოთა ანალოგია. ეს უკანასკნელი პირველად დაბზადდა 1978 წელს. 10.4 ნაბ.-ზე მოყვანილია ამ მკ-ების სტრუქტურა, რომელიც შედგება ირი ნაწილისაგან: საღტური ინტერფეისისა და რკერასყოლი მონყობილობისაგან. საღტური ინტერფეისის ბლოკი შეიცავს C-საღტეს, ბრძანებათა რიგის მონყობილობას (ბირმ), სეგმენტური რეგისტრების ბლოკს (სრბ), ბრძანებათა მარევენებელს (IP) და მისამართის ამჯამავს (SM).



ნაბ. 10.4

რეგისტრულ მოწყობილობაში შედის სერ-ები, ადმ, ნიშნების (აღმების) F რეგისტრი და მმ. ადმ-ში დამატებით შედის ორი შიდა რეგისტრი რეგისტრების შენახვისთვის.

სრბ-ისა და ამჟამის გამოყენებით ხორციელდება მუხსიერების სეგმენტაცია. მთელი სამისამართო სივრცე იყოფა სეგმენტებად, რომელთა საწყისი მისამართები 16-ის ჯერადია. მ3-ში გამოყენებულია 20-მართვა სადებები, ამიტომ საწყისი მისამართების რაოდენობა მართვების უმცირეს მართვაში ყოველთვის ნულებია ჩაწერილი. მუხსიერების ფიზიკური მისამართი განისაზღვრება 20-მართვა კოდით, რთაც შესაძლებელია 1 მბაიტი მუხსიერების დამისამართება. მუხსიერების სეგმენტაციის დროს ფიზიკური მისამართი აიკვება ორი 16-მართვიანი სივრცისაგან (ნახ. 10.5).



ნახ. 10.5

ყველა გადაგზავნილი მისამართი, რომელიც მოიცავს ბრძანების სამისამართო კოდით, წანაცვლების მისამართს წარმოადგენს (ეფექტური მისამართი). შესაბამისი სეგმენტური რეგისტრის ჩატვირთვით შესაძლებელია მიმდინარე სეგმენტის მიხედვით. მ3-ს გააჩნია 4 სეგმენტური რეგისტრი, რომლებმაც შესაძლებელია მუხსიერების 4 სეგმენტის პირდაპირი დამისამართება.

მიმდინარე პროგრამული სეგმენტი განისაზღვრება კოდური სეგმენტის CS რეგისტრის მნიშვნელობით. ბრძანების ამორჩევა ხდება IP და CS რეგისტრების მნიშვნელობებით. პირველი რეგისტრით ხორციელდება ეფექტური მისამართის, ხოლო მეორე -

სუბმენტიის მისაძარახის მიზნად.

მონაცემების მიმდინარე სუბმენტი განისაზღვრება მონაცემების სუბმენტის DS რეგისტრის მნიშვნელობით. SS რეგისტრის მნიშვნელობით მოცუმა სტეკის მიმდინარე სუბმენტის მისაძარახი. ES რეგისტრის მნიშვნელობით კი განისაზღვრება დამატებითი მიმდინარე სუბმენტი, რომელიც განკუთვნილია მონაცემების დამახსოვრების სათვისად.

მ3-ში პროგრამების შესრულების დასრულებისას მათი გამოყვანება ბრძ, რომელიც ხდება ბრძანებათა წინასწარი მიმზადება რეგისტრული მოწყობილობისას. ასეთიანიად შეიძლება წინასწარი მიმზადება 6 ბაიტის, რომელიც დეფინირებულია და შესრულების წინ მათი რიგს დაელოდებიან. რეგისტრული მოწყობილობას ალარ სჭირდება 6 სადების გამოყვანების ციკლის დამატებად, რათა შეიტანოს ახალი ბრძანება. გამოყვანებისა და მორიგი ბრძანების მიმზადების ასეთი პარალელიზმი მნიშვნელოვნად ზრდის მ3-ის წარმადობას.

სდრ-ების ბლოკი შეიცავს ოთხ წყვილ მ-მანრიგა და ოთხ 16 მანრიგა რეგისტრებს. მ-მანრიგა რეგისტრების წყვილი აღინიშნება ერთიანი პირველი ასოთი. მეორე ასოვად გამოყენებულია H ან L, რომელიც განსაზღვრავს უფროს (High) და უბერს (Low) ბაიტებს. ბაიტები შეიძლება დამისაძარახებულ იქნეს ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად, მაგრამ ერთობლივად ისინი შეადგენენ ერთ, 16 მანრიგის სიტყვას. ამ შემთხვევაში 16-მანრიგის რეგისტრი აღინიშნება როგორც AX (აუ, ის შექმნილია AH და AL წყვილისაგან) ან BX (აუ, ის შექმნილია BH და BL წყვილისაგან) და ა.შ. მათი დასახელება ასეთია: AL - აკუმულატორი, BX - ბაგური რეგისტრი, CX - მხედელი, DX - მონაცემების რეგისტრი. ეს რეგისტრები გამოიყენება მ3-ში არითმეტიკული და ლოგიკური რეგისტრების შეს-

რულების დროს. მ-შანრიკა რეგისტრების დამოუკიდებელი დამისა-  
მარჯება აადვილებს KIBIO მკ-ისაფვის შექმნილი პროგრამების  
რეალიზებას K580 მკ-ზე.

