

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ლევან იმნაიშვილი

ციფრული სისტემების სინთეზის პრინციპების დამუშავება
მრავალფუნქციურობის ბაზაზე

ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად
წარმოდგენილი

დისერტაცია

სპეციალობა: 05.13.05 – მართვის სისტემებისა და გამოთვლითი ტექნიკის
ელემენტები და მოწყობილობანი

სამეცნიერო კონსულტანტი:

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის

წევრ-კორესპოდენტი, პროფესორი

არჩილ ფრანგიშვილი

თბილისი

2006

სარჩევი

შესავალი.

თავი 1. ციფრული სისტემების ეფექტურობის ამაღლების პრინციპები მრავალფუნქციურობის საფუძველზე.

1.1. ციფრული სისტემების ეფექტურობის გაზრდის პრინციპები.

1.2. ციფრული სისტემის აგების ორი პრინციპი: იერარქიულობა და მრავალფუნქციურობა.

1.3. ციფრული სისტემის იერარქიულ დონეებზე ტიპური შემადგენლობის ფუნქციური შესაძლებლობის შეფასების მეთოდი.

ამოცანის დასმა.

თავი 2. ციფრული სისტემის სინთეზის მეთოდების დამუშავება მრავალფუნქციურობის საფუძველზე.

2.1. მრავალფუნქციური მიმდევრული მოდულების სინთეზი.

2.2. მრავალფუნქციურობის პრინციპის რეალიზაცია ოპტოელექტრონულ გამომთვლელ სტრუქტურებში.

2.3. მრავალფუნქციური მოდულების ეფექტურობის ამაღლების მეთოდების დამუშავება.

2.4. მრავალფუნქციური მოდულების ფუნქციაზე აწყობის მეთოდები.

მე-2 თავის დასკვნები.

თავი 3. ციფრული სისტემის იერარქიულ დონეებში ტიპური ოპერაციების რეალიზაციის მეთოდების დამუშავება.

3.1. მრავალფუნქციურ მოდულებში ოპერაციების რეალიზაციის კომპოზიციური მეთოდი.

3.2. მრავალფუნქციურ მოდულებში ტიპური ოპერაციების რეალიზაციის მეთოდების დამუშავება.

3.3. მრავალფუნქციურ მოდულებში ანალოგური სიგნალების დამუშავების მეთოდები.

3.4. ოპტოელექტრონულ მრავალფუნქციურ მოდულებზე ათობითი რიცხვების კონვერული დამუშავების მეთოდი.

მე-3 თავის დასკვნები.

თავი 4. ციფრული სისტემის ეფექტურობის ამაღლების არქიტექტურული მეთოდების დამუშავება.

4.1. გამომთვლელი საშუალებების მრავალფუნქციური ტერმინალური მოწყობილობების დამუშავება.

4.2. მრავალფუნქციურ მოდულებზე ოპერაციული მოწყობილობების დამუშავება. 4.3.

მრავალფუნქციურ მოდულებზე აგებული გამომთვლელი სტრუქტურის ფუნქციური შესაძლებლობების ანალიზი.

მე-4 თავის დასკვნები.

თავი 5. ციფრული სისტემები მრავალფუნქციურ ოპერაციულ მოწყობილობებზე.

5.1. ელექტროენერჯის გასაღებისა და მომხმარებლებთან ანგარიშსწორების ავტომატიზებული სისტემა.

5.2. ჰიდროაგრეგატის ტექნოლოგიური პროცესის მონიტორინგისა და მართვის სისტემა.

5.3. წყალმომარაგების ტექნოლოგიური პროცესის მონიტორინგისა და მართვის სისტემა.

5.4. სატრანსპორტო საშუალებაში მომსახურების საფასურის აღრიცხვისა და ანგარიშსწორების სისტემა.

5.5. საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევის ექსპერტიზისათვის სატრანსპორტო საშუალების პარამეტრების განსაზღვრის სისტემა.

მე-5 თავის დასკვნები.

დასკვნები.

გამოყენებული ლიტერატურა.

შესავალი

ტერმინი "ციფრული სისტემა" (ცს) სამეცნიერო-ტექნიკურ ლიტერატურაში ხშირად გამოიყენება, მაგრამ უმეტეს შემთხვევაში არ მოიცემა მისი ცხადი

განმარტება. ხშირად იხმარება "ციფრული სისტემის" სინონიმები: "კომპიუტერული სისტემა", "ციფრული ელექტრონიკა" და სხვა.

წინამდებარე ნაშრომში ტერმინი "ციფრული სისტემა" გულისხმობს ციფრული ფორმით (კოდებით) წარმოდგენილ ინფორმაციის დამუშავების სისტემასა და მოწყობილობებს.

ინფორმაციის ციფრული ფორმით წარმოდგენა ფართოდ გამოიყენება ინფორმაციის დამუშავების სისტემებში, მართვის ავტომატიკის და ავტომატიზებულ სისტემებში, ციფრულ საკომუნიკაციო სისტემებში, საყოფაცხოვრებო ტექნიკაში და ა.შ. ამდენად, ციფრული ფორმით წარმოდგენილი ინფორმაციის გამოყენების არეალი დღეისათვის მეტად ფართოა და ცსების განვითარების თავბრუდამხვევი ტემპების გამო, გამოყენების სფეროების მარტო ჩამოთვლაც კი რთული საქმეა.

ცსების გავრცელების ფართო არეალის და მათი განვითარების მაღალი ტემპების გამო, ცხადია მეტად აქტუალურია მათი შექმნის და გამოყენების ეფექტურობის კვლევა. ცსის ტექნიკური ეფექტურობა თავის მხრივ მნიშვნელოვნად განაპირობებს მის ეკონომიკურ ეფექტურობას, რაც მეტად მნიშვნელოვანია საბაზრო ეკონომიკის პირობებში.