რეგრაციული მონუმბილობის დანარჩენი რეგისტრები განუყო-  
ვლია და მათი შემადგენელი ბაიტების დამოუკიდებელი დამისამარ-  
ჯება შეუძლებელია. ასეთი რეგისტრებია: მარვენებე-  
ლი და ინდექსური რეგისტრების წყვილები. პირველი წყვილის ალ-  
ნიშვნაში გამოყენება ასო P, მეორის ალნიშვნაში - I. სტე-  
მენტის შიგნით დამისამარჯებისათვის ეს რეგისტრები შეიცავენ  
წანაცვლების მისამარჯებს. სტეის SP და ბაზის BP მარვენებ-  
ლები შეიცავენ სტეის მიმდინარე სუბმენტის წანაცვლების მისა-  
მარჯებს. ასევე SI რეგრანდის და DI რეგულატის ინდექს-რე-  
გისტრები განსამღვრავენ მიმდინარე ინფორმაციული სუბმენტის  
(მონაცემების სუბმენტის) წანაცვლების მისამარჯს.

სერ-ების მსავსაფ შესაძლებელია მარვენებელი და ინდექ-  
სური რეგისტრების გამოყენება არიშმეტიკული და ლოგიკური რე-  
რაციების შესრულების დროს.

ნიშნების, ანუ ალმების F რეგისტრი შედგება ტრიკორები-  
საგან, რომლებშიც ფიქსირდება რეგრაციების შესრულების ნიშნები.  
ეს ნიშნები აუცილებელია გამოფელით პროცესის კონტროლისა და  
მარჯვისაფვის. რეგისტრის უმეროსი ბაიტი მელიანად ეშმბვება  
K580 მკ-ის ნიშნების რეგისტრის მნიშვნელობებს. მარამ KIBIO  
მკ-ის F რეგისტრს დამატებით კიდევ გააჩნია 4 ნიშანი (აღა-  
მი). გაფსუბის ნიშანი მუშოიშებს მკ-ის საშანრიკო ბადის გა-  
ფსუბებაზე არიშმეტიკული რეგრაციების შესრულების დროს; მიმარ-  
ჯულების ნიშანი განსამღვრავს მასივში ინფორმაციის მანმიმდე-  
რული ამოკიშვის მიმარჯულებას; ფუ ეს ნიშანი ნულის ტოლია,  
სრულდება ინკრემენტირება, წინააღმდეგ შემშბვებაში - დეკრემენ-

ტაცა. წყვეტის ნიშანი გამოიყენება მპ-ის მიერ. როცა ეს ნიშანი ეჩვენება, მაშინ მპ ნებას რადს მპს-ის რამდენიმე მოწყობილობას მოაბეზრებს პროგრამული წყვეტა. როცა წყვეტის ნიშანი უძრის ეჩვენება, მაშინ მპ წყვეტის მოხორციელებას სიგნალიზაციას არ ეუბნება. მიჯრი რეჟიმის ნიშანი (1) მპ გადასცემს მუშაობის ისეთ რეჟიმში, როცა პროგრამა ყოველი ბრძანების შესრულების შემდეგ ჩერდება. ეს რეჟიმი გამოიყენება პროგრამების გამარჯვების დროს.

KIBIO მპ-ის შექმნა მნიშვნელოვანი ნაბიჯი იყო ელექტრონიკულ მპ-ების განვითარების გზაზე. გარდა მპ-სა ამ სერიის მპ შეიცავს მუხსიერებაში პირდაპირი დაშვების, პროგრამული წყვეტის, ინტერფეისის, ტაიმერის დის-ებს. K580 სერიის მპს-თან მსგავსების გამო აქ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ამ სერიის მიკროსტრუქტურები.

ელექტრონიკულ მპ-ების განვითარების შემდეგი ეტაპია 16-ბინარული მიკრო-ეგმ-ის შექმნა, ზუსტად უკვე არსებობს მ-ბინარული მიკრო-ეგმ ერთ კონსტრუქციას (KMIB16BE48).

მიმდინარეობს ელექტრონიკულ 32 ბინარული მპ-ის დაბეჭდვა და დაწერვა.

თანამედროვე მპ-ების სწრაფობა უჭირდება EC სერიის მანქანების საშუალო დონეებს. ასეთი მპ-ების ბაზაზე იქმნება უარყოფით გავრცელებული პერსონალური ეგმ-ები (კომპიუტერები).

#### § 4. კომპინაციური სტრუქტურისა და ცენტრული ავტომატების პროგრამული რეალიზება მიკროპროცესორების გამოყენებით

მპ-ების გამოყენების ერთ-ერთი პერსპექტიული სფეროა დოკუმენტის კონტროლისა და მუხსიერების ავტომატების რეალიზაციის ტექნიკური ზომის პროგრამული ზომით შეცვლა. მპ-ის გამოყენება ბრძენს უდაბრული სტრუქტურის მიქმნობას, უნაადრე ახალ სტრუქტურაზე

(სტერომოტივიკაზე) გადამსვლა დაკავშირებულია არა აპარატურის, არამედ მკ-ის მიზსიგნალიზაციის პრინციპების ცვლილებასთან.

ამდგომარეობა სტერომოტივიკის მიკროპროცესორული რეალიზება უწყველად მუშაობის რეჟიმში შესაძლებელი და მიზანშეწონილი. აუ ეგმ-ის რეალიზირება უკანონო ან მოწყობილობა შედგება სულ რამდენიმე დროისთვის უწყველად მუშაობის რეჟიმში, მაშინ მისი აპარატურის რეალიზება უფრო მარტივი და იაფია. გასაძვირების მიზნებისთვის აგრეთვე სწრაფი რეაქციის საკითხი, მკ-ის გამოყენების შემთხვევაში რეალიზებული დროის უწყველად მუშაობის განხორციელება მიმდევრობით, დროის სტრუქტურის აპარატურის რეალიზებით კი - პარალელურად. ზოგად შემთხვევაში, აუ რეალიზირება უკანონო ან მოწყობილობა რეალიზებულია ერთნაირი უწყველად მუშაობის რეჟიმში ან სხვა აპარატურის საშუალებებით, მაშინ სწრაფი რეაქციის ამ უკანასკნელ შემთხვევაში რეალიზირება იაფია.

მიზსიგნალიზაციის რეალიზების, მკ-ების გამოყენებას ამ მიზნით აუ რეალიზირება დიდი მოცულობის აქვს. ზოგადი პრინციპის დანახვად უპირატესი წილებში მარჯვის პრინციპების ჩართული გამოყენებით აპარატურის ნახევარი მკ-ების ბაზაზე იქნება რეალიზებული.

განვიხილოთ დროის უწყველად მუშაობის სტრუქტურის პრინციპული რეალიზება K580 მკ-ის გამოყენებით. მკ-ის ბრძანებათა სისტემაში გასაძვირების მიზნებისთვის ისეთი ბრძანებები, რეალიზაციის ხდება ძირითადი დროის უწყველად მუშაობის შესრულება. ასეთი უწყველად მუშაობის მიუკუმარტება: ინვერსია, კონვერსია, დივიზია და ჯამის რეალიზირება. სისტემის დროის უწყველად მუშაობის, პირველადი, მონაცემების შენახვის და გადამამუშავების ბრძანებების გამოყენებით შესაძლებელია ნებისმიერი უწყველად მუშაობის სტრუქტურის პრინციპული რეალიზება.

უწყველად მუშაობის უწყველად მუშაობის სტრუქტურის რეალიზირება ალგორითმითაა  $y = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$  გადამამუშავების უწყველად მუშაობის პრინციპული რეალიზირება.



მული რეალიზების დროს  $y$  ჩანაწერის თითოეული ნვერის მნიშვნელობებს იღებენ შენობიერობით. ამ დროს მათ მონაცემებს ამუშავებს ბაიტებად, ხოლო ლოგიკურ ოპერაციებს ასრულებს ორ ოპერანდზე შენობების მიხედვით.

განვიხილოთ მაგალითი. ვაქვამ, საჭიროა კომბინაციური სქემის პროგრამული რეალიზება, რომლის გადართვის ფუნქციას აქვს ასეთი სახე

$$y = x_1 x_3 \bar{x}_5 \bar{x}_6 \bar{x}_7 \sqrt{x_2} x_3 x_4 \bar{x}_8 = y_1 \vee y_2.$$

$X = x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8$  არკუმენტირებული მათრიანი მნიშვნელობა გარე მონუმენტირებული პროგრამის საშუალებით, რომლის სიმბოლოური აღნიშვნაა PORTX (პორტი წარმოადგენს შეტანა-გამოტანის ბუფერულ რეგისტრს, რომელიც ასრულებს ინტერფეისის როლს მათსა და გარე მონუმენტირებას შორის).

$y_1$  და  $y_2$  ნვერების მნიშვნელობები განვსაზღვროთ შენიღბვის, ინვერტირებისა და რეგულაციის ანალიზის ოპერაციების საშუალებით.

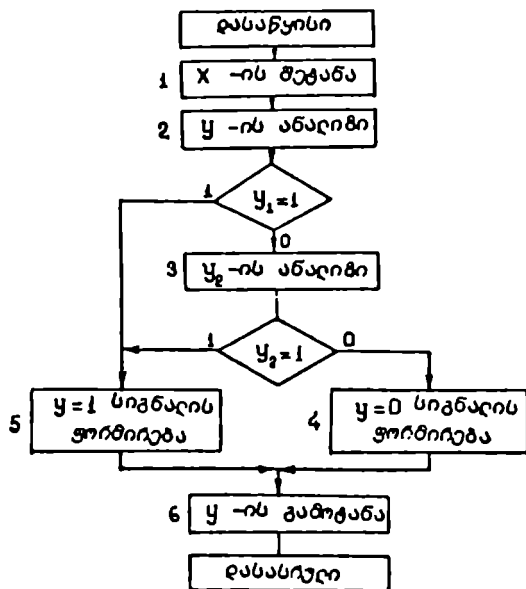
ჯერ განვიხილოთ იმ არკუმენტირების შენიღბვა (ე.ი. ნულთან მდგომარეობაში დაყენება), რომელიც არ შედიან მოცემულ  $y_1$  ნვერში. ეს ხორციელდება ლოგიკური გამრავლებით  $f_1$  და  $f_2$  ნიღბებზე, რომელთაც მივსაკუთვროთ GAMMA1 და GAMMA2 სიმბოლოური აღნიშვნები (ჩვენს მაგალითში  $f_1 = 10101110$  და  $f_2 = 01110001$ ).

ინვერტირება ხდება იმ  $x_i$  არკუმენტირებისაფის, რომელიც შედიან მოცემულ  $y_1$  ნვერში ინვერსიის ნიშნის გარეშე. ეს ოპერაცია სრულდება ადრე მიღებული არკუმენტირებისა და  $E_1, E_2$  მუდმივების ორის მოხდით შეკრებით. მუდმივები შეიგავენ ურთიანებს იმ პოზიციებზე, რომელიც შეესაბამებოდ ინვერტირებულ შენიღბვებს  $y_1$  და  $y_2$  -ში (ჩვენს მაგალითში  $E_1 = 00001100$  და II.

$\epsilon_2 = 01000001$ ).  $\epsilon_1, \epsilon_2$  ბუბივები შესაბამისად აღვნიშნოთ SIGMA1 და SIGMA2-ით.