დღეისათვის ცსების მწარმოებელი კომპანიებისათვის ცსის ეფექტურობა პირველ რიგში მოიაზრება მისი დამზადების ტექნოლოგიის ეფექტურობაში (რაც მნიშვნელოვნად განაპირობებს მის ეკონომიკურ ეფექტურობას) და შედარებით ნაკლები ყურადღება ექცევა ცსის არქიტექტურული ეფექტურობის ამაღლების საკითხებს. ცხადია, ასეთი დისონანსი ცსების მომავალი განვითარებისადმი მიდგომაში უახლოეს წლებში მნიშვნელოვნად შეაფერხებს ცსების განვითარების ტემპებს. ასეთი ტენდენცია უკვე სახეზეა პერსონალური კომპიუტერების შემთხვევაში, სადაც მურის კანონი ელემენტურ ბაზასთან მიმართებაში ძალაში დარჩა, რომლის თანახმადაც ინტეგრალური სქემის ინტეგრაციის მაჩვენებელი 18-24 თვეში იზრდება დაახლოებით ორჯერ [1], მაგრამ მათი წარმადობა ელემენტური ბაზის განვითარების პროპორციულად ვერ იზრდება. დღეისათვის მურის კანონში ცსის ელემენტური ბაზასთან მიმართებაში გარკვეული "ჩავარდნები" შეიმჩნევა, მაგრამ მისი პროგნოზი ამ მხრივ ძირითადად მართლდება. კორპორაცია Intel-ის გეგმებით 2005 წელს დაიწყო

ჩიპების წარმოება 65 ნანომეტრული ტექნოლოგიით, 2007 წელს დაგეგმილია 45 ნანომეტრულ პროცესზე გადასვლა, 2009 წელს - 32 ნანომეტრული ტექნოლოგიის დანერგვა, ხოლო 2011 წელს დადგება 22 ნანომეტრული ტექნოლოგიის ჯერი [2]. მაგრამ, როგორც გამოკვლევები აჩვენებს ცსების წარმადობის ზრდა იგივე ტემპებით არ ხდება [3]. ეს პირველ რიგში განპირობებულია ცსების არქიტექტურისადმი ნაკლები ყურადღებით: ნაკლებია ახალი ეფექტური იდეები, მოითხოვს სისტემურ მიდგომას და აქედან გამომდინარე მაღალ კვალიფიკაციას, ფუნქციურ ელექტრონიკაში ბოლო პერიოდში მიღწეულმა წარმატებებმა დროებით, მაგრამ მაინც აამაღლა ცსის წარმადობა და ბოლოს, ძნელი გახდა ინფორმაციის დამუშავების დამკვიდრებული შეხედულებებისა და პრინციპების გადახედვა (მაგალითად, ორობითი სისტემის გამოყენების მიმართ, ასინქრონიზმის მიმართ, რომელიც სინქრონულ სქემებში უარყოფითი მოვლენაა, ასევე ელემენტის დაყოვნების მიმართ, რომელიც ასევე წარმადობის დამამუხრუჭებელ ფაქტორად ითვლება და სხვა).

ამდენად სახეზეა დღეისათვის ცსების არქიტექტურული განვითარების ტემპების ჩამორჩენა ელემენტური ბაზის განვითარებასთან მიმართებაში.

ცსებში არსებული პროგრესირებადი პრობლემების დაძლევის ერთ-ერთ მისაღებ გზას მათი აგების იდეოლოგიის მრავალფუნქციურობის პრინციპზე დაფუძვნება წარმოადგენს. ცსების მრავალფუნქციურობის პრინციპზე აგების იდეა ახალი არ არის და იგი არსებობს გასული საუკუნის 70-იანი წლებიდან [4], მაგრამ მის განვითარებას ხელს უშლიდა რიგი ობიექტური და სუბიექტური ფაქტორებისა. ცსების ელემენტური ბაზის განხორციელება მრავალფუნქციურობის პრინციპზე მიკროელექტრონიკის და ნახევარგამტარული ტექნოლოგიების განვითარების დღევანდელი დონისათვის უკვე პრობლემატური არ არის. მაგრამ დღეისათვის არ არსებობს ცსის მრავალფუნქციურობის პრინციპზე სინთეზისადმი სისტემური მიდგომა და შესაბამისად სინთეზის მეთოდები. მრავალფუნქციურობის პრინციპის დანერგვა ცსის არა მხოლოდ ელემენტურ ბაზაში, არამედ მისი სტრუქტურული იერარქიის ყველა დონეზე სისტემატიზაციაში მოაქცევს ცსის როგორც ერთიანი სისტემის მრავალფუნქციურობის პრინციპზე სინთეზისა და ეფექტურობის საკითხებს.

ამრიგად მრავალფუნქციურობა და იერარქიულობა შეიძლება განხილული იქნას ცსის როგორც ეფექტურობის ამაღლების საშუალება. ცსის ეფექტურობის ამაღლების გზების სახით შეიძლება განხილული იქნას: ცსის წარმადობის გაზრდა; ცსის აპარატურული საშუალებების სირთულის შემცირება; ცსის აპარატურული საშუალებების ღირებულების შემცირება მისი და ელემენტური ბაზის სერიულობის გაზრდის ხარჯზე.

აქედან გამომდინარე, უადრესად აქტუალურია ცსის არქიტექტურული გადაწყვეტების შემუშავებისა და მისი იერარქიული სტრუქტურების სინთეზის მეთოდების დამუშავება არსებული მეთოდების არასრულყოფილების გამო.

ზემოთ მოტანილი თემატიკის აქტუალობიდან გამომდინარე, წარმოდგენილი სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი მიზანია წარმადობაზე და სტრუქტურულ რეგულარობაზე ორიენტირებული და სისტემური მიდგომით ცსების იერარქიული სტრუქტურების მრავალფუნქციურობის პრინციპზე დაყრდნობით ეფექტური არქიტექტურული გადაწყვეტების გამომუშავების მეთოდების შემუშავება.

დასახული ამოცანების გადაწყვეტისათვის სადისერტაციო ნაშრომის ხუთ თავში შესრულებულია შემდეგი გამოკვლევები:

პირველ თავში წარმოდგენილია საკითხის მდგომარეობის ანალიზი, ფორმულირებულია მოთხოვნები და ამოცანები.

მეორე თავში წარმოდგენილია: მრავალფუნქციური მიმდევრული მოდულების აგების პრინციპები სტატიკურ-დინამიკურ მეხსიერების ელემენტებზე და შესაბამისი მათემატიკური მოდელები; მრავალფუნქციური მიმდევრული მოდულების სინთეზის საკითხები ფუნქცია-დომინანტის ცნების გათვალისწინებით; მიდგომა მრავალფუნქციურობის პრინციპის რეალიზაციისა ოპტოელექტრონულ გამომთვლელ სტრუქტურებში და მრავალფუნქციური მოდულების ეფექტურობის ამაღლების მეთოდი; მრავალფუნქციური მოდულების ფუნქციაზე აწყობის მეთოდები და მათემატიკური მოდელები.

მესამე თავში დამუშავებულია: მრავალფუნქციურ მოდულებში ტიპური ოპერაციების რეალიზაციის კომპოზიციური მეთოდი; მრავალფუნქციურ მოდულებში ანალოგური სიგნალების გადამუშავების და მრავალფუნქციურ

ოპტოელექტრონულ მოდულებზე ათობითი რიცხვების კონვერული დამუშავების მეთოდები.