აუ აღწერილი იქერაცეების რეზულტაცია 00...0, მაშინ მოცე-  
დილი  $y_1$  წვერი უდრის ერთს, ე.ი.  $y = 1$ ; წინააღმდეგ შემთხვე-  
ვაში გადავდივართ  $y$ -ში შემდეგი წვერის გამოცდაზე, ან ვლე-  
ბულობთ, რომ  $y = 0$ , აუ გამოცდილი წვერი უკანასკნელი იყუ.

აღჭოროების ბლოკ-სქემა წარვენებია 10.6 წახ.-ზე, შემდეგ კი  
მოცუანლია შესაბამისი პროგრამა.



წახ. 10.6

FLINC: IN PORTX ბლოკი 1. X არკუმენტების შუტანა A-ში.

MOV C, A X-ის ბუბივება C-ში.

ANI GAMMA1; ბლოკი 2.  $y_1$ -ში არკუმენტების შუტანა.

|     |        |  |
|-----|--------|--|
| XRI | SIGMA1 | $y_1$ -ში ინვერსიის ნიშნის გარეშე შემავალი არგუმენტების ინვერტირება. |
| JZ  | M1     | გადასვლა, თუ $y_1=1$ , ე.ი. $y=1$ .                                  |
| MOV | A, C   | ბლოკი 3. X-ის აღდგენა A-ში.  |
| ANI | GAMMA2 | $y_2$ -ში არარსებული არგუმენტების შენიღბვა.                          |
| XRI | SIGMA2 | $y_2$ -ში ინვერსიის ნიშნის გარეშე შემავალი არგუმენტების ინვერტირება. |
| JZ  | M1     | გადასვლა, თუ $y_2=1$ , ე.ი. $y=1$ .                                  |
| MVI | A, 0   | ბლოკი 4. $y=0$ -ის შესაბამისი ნულივანი სიგნალის ფორმირება.           |
| JMP | M2     | გადასვლა სიგნალის გამოსასვლელზე.                                     |
| M1: | MVI    | A <sub>1</sub> , 1   |
|     |        | ბლოკი 5. $y=1$ -ის შესაბამისი 00...01 სიგნალის ფორმირება.            |
| M2: | OUT    | PORTX  |
|     |        | ბლოკი 6. y ჯუნქციის მნიშვნელობის შესაბამისი სიგნალის გამოყვანა.      |

ამ პროგრამის შესრულების შედეგად გარე მიწყობილრებაზე მიიღება 00...00 სიგნალი, როცა  $y=0$ , ან 00...01 სიგნალი, როცა  $y=1$ .

ასეთი ოპერაციების გამოყენებით შესაძლებელია ნებისმიერი n-არგუმენტიანი გადართვის ჯუნქციის პროგრამული რეალიზება.

### შ ა ვ ი X I

ეგმ-ის ინტეგრირებული სტრატეგიის განვიხილავთ აგრეთვე

მალაღვივებელი ეგმ-ების შექმნის აუცილებელი პირობაა მათი სტრატეგიისა და დამზადების ტექნოლოგიის მალაღვივებელი. მიკრო-ეკონომიკის განვიხილავთ დიდ გავლენას ახდენს ეგმ-ების არ-ქონებულობა და პროგრამული უზრუნველყოფის აპარატული რეალიზების საშუალებები. ამიტომ მიკროეკონომიკისა და ეკონომიკური ბაზის განვიხილავთ ტენდენციის ანალიზი და მანამდევე დონის შეფასება დაგვიხილავთ მომავალი მართვის მანქანების სტრატეგიის ძირითადი პარამეტრების პროგნოზირებაში.

§ 1. მანამდევე ეგმ-ების ეკონომიკური ბაზის მდგომარეობა

მანამდევე ეგმ-ების ეკონომიკური ბაზის ინტეგრირებული მიკროეკონომიკის, რეალური სტრუქტურა და განვიხილავთ მიმდინარეობის სტრატეგიის ტენდენციის. მაგალითად, უკანასკნელი 30 წლის განმავლობაში მიკროეკონომიკის ინტეგრირების ბარისზე საშუალოდ გაიზარდა ახასჯერ, საიმედოობა - მილიონჯერ. ასევე მნიშვნელოვნად შემცირდა მიკროეკონომიკის დაყოვნება, კრისტილის ზომები და ფასი.

მიმდინარეობა საერთო დონე და პერსპექტივები ნაჩვენებია 11.1 ცხრილში.

მსოფლიოში ყოველწლიურად გამოდის რამდენიმე მილიარდი მიკროეკონომიკის. მიკროეკონომიკის გავლენით ხდება სამუშაო ძალების გადამანერგება ადამიანთა მოღვაწეობის სხვადასხვა სფეროში, იცვლება და იხვეწება საზოგადოების სოციალური სტრუქტურა. მხედ მსოფლიოში მიკროეკონომიკის ადამიანებულობა რეგულაციის უპირველესი

სამეცნიერო-ტექნიკური მიმდინარეობა, რომელმაც შეიძლება გადამწყვეტი გავლენა იქონიოს მთელ სამეცნიერო-ტექნიკურ პროგრესზე.

გ ბ რ ი ღ ი 11.1

| ღის-ების<br>პარამეტრები                           | მიღწეული<br>ღონე    | უაზღოვანი<br>პერსპექტივები |                 | შეორიული<br>ზღვარი  |
|---|---------------------|----------------------------|-----------------|---------------------|
|   |                     | МОН<br>ღის                 | ბიპოდ.<br>ღის   |                     |
| მიკროელემენტების<br>მინიმალური ზომა,<br>მკმ       | 2                   | 0,5                        | 0,5             | 0,1                 |
| ინტეგრაციის ხარის-<br>ხი, მიკროელ/სმ <sup>2</sup> | 2,5 10 <sup>5</sup> | 10 <sup>5</sup>            | 10 <sup>6</sup> | 2,5 10 <sup>7</sup> |
| დაყოვნების დრო,<br>ნწმ                            | 1                   | 0,3                        | 0,5             | 0,01                |
| კრისტალის ფარგო-<br>ბი, მმ <sup>2</sup>           | 80                  | 200                        | 200             | -                   |

მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში მიღებულია მიკროელექტრონიკის განვითარების პროგრამები. ამ პროგრამების რეალიზებით ინტეგრალური სქემების ტექნიკურ-ტექნოლოგიური მაჩვენებლები ყოველწლიურად უმჯობესდება. როგორც ცხრილიდან ჩანს, ღის-ების პარამეტრები უაზღოვდება შეორიულ ღონეს, განვითარების ტემპები კვლავ მაღალია - ინტეგრაციის ხარისხი ყოველ წრ წელიწადში დაახლოებით ორჯეუდება.

მიმდინარეობს როგორც МОН, ასევე ბიპოდარული მიკროსქემების სრულყოფა. პირველი მათნც ღომინირებს. მისი ინტეგრაციის ხარისხი უფრო სწრაფად იზრდება, სწრაფდება კი ბიპოდარული

მიკროსტრუქტურის სწრაფქმედებას უაბლოვდება. გაუმჯობესდა კომპლექტური (KMOPI) დის-ების პარამეტრები. მათ მიერვე სიმძლავრე და მაღალი დაბრუნებადაცვლილება გააჩნიათ.

ამჟამად წარმოება მანამდე დროზე მანქანებისათვის უშვებს სხვადასხვა ხარისხის ინტეგრაციის სტანდარტულ ინტეგრირებულ მიკროსტრუქტურებს, მკ-ებს, ნახევრად შეკვეთილ და შეკვეთილ დის-ებს. სტანდარტულში შედის მიკროსტრუქტურა ასობით ტიპი, რომელიც ეგმ-ში სხვადასხვა ფუნქციას ასრულებს. მათ მიეკუთვნება: რეგისტრები, ამჟამავეები, პროცესორები, არითმეტიკულ-ლოგიკური და დაბნელებული მონუმენტები და სხვ.

განსაკუთრებული პირობები შეიქმნება დმ-ების ინტეგრაციის ხარისხის ზრდაში. დღეისათვის დინამიკური დმ-ის ინტეგრაციის ხარისხი აღწევს 4 მილიონ/კრისტალზე. ЗСЛ და КМОП ტექნოლოგიამ შექმნილი სტატიკური დმ-ის ტევადობაა 64 კბიტ/კრისტალზე, სწრაფქმედება (ამორჩვევის დრო) - 13 ნსმ. არსებობს აგრეთვე 256 კბიტანი და 25 ნსმ-იანი სტატიკური დმ. უაბლოვს პერიოდში მისაღებდელია მეგაბიტური და 5 ნსმ-იანი МОП დმ-ის გამოშვება. ამ ამოცანაზე დღეს მუშაობს სხვადასხვა ქვეყნის 20-მდე ჯორთა.

მუდმივი და ნახევრად მუდმივი დმ-ების მღვრული ინტეგრირებული ტევადობა დღეს აღწევს 256 კბიტს. მაგრამ უკვე გამოდის 1 მილიონი მონუმენტები.

სხვა სახის ინტეგრაციის მასშტაბებიდან განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებენ დრეკადი მაგნიტური დისკები (1-10 მბაიტ) და დაბნელებული მონუმენტები კატიკური დისკებზე, რომელთა ინტეგრირებული ტევადობა 500 მბაიტს აღემატება.

მკ-იდან აღსანიშნავია მრავალმართიანი ერეკრისტალური და სექციური მკ-ები და მიკრო-ეგმ-ები. მაგალითად, 32-მართი-განი ერეკრისტალური მკ (ჯორთა IBM Micro - 370) შეიცავს

32-მანრიგთან აღმ-ს, 64-მანრიგთან ძვრის რეგისტრს, 32-მანრიგთან ამოქმედებას და საერთო დანიშნულებას რეგისტრებს. 10 10 00 ზომის კრისტალი შეიცავს 200000 n-MH1 ტრანზისტორს, რომელთა მონიბაღური ზომებია 2 მკმ, ციკლის დროა 200 ნწმ, ტაქტური სიბ-შირე - 10 მკც. მათ ასრულებს 102 ბრძანებას. ასრულებს აგრეთვე 64-მანრიგის მძღვერი პროცესორი, რომელიც შედგება 3 ზღვიდი ინტეგრაციური სქემისაგან (პროცესორი, სისტემური კონტროლერი და მრბაგი სიზუსტის მოძრავობითიანი რეგულირებისათვის განკუთვნი-ლი აღმ). მისი სწრაფქმედებაა 5 მღ. ბრძანება/წმ-ში.