მეოთხე თავში წარმოდგენილია ცსის ეფექტურობის ამაღლების არქიტექტურული მეთოდები. კერძოდ, დამუშავებულია გამომთვლელი საშუალებების მრავალფუნქციური ტერმინალური მოწყობილობების და მრავალფუნქციურ მიმდევრულ მოდულებზე მიკროპროგრამული გამომთვლელი მოწყობილობის აგების მეთოდები; შემოთავაზებულია მრავალფუნქციურ მოდულებზე აგებული გამომთვლელი სტრუქტურების ფუნქციური შესაძლებლობების ანალიზის მეთოდები.

მეხუთე თავში განხილულია ცსის ოპერაციულ მოწყობილობებში მრავალფუნქციურობის მიღწევის მეთოდები და ასეთ მოწყობილობებზე სივრცეში განაწილებული ცსის აგების მეთოდოლოგია.

სადისერტაციო ნაშრომის **სამეცნიერო სიახლე** მდგომარეობს ცსის ეფექტურობის – წარმადობის, ფუნქციური შესაძლებლობების, ინტელექტუალობის და სტრუქტურის რეგულარობის ამაღლებისათვის ცსის სტრუქტურულ იერარქულ დონეებში მრავალფუნქციურობის გამოყენებაზე დაფუძნებით და სისტემური მიდგომით სინთეზის პრინციპების შემუშავებაში, რაც მიღწეულია არქიტექტურული გადაწყვეტების და იერარქიის სხვადასხვა დონეზე სტრუქტურულ ურთიერთკავშირში მყოფი ერთეულების მოდელების, სინთეზისა და ანალიზის მეთოდების, ოპერაციების მათი საშუალებით რეალიზაციის მეთოდების დამუშავებით.

ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება მდგომარეობს ცსის სტრუქტურის სხვადასხვა იერარქიულ დონეზე მდგომი ერთეულებისათვის სინთეზის და ანალიზის საინჟინრო მეთოდოლოგიის დამუშავებაში მრავალფუნქციურობის ბაზაზე, რომლებიც საშუალებას იძლევიან აიგოს ეფექტური ცსები დაწყებული ელემენტური ბაზიდან დამთავრებული სივრცეში განაწილებულ დიდ სისტემამდე. სადისერტაციო ნაშრომში წარმოდგენილი კვლევის შედეგებზე დაყრდნობით სინთეზირებულია მოდულები, მოწყობილობები და სისტემები, რომელთა ეფექტურობა და

პერსპექტიულობა დაადასტურა რეალიზებული ეგზემპლარების საექსპლოატაციო და ექსერიმენტულმა კვლევამ.

სადისერტაციო თემის ირგვლივ ნაშრომის ძირითადი შედეგები სხვადასხვა წლებში მოხსენებული იყო საერთაშორისო და რესპუბლიკურ სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციებზე და სემინარებზე.

დისერტაციის ძირითადი შედეგები ასახულია 64 ბეჭდურ შრომაში, მათ შორის 30 სტატიაში, 2 მონოგრაფიაში და 32 საავტორო მოწმობებსა და პატენტებში.

სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავლის, ხუთი თავისა და ლიტერატურის ნუსხისაგან. ნაშრომის საერთო მოცულობაა 282 გვერდი, ლიტერატურის ნუსხა მოიცავს 131 დასახელების ბიბლიოგრაფიულ წყაროს.

თავი 1. ციფრული სისტემების ეფექტურობის ამაღლების პრინციპები მრავალფუნქციურობის საფუძველზე

1.1. ციფრული სისტემების ეფექტურობის გაზრდის პრინციპები

უახლოეს მომავალში მოსალოდნელია მე-5 თაობის ცსების გამოჩენა. როგორი იქნებიან ისინი? ეს კითხვა აღელვებს არა მარტო მომხმარებლებს, არამედ პირველ რიგში ამ ტექნიკის შემქნელ სპეციალისტებს. ამ უკანასკნელთათვის ეს კითხვა სასიცოცხლო მნიშვნელობისაა, რამდენადაც მათ უნდა განსაზღვრონ ცსების გასაღების ბაზრის მოთხოვნები და ამასთან ერთად გაითვალისწინონ ამ დარგში სამეცნიერო - ტექნიკური პროგრესის მიმართულებანი. აქედან გამომდინარე, მნიშვნელოვანია ცსების თაობების განსაზღვრა როგორც მომხმარებლებისათვის, ასევე დამპროექტებლებისათვის, რადგან ისინი (თაობები) უშუალოდ არიან დაკავშირებული ამ სფეროში არსებულ რეალურ სიტუციასთან.

ცსების სფეროში მოღვაწე წამყვან სპეციალისტებს შორის არსებობს სულ მცირე სამი სხვადასხვა აზრი, რომელიც ეხება ცსების თაობებად დაყოფის საკითხს.

პირველ რიგში უნდა აღინიშნოს სპეციალისტების აზრი ცსების თაობებად დაყოფის შესახებ ელემენტური ბაზის ფიზიკური ხასიათის მიხედვით [5,6,7]

(აღვნიშნოთ ეს პარამეტრი P_1 -ით). ყოველ შემთხვევაში ეს პარამეტრი იყო გამოყენებაში ცსების პირველი - სამი თაობის განსაზღვრისათვის და ამასთან განსაკუთრებული კრიტიკის გარეშე. ცსების თაობებად დაყოფის მეორე მიმართულება ეყრდნობა ელემენტური ბაზის ინტეგრაციის დონეს (P_2). ეს პარამეტრი განსაკუთრებით გამოიყენება ცსების მესამე და მეოთხე თაობებისათვის [6,7,8].

ცსების ინტელექტუალიზაციაში ბოლო პერიოდის შესამჩნევი წარმატებები საშუალებას იძლევა ვიმსჯელოთ მეხუთე თაობის ცსების, როგორც ინტელექტუალური საშუალებების შესახებ. ამ აზრს ეთანხმება შემდეგი თაობის ცსების შემქნელების უმეტესობა [9,10,11,12] (აღვნიშნოთ ეს პარამეტრი P_3 -ით). ეს პირველ რიგში განპირობებულია იმით, რომ განვითარების თანამედროვე ეტაპზე ცსები განიხილება როგორც ნაწილი უფრო ფართო ერგატიული სისტემისა - "ადამიანი-ეგმ" [5].

ისმის კითხვა: ცსების ამორჩევისა და პროექტირების დროს P_1-P_3 - დან რომელ პარამეტრს უნდა მიენიჭოს უპირატესობა? ამ კითხვაზე ერთმნიშვნელოვანი პასუხი ამ დარგის წამყვან სპეციალისტებს არ აქვთ. უფრო მეტიც, მათ შორის გარკვეული წინააღმდეგობაცაა. მაგალითად, ნაშრომში [7] ნათქვამია, რომ ცსების დაყოფა P_1 მაჩვენებლის მიხედვით "არის ეგმის განვითარების კანონზომიერებაში ჩაუწვდომლობის შედეგი".