მკვ-ების დიდი რაოდენობა მათც ვერ აკმაყოფილებს მრავალ-რიცხოვან და მრავალფეროვან მოთხოვნებს, განსაკუთრებით ახალი მძღვერი ეგმ-ების აგების დროს. იმისათვის, რომ ნაწილობრივ მათ-ნც გადაწყვიტონ წინააღმდეგობა მიკროსქემების ნომინალური მრბასა და წარმოების შესაძლებლობებს შორის, უშვებენ ე.წ. მკვ-ვეთილ დის-ებს, რომელთა რეალიზება ხდება ირი გზით. პირველის საშუალებით ხორციელდება სტანდარტული სქემების გამოყენება, რომლებიც ინახება უჯრედების ბიბლიოთეკაში. ამ სქემების გან-ლაგება და ელექტრული კავშირი წარმირდება მოთმარებლის მკვ-ვეთი, სპეციალური ფაქტობაზლების გამოყენებით. ასე მიიღება ეგმ-ის აგებისათვის საჭირო დის. ბიბლიოთეკები შეიცავს: ასობით სტანდარტულ უჯრედს - ინვერტორს, , ტრიგერს, რეგისტრს, პროცესორს, მარჯვისა და დაბნობებულ მონყობილობას და სხვ. მეორე შემთხვევაში იყენებენ ე.წ. ნახევრად მკვვეთილ სქემებს პროგრამირებად ლოგიკურ მატრიცებზე. საჭირო დის მიიღება მატრი-ცის შესაკრავების ამოწვიით. აქ გამოიყენება სპეციალური მათლ-ნები, დაღერი სწ პირდაპირი ელექტრონული დიფრაგრაფია.

მიკროსქემების ინტეგრაციის ბარისხსა და უნივერსალობას შორის წინააღმდეგობის გამო დღეს შეუძლებელია მკვვეთილი ან

წახვერსა; შეკვეთილი ღის-უბის გარეშე ეგვიპტის ელემენტთა მანამდე-  
როვე სისტემის შექმნა. ამიტომაც იზრდება მათი ბუნდობლივი წინა  
ეგვიპტის აკადემიკოსი. 1986 წელს აშშ-ში ყოველი მეექვსე მკვლავ-  
საქმის შეკვეთით იყო დაზარალებული. მოსალოდნელია, რომ 1990 წელს  
სამყის ასეთი მკვლავსაქმების წილი კიდევ უფრო გაიზრდება.

## § 2. ზედიზედ ინტეგრაციული საქმეების შექმნის პრაქტიკა

ინტეგრაციის ხარისხის შემდგომი ზრდა და ახალი ზედიზედ  
ინტეგრაციული საქმეების შექმნა მდინარეა და ამოკლებული მკვლავ-  
ეგვიპტისთვის, ფიზიკისა და წარმოების ტექნოლოგიის პროგრესზე.  
აქ გადასაჭრელია ზედიზედ ინტეგრაციული საქმეების (ზედი) სწრაფ-  
მედიის, საინფორმაციო, კომპიუტერული, სიმბოლური და წარმო-  
ების ტექნოლოგიის პრობლემა.

ეს ეგვიპტის რომელიმე საქმის შესრულებულია ერთი ზედი-ის,  
ან რამდენიმე მცირე და საშუალო ინტეგრაციის მკვლავსაქმების გა-  
მოყვანებით, მაშინ საქმის სწრაფმედიის პროგრესი შემდგომად  
რამდენადმე მეტია. მაგრამ ზედი-ების მალე სწრაფმედიის  
უზრუნველყოფა დაკავშირებულია კონსტრუქციული სიგნალების გავრცელებ-  
ის დაყოვნებასთან. სიგნალების გავრცელების სიჩქარე გაცილებით  
დაბალია სინათლის გავრცელების სიჩქარეზე და მდინარეა და მო-  
კლებული სიგნალების გამტარების სიჩქარეზე. მაშასადამე ზედი-ის  
გეომეტრიული ზომები მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს მის სწრაფ-  
მედიას. ვინაიდან სიგნალების გავრცელების სიჩქარე მკვლავსაქ-  
მებში ზღვარს უახლოვდება, ამიტომ სწრაფმედიის გამრეცხავის  
დაცობა უნდა გეომეტრიული ზომების შემცირება, ე.ი. ინტეგრაციის  
ხარისხის ზრდა.

ეგვიპტის ერთ-ერთი უნივერსიტეტის მანათიანობის საინფორ-





§ 3. ეგზი-ის ელემენტური ბაზის განვიხილავთ  
ძირითადი მიმართულებანი

რეგორე 11.1 ცხრილიდან ჩანს, ელემენტური ბაზის განვიხილავთ-  
რებისაშვილი ჯერ კიდევ არსებობს გარკვეული რეგორე, მაგრამ  
წინსვლის ტემპების ანალიზის მიხედვით მადე მიიღწევა მიკროსტრუ-  
ქტურის პარამეტრების შეორიული ზღვარიც. ზოგიერთი პარამეტრის  
მიხედვით კი მცა და  $H^2A$  სტრუქტურა უკვე ახლოსაა ზღვართან.

ამ მდგომარეობიდან გამოსვლა შეიძლება ახალი ფიზიკური  
მოვლენების ძიებით და ინტეგრირული მიკროსტრუქტურის მათი გამოყ-  
ენებით. ასეთი ფიზიკური მოვლენების გამოყენება მიმდინარეობს  
რამდენიმე მიმართულებით.

კრისტალურში სივანალების გადაცემისაშვილი პერსპექტიულია  
მოჭიკვანი რეგორე, მუხსიერების მოწყობილობებისაშვილი - მადნი-  
ტური ღომენები და რეგორე ბუნსაწყობები. შეისწავლება მუგამ-  
ტარული, აკუსტოელექტრონიული და რგანული ნაბეგარგამტარული  
ბუნსაწყობის გამოყენების საკითხები. დიდი მომავალი აქვს და-  
ბად ტემპერატურაზე (ახლოდტორ ნულთან ახლოს) მომუშავე მოწყ-  
ობილობებს, რამდენადაც მიეკუთვნება ჯოგესონის გადამრეველები.  
დღეისაშვილი ისინი ყველაზე სწრაფიშვილი მოწყობილობებია. მარტვი  
დღეისაშვილი რეგორეები მათში 40 პიკონამში სრულდება.