ცსების ცენტრალური პარამეტრი არის მათი წარმადობა, რომელიც ძირითადად დამოკიდებულია ორ ფაქტორზე: ელემენტური ბაზის სწრაფქმედებაზე და ცსის არქიტექტურაზე. ამ ფაქტორების მოქმედება ცსების თაობების განვითარებაზე სხვადასხვანაირად აისახება. ადრეულ ცსებში თავდაპირველად ხდებოდა ახალი ტიპის ელემენტური ბაზის დამუშავება, რომელიც წინამორბედთან შედარებით ფლობდა მნიშვნელოვნად უკეთეს გადამრთველ, მასო-გაბარიტულ, საიმედობის და ეკონომიკურ მახასიათებლებს.

ცნობილია, რომ ელემენტური ბაზის გადამრთველ სქემებს სწრაფქმედების ფართო დიაპაზონში აქვთ მოხმარებული სიმძლავრის მუდმივი წარმოებული (ნამრავლი) სიგნალის გავრცელების დაყოვნებაზე, ე.ი. გადართვის მუდმივი მუშაობა [13]. აქედან გამომდინარე, კრისტალზე ელემენტების მაქსიმალური ინტეგრაციით

რეალიზაციისას, ელემენტების გეომეტრიული ზომების შემცირებას არ მივყევართ მათი სწრაფქმედების გაზრდამდე, რადგან ამასთან ყოველი ელემენტისათვის მოითხოვება მათ მიერ მოხმარებული სიმძლავრის შესაბამისად შემცირება.

ამასთან დაკავშირებით, თანამედროვე ცსებში შეიმჩნევა არქიტექტურული გადაწყვეტებების განვითარების წინსწრება ელემენტური ბაზის განვითარებასთან შედარებით. ეს შეიძლება აიხსნას იმით, რომ ცსების წარმადობის ზრდის ტემპების თანდათანობითი შემცირება მხოლოდ ელემენტური ბაზის მახასიათებლების გაუმჯობესების გამო და ცსების მიმართ მომხმარებელების სულ უფრო მზარდი მოთხოვნები, ცსების დამმუშავებლებს აიძულებს მოძებნონ სწრაფქმედების ამაღლების ახალი გზები, რომელთა შორის უფრო ეფექტურია ცსების არქიტექტურის სრულყოფა. ეს საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად ამაღლდეს ცსის წარმადობა, გამოავლინოს და გამოიყენოს რა არსებული, გამოცდილი და ფართოდ გამოყენებადი ელემენტური ბაზის ახალი რეზერვები.

ზემოთ ნათქვამიდან განსხვავებით, ცსის არქიტექტურის განვითარებისათვის მრავალ შემთხვევაში საფუძველს ქმნის ელემენტური ბაზის განვითარება. ცსის ყოველ თაობაში ის შესაძლებელს ხდის რეალიზებული იქნას ახალი არქიტექტურული მახასიათებლები და თვისებები, რომელთა რეალიზაცია წინა თაობაში ტექნიკურად შეუძლებელი იყო, ანდა ხელმისაწვდომი იყვნენ მხოლოდ უნიკალური და ძვირადღირებული ცსებისათვის. ცსების არქიტექტურაზე და ტექნიკურ მახასიათებლებზე ელემენტურმა ბაზამ მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინა ბოლო წლებში, როცა გამოჩნდნენ ნახევარგამტარული მეხსიერების მიკროსქემები და მაღალი ინტეგრაციის ლოგიკური სქემები ბაზური მატრიცული კრისტალების საფუძველზე.

ჯერ კიდევ 1980 წელს ჩატარებულმა ანალიზმა აჩვენა, რომ მიკროელექტრონული ტექნოლოგიის განვითარება და მატრიცული დიდი ინტეგრალური სქემების (დის) კომპონირების ტექნოლოგია მიგვიყვანდა სისტემური დაყოვნებების შემცირებამდე და ცსის წარმადობის ამაღლებამდე ერთი ხარისხით და უფრო მეტადაც.

ცსების განვითარებაზე მნიშვნელოვანი გავლენა შეიძლება იქონიოს აგრეთვე არატრადიციული ფუნქციონალური ელექტრონიკის მიკროელექტრონულმა ტექნოლოგიამ [14] და განსაკუთრებით ოპტოელექტრონიკამ (ოე) [15, 16, 17].

ბოლო წლებში ფუნქციონალური ელექტრონიკა პოულობს სულ უფრო ფართო გამოყენებას ცსებში. ამ მიმართულების პერსპექტიულობა ძირითადად განპირობებულია იმ ძირითადი პრინციპიალური უპირატესობებით, რომელსაც ფლობს ოელი ხელსაწყოები ანალოგიური დანიშნულების ელექტრონულთან შედარებით.

ფუნქციონალური ოე საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად გაფართოვდეს ცსების ფუნქციური შესაძლებლობები, რომელთაც ხელეწიფებათ პარალელური ოპერირება დიდი მოცულობის ინფორმაციასთან (მაგალითად, ვიზუალურად დიდი განზომილების რიცხობრივ ან სიმბოლურ მონაცემთა სიმრავლეებთან, რომლებიც წარმოდგენილი არიან სურათების, გრაფიკების და ა.შ. სახით) [18].

ჩატარებული გამოკვლევები საშუალებას იძლევიან დავასკვნათ, რომ ცსების შემდგომი განვითარება მდგომარეობს ელემენტური ბაზის და არქიტექტურული გადაწყვეტების ჰარმონიზაციაში.