უკანასკნელ წლებში სწრაფი ტემპებით ვიხილავთ რეგორე-  
რეგორე. რეგორე-ელექტრონიული ბუნსაწყობისაშვილი და მუხსიერების  
მოწყობის მადალი სიხშირე და ინტეგრირების პარამეტრული დაშეშე-  
ბის შესაძლებლობა.

## ლიტერატურა

1. მ. ლილიძე. ციფრული გამოთვლელი მანქანები. არითმეტიკულ-ლოგიკური საფუძვლები და ელემენტთა სინტეზა. - თბილისი: სპი, 1985.
2. ქ. კამყაშიძე, ვ. გაბრიჩიძე, ქ. მდიშარია, გ. ზედგინიძე. სპეციალიზებული ელექტრონული გამოთვლელი მანქანები. - თბილისი: განათლება, 1986.
3. Схемотехника ЭВМ. Под ред. Г.Н.Соловьева. - М.: Высшая школа, 1985.
4. Зельдин Е.А. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной технике. - Л.: Энергоатомиздат, 1986.
5. Угрюмов Е.П. Проектирование элементов и узлов ЭВМ. - М.: Высшая школа, 1987.
6. Агаханян Т.М. Интегральные микросхемы. - М.: Энергоатомиздат, 1983.
7. Интегральные микросхемы: Справочник. Под ред. Б.В.Тарабрина. - М.: Радио и связь, 1984.
8. Петросян О.А., Козырь И.Я., Коледов Л.А. Схемотехника БИС постоянных запоминающих устройств. - М.: Радио и связь, 1986.
9. Применение интегральных микросхем в электронной вычислительной технике. Под ред. Б.И.Файзулаева. - М.: Радио и связь, 1986.
10. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. В 2-х томах. М.: Мир, 1983.
11. Корнейчук В.И., Тарасенко В.П., Мишинский Д.И. Вычислительные устройства на микросхемах. - К.: Техника, 1986.
12. Мальцева Л.А., Фромберг Э.М., Ямпольский В.С. Основы

- цифровой техники. - М.: Радио и связь, 1987.
13. Янсен Я. Курс цифровой электроники. В 4-х томах. - М.: Мир, 1987.
14. Ефимов И.Е., Козырь И.Я., Горбунов Ю.И. Микроэлектроника. Проектирование, виды микросхем, функциональная микроэлектроника. - М.: Высшая школа, 1987.
15. Каган Б.М. Электронные вычислительные машины и системы. М.: Энергоатомиздат, 1985.
16. Основы промышленной электроники. Под ред. В.Г.Гарасимова. - М.: Высшая школа, 1986.
17. Применение интегральных схем. Под ред. А.Уильямса. - М.: Мир, 1987.
18. Ильин В.Н., Фролкин В.Т., Бутко А.И. Автоматизация схемотехнического проектирования. - М.: Радио и связь, 1987
19. Микропроцессоры. В 3-х книгах. Под ред. Л.Н. Преснухина. - М.: Высшая школа, 1986.
20. Каган Б.М., Сташин В.В. Основы проектирования микропроцессорных устройств автоматики. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
21. Дорфман В.Ф., Иванов Л.В. ЭВМ и её элементы. Развитие и оптимизация. - М.: Радио и связь, 1988.
22. Валиев К.А. Микроэлектроника: достижения и пути развития. - М.: Наука, 1986.
23. Деркач В.П. Состояние и важнейшие тенденции в развитии элементно-технологической базы ЭВМ. - Управляющие системы и машины, 1987, №6.
24. Сергеев Н.П., Вашкевич Н.П. Основы вычислительной техники. - М.: Высшая школа, 1988.

შინაარსი

|   |           |
|---|-----------|
| შესავალი  | 3         |
| <b>შპს 1. გეოლოგიური ეგზამენის საერთაშორისო ლაბორატორიის საფუძვლები</b>                                     | <b>6</b>  |
| § 1. ეგზამენის სტრუქტურის შედარებითი საფუძვლები   | 6         |
| § 2. ორბიტიანი ინტერპრეტაციის წარმოდგენა ეგზამენის ფიზიკური სიგნალების საფუძვლებზე                          | 11        |
| § 3. ლაბორატორიული ფორმული ტექნიკური რეალიზაცია   | 13        |
| <b>შპს II. ინტერპრეტაციის მეთოდოლოგიური საფუძვლები .</b>  | <b>16</b> |
| § 1. ინტერპრეტაციის მეთოდოლოგიური საფუძვლები  | 16        |
| § 2. ინტერპრეტაციის მეთოდოლოგიის ძირითადი პარამეტრები და მათი გამოყენების                                   | 20        |
| § 3. ინტერპრეტაციის მეთოდოლოგიური საფუძვლების სინტეზი .   | 26        |
| <b>შპს III. ინტერპრეტაციის საერთაშორისო ბაზარი</b>  | <b>30</b> |
| <b>უნივერსიტეტი</b>   | <b>30</b> |
| § 1. ტრანსპორტი-ტრანსპორტიული ლაბორატორიის უნივერსიტეტი .   | 31        |
| § 2. ტრანსპორტი-ტრანსპორტიული ლაბორატორიის უნივერსიტეტის ძირითადი პარამეტრები და მათი გამოყენების შედეგების | 35        |
| § 3. უნივერსიტეტი და დამატებითი უნივერსიტეტი .  | 37        |
| § 4. ინტერპრეტაციის ლაბორატორიის უნივერსიტეტი   | 40        |
| § 5. ინტერპრეტაციის მეთოდოლოგიური უნივერსიტეტი  | 42        |
| <b>შპს IV. ეგზამენის შედეგების ანალიზი და</b>   | <b>46</b> |
| <b>მეთოდოლოგიური საფუძვლები</b>   | <b>46</b> |
| § 1. კომპიუტერული სტრუქტურები და გეოლოგიური ანალიზები   | 46        |
| § 2. კომპიუტერული სტრუქტურებისა და გეოლოგიური ანალიზების  |           |