ამრიგად, ცსების "განვითარებაში ჩაუწვდომლობა იქნებოდა" განგვეხილა ცსების თაობები P_1-P_3 პარამეტრების მიხედვით ცალ-ცალკე. შემოთავაზებულია ამ პრობლემის გადაწყვეტისადმი მიდგომა სამივე P_1-P_3 მაჩვენებლის კომპლექსური განხილვით. ამ მიზნით შემოტანილია ინტეგრირებული W პარამეტრი, რომელიც აერთიანებს P_1-P_3 მაჩვენებლებს:

$$W = \{P^{\alpha}_1, P^{\beta}_2, P^{\gamma}_3\},$$

სადაც და α , β და γ კოეფიციენტებია პროცენტებში ანდა წონის მაჩვენებელია. კოეფიციენტი α განისაზღვრება პროცენტულ თანაფარდობებში, რამდენადაც ელექტრონული ელემენტური ბაზის შეცვლა ფუნქციონალურ ელექტრონიკაზე (მაგალითად, ოეით) დამყარებული ელემენტური ბაზით მოხდება თანდათანობით. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ ოე ელემენტური ბაზის შედგენა ცსის ძირითად კვანძებში, რომლის ტენდენცია უკვე შეიმჩნევა, მოხდება ოე გადამრთველი სქემების დამზადების ტექნოლოგიის განვითარების მიხედვით. მიკროელექტრონული

ტექნოლოგიების სფეროში უახლესი ინფორმაციის ანალიზის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ელექტრონული ინტეგრალური სქემების (ის) ინტეგრაციის ხარისხის გაზრდის შესაძლებლობები ამოწურული არაა. ამასთან ცდილობენ, რომ ისების სწრაფქმედება შეინარჩუნონ თუნდაც წინა დონეზე. ამიტომ β კოეფიციენტისათვის განსაზღვრული უნდა იქნას ინტეგრაციის დონის ქვედა საზღვარი. კოეფიციენტი γ განისაზღვრება პროცენტულ თანაფარდობებში, რომელიც ითვალისწინებს გამოყენებული ინტელექტუალური პროგრამული და აპარატურული საშუალებების მოცულობას ცსის საერთო მოცულობაში.

ამრიგად ცსის შემდეგი თაობისათვის საწყის წერტილად უნდა განისაზღვროს ინტეგრირებული W პარამეტრის დაბალი დონის მნიშვნელობა, რომლის კომპონენტები ცსების განვითარებასთან ერთად უნდა გაიზარდონ.

ნახ.1.1-ზე ნაჩვენებია შემდეგი თაობის ცსების განვითარების შესაძლო ტენდეციები. მრუდები აგებულია ინფორმაციის მიხედვით, რომელიც ეყრდნობა 2000

წლამდელ მონაცემებს. მოცემულ მომენტში P_2 -თვის უდაბლეს დონედ მიჩნეულია 10^3 ელემენტი (კომპონენტი) კრისტალზე [19, 20, 21]. გარდა ამისა თანამედროვე ცსებში ცალკეულ შემთხვევებში გამოიყენება ოე ელემენტები და კვანძები [22, 23]. მრუდებზე ცსების თაობებს შორის წლების მიხედვით საზღვარი არაა განსაზღვრული. დღევანდელი და მომავალი თაობის ცსების განვითარების ტენდეციების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ისინი ერთდროულად დიდი ხნის განმავლობაში იარსებებენ. ეს უკანასკნელი დასკვნა ეყრდნობა იმას, რომ ელექტრონული ელემენტური ბაზის და არქიტექტურული გადაწყვეტების განვითარება მიდის უფრო სწრაფად, ვიდრე მაგალითად ოე გადამრთველი სქემების ტექნოლოგიის განვითარება.

ცსების სხვადასხვა თაობები წარმოშობენ გამოთვლითი ტექნიკის ახალ კლასებს როგორც წარმადობის, ასევე დანიშნულების მიხედვით. ნახ. 1.2-ზე ნაჩვენებია ცსების განვითარების ტენდეციები [24], რომლებიც განსხვავდებიან ერთი პარამეტრით მაინც – წარმადობით, გამოთვლითი ტექნიკის განვითარების

ეტაპისაგან დამოკიდებულებით. ამასთან ცსების განვითარება შეიმჩნევა ორი მიმართულებით:

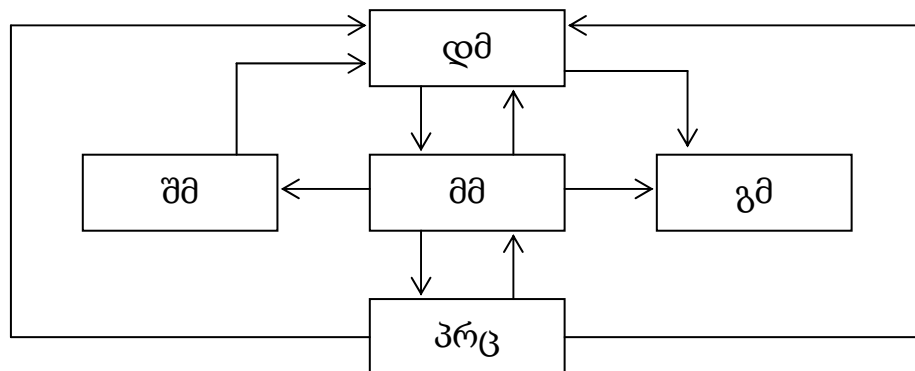
- მაღალი წარმადობის ცსების, ზემანქანების, მრავალმანქანური სისტემების და გამოთვლითი ქსელების შექმნა, როცა არქიტექტურული საშუალებებით ხდება არსებული ელემენტური ბაზით განსაზღვრული წარმადობის ზღვრის გადალახვა;
- მომხმარებელთან მაქსიმალურად "მიახლოებული" ცსების შექმნა.

პირველი მიმართულება უდავოდ დაკავშირებულია არქიტექტურული გადაწყვეტების განვითარებასთან არსებული ელემენტური ბაზის შესაძლებლობების ჩარჩოებში. რამდენადაც გადამრთველი ელემენტებისათვის მოითხოვება გადართვის მუდმივი მუშაობის შენარჩუნება, ამიტომ ასეთი ცსებისათვის ელემენტური ბაზის განვითარება ხდება ინტეგრაციის გაზრდის მიმართულებით.

მეორე მიმართულება დაკავშირებულია ცსების ინტელექტუალიზაციასთან. ამ მიმართულების განვითარება დაკავშირებულია ახალი ტექნიკური და პროგრამული საშუალებების შექმნასთან, რომლებიც ხელს უწყობენ ცსის გამოყენებითი თვისებების ამაღლებას. მეორე მიმართულების ცსების რეალიზაცია ხდება არსებულ ელემენტურ ბაზაზე მაღალი და საშუალო ინტეგრაციით.

ცსების კლასების ანალიზი აჩვენებს, რომ მათგან უმეტესობა აგებულია ფონ ნეიმანის სტრუქტურით. ამ სტრუქტურას განსაკუთრებით ემხრობიან მცირე - და მიკრო - ეგმების, რომლებიც გავრცელებულნი არიან პერსონალური კომპიუტერის (პკ) სახით, დამმუშავებლები. უმეტეს წყაროებში ფონ ნეიმანის სტრუქტურა წარმოდგენილია ხუთი ძირითადი ბლოკით [6]: პროცესორი (ან არითმეტიკულ-ლოგიკური ბლოკი), მეხსიერება, შეტანის, გამოტანის და მართვის ბლოკები (ნახ.1.3).

ნახ.1.3-ზე გამოყენებულია შემდეგი აღნიშვნები: მმ-მართვის მოწყობილობა, პრც-პროცესორი, დმ-დამახსოვრების მოწყობილობა, შმ-შეტანის მოწყობილობა, გმ-გამოტანის მოწყობილობა.

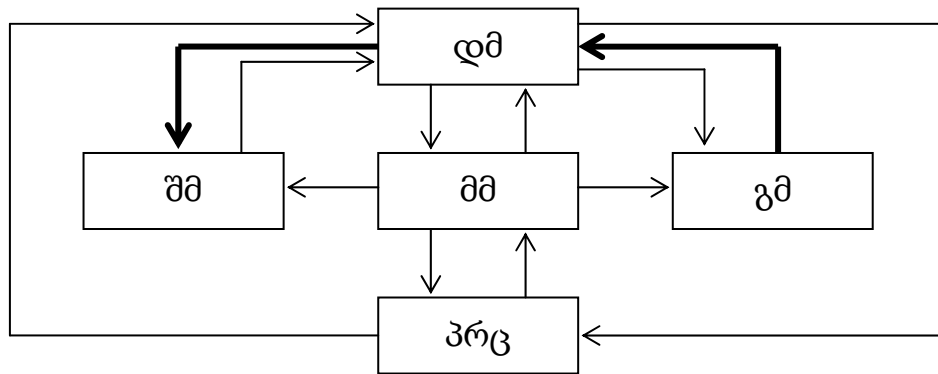


ნახ. 1.3

ინფორმაციის გადამუშავების თვალსაზრისით ეგმის ხუთი ბლოკიდან ოთხს - პრცს, დმს, შმს და გმს აქვთ ფუნქციური დატვირთვა, ე.ი. ისინი უშუალოდ მონაწილეობენ ინფორმაციის გარდაქმნაში. მაგრამ მათ აქვთ არათანაბარი საკუთარი ინფორმაციული შესაძლებლობები. მაგალითად, უნივერსალური ეგმის პრც საშუალებას იძლევა მისი მეშვეობით გადაჭრილი იქნას ნებისმიერი სამეცნიერო-ტექნიკური და გამოყენებითი ამოცანა, რომელიც ექვემდებარება ალგორითმიზაციას. ამავე დროს შმის, გმის და დმის ფუნქციური შესაძლებლობები შეზღუდულია საკმაოდ ვიწრო ჩარჩოებში. მაგალითად, ეგმზე სხვადასხვა ამოცანების გადაწყვეტისას აუცილებელი ხდება შეტანა -გამოტანის რიგი მოწყობილობების არსებობა, როგორცაა სხვადასხვა დანიშნულების კლავიატურები, სკანერები, მონიტორები, გრაფიკული დისკლები, გრაფამგებები და ა.შ. ასეთი მოწყობილობების მხოლოდ ჩამონათვალი საკმაოდ დიდი სიაა. ტერმინალური მოწყობილობების დიდი ნომენკლატურა საშუალებას იძლევა შევსებული იქნას თითოელი მათგანის ფუნქციური შეზღუდულობა, რაც ყოველთვის არაა შესაძლებელი. დმის ისეთი პარამეტრის, როგორცაა მეხსიერების მოცულობა, გაზრდა მკვეთრად ამცირებს პრცის შესაძლებლობებს და ამასთან იმდენად მნიშვნელოვნად, რომ მეხსიერების მოცულობის პარამეტრი წარმოიდგინება ცსის ერთ-ერთ ძირითად მახასიათებლად.

ნაშრომში შემოთავაზებულია ცსის წარმადობის და ინტელექტუალობის გაზრდა შეტანა - გამოტანის მოწყობილობების ფუნქციური შესაძლებლობების გაზრდით [25]. შმის და გმის ფუნქციური შესაძლებლობის გაზრდა გულისხმობს მათი ფუნქციონალური თვისებების გადაწყობას. კლავიატურის მაგალითზე ეს შეიძლება ნიშნავდეს ერთი შრიფტიდან მეორეზე ან სპეციალურ (არასტარდარტულ) სიმბოლოებზე გადაწყობას და ა.შ.

შმის და გმის ფუნქციითა გადაწყობა ხორციელდება ბრძანებათა და მონაცემთა ნაკადით, რომელიც მოეწოდება დმდან და პირიქით. აქედან გამომდინარე ფონ ნეიმანის სტრუქტურა შეიძლება ტრანსფორმირებული იქნას შემდეგნაირად (ნახ.1.4). ნახ.1.4-ზე დამატებით შემოტანილი კავშირები ნაჩვენებია კონტურული ხაზებით.



ნახ. 1.4

შემოთავაზებული სტრუქტურა საშუალებას იძლევა გაიზარდოს ცსის წარმადობა და გამოყენების მოქნილობა მისი მომხმარებელთან "მიახლოების" გზით. აქ გასათვალისწინებელია ის ფაქტი, რომ *მნიშვნელოვანია ცსის არა სწრაფქმედება თავისთავად, არამედ მომხმარებლის მიერ დასმულ ამოცანაზე პასუხის მიღების სისწრაფე*. ამ შემთხვევაში ცსზე ამოცანის გადაწყვეტის პრობლემა განხილულია უფრო გლობალურად, ერგატიული სისტემის "ადამიანი-ეგმის" თვალსაზრისით.

ცსის ასეთი თვისება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია დღეისათვის, როცა ასე ფართოდაა გავრცელებული პკზე მუშაობის დიალოგური რეჟიმი. მოსალოდნელია, რომ მუშაობის ასეთი რეჟიმი იქნება და გაღრმავდება მომავალშიც ცსის ინტელექტუალიზაციის დონის ამაღლებასთან ერთად.

შემოთავაზებული სტრუქტურის რეალიზაციის ერთ - ერთი გზა შეიძლება იყოს მისი რეალიზაცია მრავალფუნქციურობისა და რეგულარობის პრინციპებზე, რამდენადაც ცსების ევოლუციის ანალიზი აჩვენებს, რომ *"სისტემების განვითარებასთან ერთად, მათ მიერ რეალიზებული ფუნქციების გაფართოებისა და გართულებასთან ერთად, უფრო ეფექტური და "სიცოცხლისუნარიანი" არიან სისტემები, რომლებშიც სისტემის ორგანიზაციის სხვადასხვა დონეზე მყოფი კომპონენტების ფუნქციური შესაძლებლობების გაფართოება წინ უსწრებს მათი სირთულის ზრდას"*[26].