|  |    |
|--|----|
| ფუნქციონირების აღწერის საშუალებები .   | 48 |
| § 3. კომბინატორული სქემების პრაქტიკის მავნებლობა                               | 51 |
| § 4. ლოგიკის ადგილის გამოყენება კომბინატორული სქემების პრაქტიკის დროს          | 54 |
| § 5. ციფრული ავტომატების პრაქტიკის მავნებლობა                                  | 57 |
| § 6. ეგზ-ის ფუნქციონირების ავანშებისა და მონუმენტების კონსტრუირების საფუძვლები | 58 |
| <b>შპნი V. ტრანსპორტი და სინტეზიზმონი</b>                                      |    |
| სინტეზიზმონი   | 60 |
| § 1. ტრანსპორტის კლასიფიკაცია .  | 60 |
| § 2. ელემენტარული ტრანსპორტი   | 62 |
| § 3. კონსტრუირული ტრანსპორტი   | 67 |
| § 4. სინტეზიზმონის სინტეზიზმონი  | 70 |
| <b>შპნი VI. კონსტრუირული და მონუმენტები</b>                                    |    |
| § 1. კონსტრუირული რეგისტრები .   | 76 |
| § 2. მონუმენტული რეგისტრები .  | 78 |
| § 3. კონსტრუირული მონუმენტები  | 80 |
| § 4. მონუმენტული მონუმენტები   | 81 |
| <b>შპნი VII. კომბინატორული ტრანსპორტი</b>                                      |    |
| კონსტრუირული   | 84 |
| § 1. მონუმენტული რეგისტრები და მონუმენტული რეგისტრები                          | 85 |
| § 2. მონუმენტული რეგისტრები და მონუმენტული რეგისტრები                          | 90 |
| § 3. კონსტრუირული კონსტრუირული   | 92 |
| § 4. მონუმენტების კონსტრუირული   | 97 |

|   |            |
|---|------------|
| <b>შავი VIII. არითმეტიკული მოწყობილობები .</b>  | <b>99</b>  |
| § 1. კომბინაციური ამჯამავები .  | 99         |
| § 2. ამჯამავების გამოყენება სხვადასხვა არითმეტიკული ოპერაციის შესასრულებლად                           | 107        |
| § 3. არითმეტიკულ-ლოგიკური მოწყობილობები   | 110        |
| <b>შავი IX. დათხრობადი მოწყობილობები .</b>  | <b>114</b> |
| § 1. დათხრობადი მოწყობილობების ძირითადი მახასიათებლები და ელასიფიკაცია                                | 115        |
| § 2. ოპერატიული დათხრობადი მოწყობილობები ინტეგრალურ მიკროსქემებზე                                     | 118        |
| § 3. მუდმივად დათხრობადი მოწყობილობები .  | 124        |
| § 4. ეგზ-ის ფუნქციური კვანძებისა და მოწყობილობების აგება მუდმივად დათხრობადი მოწყობილობებზე .         | 129        |
| § 5. პროგრამირებადი ლოგიკური მატრიცები .  | 135        |
| <b>შავი X. მკროპროცესორული სისტემები დიდ ინტეგრალურ სამბეჭდო</b>                                      | <b>142</b> |
| § 1. მიკროპროცესორები და მიკროპროცესორული სისტემები .   | 143        |
| § 2. K580 სერიის მიკროპროცესორული კომპლექტი   | 149        |
| § 3. K1810 სერიის მიკროპროცესორული კომპლექტი  | 154        |
| § 4. კომბინაციური სქემებისა და ციფრული ავტომატების პროგრამული რეალიზება მიკროპროცესორების გამოყენებით | 159        |
| <b>შავი XI. ეგზ-ის ინტეგრალური სამოქმედოების მანქანების აპრესენტაციები .</b>                          | <b>164</b> |
| § 1. მანამუდროვე ეგზ-ების ელემენტური ნაწილის მდგომარეობა  | 164        |

- § 2. ზედინი ინტეგრალური სქემების შექმნის  
პრობლემები . 168
- § 3. ეგმ-ის უღებუნებური ბაზის განვიშარების  
ძირითადი მიმარჯულებანი . 170
- ლიტერატურა 171

Доборджгинидзе Теймураз Георгиевич

ИНТЕГРАЛЬНАЯ СХЕМОТЕХНИКА

ЭЛЕКТРОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

/на грузинском языке/

Издательство Тбилисского университета

Тбилиси 1988

გამომცემლობის რედაქტორი დ. მანჯგალაძე

ჟორჯტორი ე. ბურცია

ბეღმწერილია დასაბეჭდად 27.06.88

საბეჭდი ქალაქი 60X84 პირობითი ნაბეჭდი

შაბანი 11. საალრიცხო საგამომცემლო შაბანი

7,68. ტირაჟი 800 შეკვეთის № 3208

ფასი 30 კპ.

შიღისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა,

შიღისი, 380028, ი. ჭავჭავაძის პირობაქტი, 14

Издательство Тбилисского университета,

Тбилиси, 380028, пр. И. Чавчавадзе, 14

საქ. სსრ ბ/ა სტაბა,

შიღისი, 380060, კუტუზოვის 19

Типография АН ГССР,

Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19