ამრიგად მრავალფუნქციურობის პრინციპი გულისხმობს ელემენტების ფუნქციური შესაძლებლობის გაზრდას, რომლებიც დგანან სისტემის იერარქიის სხვადასხვა დონეზე. ცსებში მრავალფუნქციურობის პრინციპი გამოიყენება

სხვადასხვა იერარქიულ დონეზე - დაწყებული ტრივიალური გადამრთველი სქემიდან და დამთავრებული მრავალმანქანური კომპლექსებით.

თუ ამ კუთხით განვიხილავთ ცსის კვანძებს (მოდულებს) და ბლოკებს, როგორცაა რეგისტრები, მთვლელები, დამგროვებელი ტიპის ამჯამაგები, კომბინაციური სქემები, ვენტილების ბლოკები და ა.შ., შეიძლება გავაკეთოდ დასკვნა, რომ მათგან უმეტესობა მრავალფუნქციურია, რადგან საშუალებას იძლევიან ერთ მოდულში სტრუქტურის ცვლილების გარეშე რეალიზაცია გაუკეთონ ინფორმაციის გარდაქმნის გარკვეულ ერთობლიობას [27].

მოდულების ჩამოთვლილი ტიპები არის ცსის მეორე კონსტრუქციული დონე (პირველ კონსტრუქციულ დონედ მიღებულია ჩაითვალოს ელემენტალური გადამრთველი სქემები). უფრო მაღალ კონსტრუქციულ დონედ ითვლება პრც, რომელიც, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ფლობს ფართო ფუნქციურ შესაძლებლობებს. ამრიგად, თანამედროვე ცსებში მრავალფუნქციურობის პრინციპის გამოყენების ჩანასახი უკვე შეიმჩნევა.

როგორც ქვემოთ იქნება ნაჩვენები, მრავალფუნქციური მოდულების (მფმ) გამოყენება ამცირებს ელემენტური ბაზის ტიპიურ შემადგენლობას და ზრდის მის უნიფიკაციას და ამით ამაღლებს სტრუქტურის რეგულარობას.

ცსის სტრუქტურის რეგულარობა განისაზღვრება მისი ელემენტების და კავშირების განმეორადობით ერთ ან რამოდენიმე კოორდინატაში [28]. აქ იგულისხმება, რომ რეგულარული სტრუქტურის ელემენტები არიან მრავალფუნქციურნი.

ამრიგად, ცსის სტრუქტურის სხვადასხვა იერარქიაში მრავალფუნქციურობის პრინციპის განხორციელებას აქვს მკვეთრად გამოხატული კომპლექსური და სისტემური ხასიათი: აქ იკვეთება ელემენტური ბაზის ტექნოლოგიის, სქემოტექნიკის და კონსტრუქციის ასპექტები, გაითვალისწინება სისტემის არქიტექტურა და ფუნქციონირების პრინციპები, აგრეთვე მისი გამოყენების იდეოლოგია. ამ პრობლემისადმი მხოლოდ სისტემურ მიდგომას შეუძლია მოგვცეს ხელშესახები პრაქტიკული შედეგები.

აქედან გამომდინარე, ჩატარებული კვლევების ძირითადი ამოცანაა ცსების, მათი მოწყობილობების და ელემენტური ბაზის სინთეზის მეთოდების შექმნა მრავალფუნქციურობის, მოდულურობის და ფუნქციური სისრულის პრინციპებზე, რომლებიც უზრუნველყოფენ ცსის ფართო ფუნქციონალურ შესაძლებლობებს, სტრუქტურის რეგულარობას და აპარატურული დანახარჯების მაქსიმალურად შემცირებას შემადგენელი მოდულების მრავალფუნქციური გამოყენების ხარჯზე.

1.2. ციფრული სისტემის აგების ორი პრინციპი: იერარქიულობა და მრავალფუნქციურობა

ცს წარმოადგენს ზოგადად სისტემის კონკრეტულ შემთხვევას. რამდენადაც დღეისათვის არ არსებობს სისტემის საერთოდ მიღებული განმარტება, ამიტომ გაძნელებულია ციფრული სისტემის განმარტებაც. მიუხედავად ამისა, შესაძლებელია ცსის, როგორც სისტემის კონკრეტული შემთხვევის, ზოგიერთი თავისებურების ფორმირება.

ცნება "ციფრული სისტემა" სამეცნიერო-ტექნიკურ ლიტერატურაში ხშირად გამოიყენება. ხშირად გამოიყენება მისი ალტერნატიული ცნებებიც, როგორებიცაა "კომპიუტერული სისტემა", "ციფრული ელექტრონიკა" და სხვა. წინამდებარე ნაშრომში არის ცდა ცსის ცხადი განმარტებისა და განიხილება მიდგომები სისტემის "ციფრულობის" რაოდენობრივი შეფასებიდან გამომდინარე.

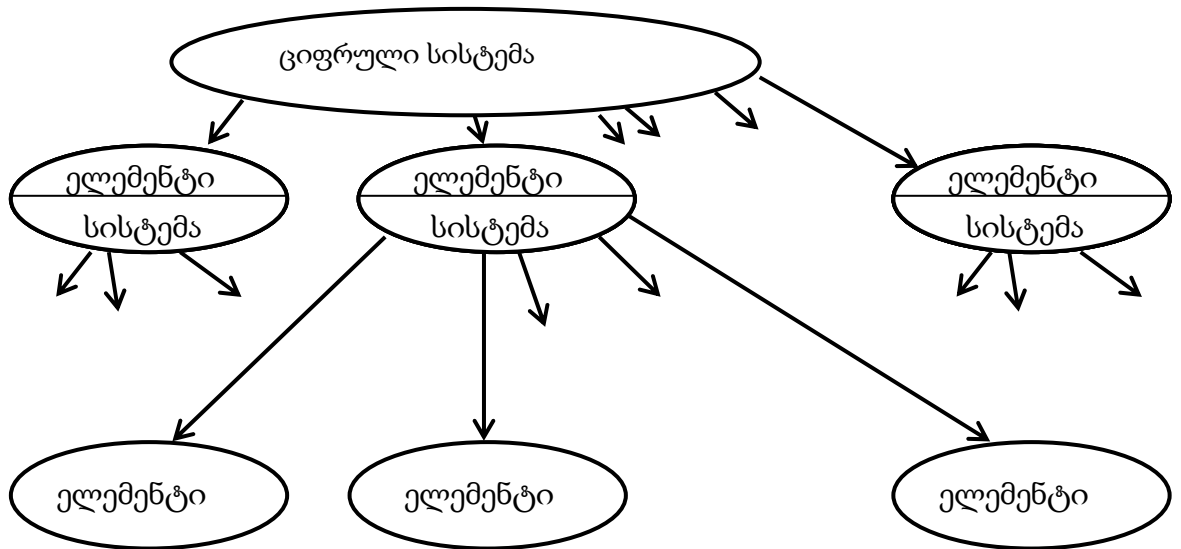
განსაზღვრება. ცს არის ციფრული ფორმით (კოდებით) წარმოდგენილი ინფორმაციის დამუშავების სისტემა.

ინფორმაციის ციფრული ფორმით წარმოდგენა ფართოდ გამოიყენება ინფორმაციის დამუშავების სისტემებში, მართვის ავტომატიკის და ავტომატიზებულ სისტემებში, ციფრულ საკომუნიკაციო სისტემებში და ა.შ. ამდენად, ციფრული ფორმით წარმოდგენილი ინფორმაციის გამოყენების არეალი დღეისათვის მეტად ფართოა და ცსების განვითარების თავბრუდამხვევი ტემპების გამო, გამოყენების სფეროების მართკო ჩამოთვლაც კი რთული საქმეა.

ცს, როგორც ნებისმიერი სხვა სისტემა, ხასიათდება სტრუქტურით, იერარქიულობით და ფუნქციით.

განსაზღვრება. ცსის სტრუქტურა არის მისი ელემენტების და მათ შორის კავშირების სივრცეში და დროში მყარი მოწესრიგებულობა.

ცსებისათვის დამახასიათებელია სხვადასხვა ელემენტების და მათ შორის კავშირების არსებობა, რაც განაპირობებს ცსების სხვადასხვა სტრუქტურებს. ამრიგად, ელემენტების ქვესისტემებში შესვლის წესი, ხოლო შემდგომ ქვესისტემების თანმიმდევრობითი გაერთიანება ერთიან სისტემაში წარმოქმნის სისტემის დანაწევრების სტრუქტურას. აქედან გამომდინარე ასეთი სტრუქტურა მუდამ იერარქიულია და გააჩნია არანაკლებ ორი დონისა: მაღალი დონე – სისტემა და



დაბალი დონე – ელემენტი (ნახ.1.5).

ნახ.1.5

განსაზღვრება. ცსის ნებისმიერი იერარქიული დონისათვის ელემენტი არის იერარქიის ქვემო საფეხურზე მდგომი სტრუქტურული ერთეული.

ამასთან, სისტემის ნებისმიერი იერარქიულ დონეზე მდგომი ელემენტისათვის იერარქიის ზემო საფეხურზე მდგომი ერთეული, რომლის შემადგენელ ელემენტსაც თვითონ წარმოადგენს, განიხილება როგორც სისტემა.

შევნიშნავთ, რომ ცნება სისტემა და ელემენტი წარმოადგენს ზოგად განმარტებას და კონკრეტული ცსის შემთხვევაში იერარქიის სხვადასხვა დონეზე მდგომი ერთეულებისათვის გამოიყენება კონკრეტული დასახელებანი: სისტემა, ბლოკი, მოდული, ელემენტი და ა.შ.

სტრუქტურა და იერარქიულობა არის სისტემის შედარებით კონსერვატიული მახასიათებლები. მიუხედავად იმისა, რომ სისტემის მდგომარეობა ცვლადია, სტრუქტურა და აქედან გამომდინარე იერარქიულობაც ზოგჯერ უცვლელი რჩება მნიშვნელოვანი დროის განმავლობაში.

განსაზღვრება. ფუნქცია არის ცსის ან მისი ელემენტის, როგორც ობიექტის მოქმედება, ქცევა, მოღვაწეობა.

ელემენტის ფუნქცია წარმოიშობა მისი ფორმირების დროს სისტემაგანმსაზღვრელი და სისტემაში მისი კავშირების თვისებების რეალიზაციის სახით. ცსის ფუნქცია (მრავალფუნქციურ სისტემებში - ფუნქციათა ნაკრები) წარმოიშობა როგორც სპეციფიური შედეგი ელემენტების ფუნქციათა და დისფუნქციათა სრული კომპლექსისა.

ცსის ყოველი ელემენტი ფლობს თვისებათა უზარმაზარ რაოდენობას. სისტემაში ელემენტების კავშირების ფორმირებისას ერთნი ამ თვისებათაგან იგნორირდებიან (ჩაიხშობიან), სხვანი, პირიქით ღებულობენ გამოკვეთილ სახეს. მაგრამ, ელემენტის სისტემავერწარმომშობი თვისებათა ჩაიხშობის ხარისხი, როგორც წესი, სრული არაა. ამასთან დაკავშირებით სისტემის ფორმირებისას წარმოიშობიან არა მარტო “საჭირო” ფუნქციები, რომლებიც გამიზნულნი არიან სისტემის ხარისხობრივი თავისებურებების შენარჩუნებისათვის, არამედ დისფუნქციებიც - ფუნქციები, რომლებიც ნეგატიურად აისახებიან სისტემის ფუნქციონირებაზე.

ცხების პროექტირებისას უმთავრესი ამოცანაა სისტემის ეფექტურობის კრიტერიუმების ამორჩევა და დასაბუთება. საკითხის საერთო დაყენების თვალსაზრისით გამოყოფენ კრიტერიუმების სამ კლასს: ტექნიკურს, ეკონომიკურს და სოციალურს [29].

ცხების ტექნიკური ეფექტურობის მაჩვენებლებს მიეკუთვნება წარმადობა, სირთულე (სიმარტივე), საიმედოობა, კონტროლ- და რემონტუნარიანობა, მოქნილობა (სიცოცხლისუნარიანობა), ექსპლუატაციის მოხერხებულობა და სხვა. ბოლო წლებში ამ მაჩვენებლების რიგში ჩადგა ენერგოეკონომიურობა (ენერგოეფექტურობა).

ტექნიკური ეფექტურობის მაჩვენებლებს უნდა მივაკუთვნოთ მრავალფუნქციურობაც, რამდენადაც ის გავლენას ახდენს სისტემის სხვა ტექნიკური ეფექტურობის მაჩვენებლებზე. მრავალფუნქციურობის მაჩვენებლის ზრდა, როგორც წესი, ხელს უწყობს სისტემის სირთულის შემცირებას, საიმედოობის, მოქნილობის და სხვა მაჩვენებლების გაუმჯობესებას. აქედან გამომდინარე, არ შეიძლება სისტემის (ელემენტის) მრავალფუნქციურობა განხილული იქნას ტექნიკური ეფექტურობის სხვა მაჩვენებლებისაგან დამოუკიდებლად. ასეთი მიდგომის შემთხვევაში სისტემის (ელემენტის) მრავალფუნქციურობის ზრდას შეიძლება მოყვეს ტექნიკური ეფექტურობის სხვა მაჩვენებლების, მაგალითად წარმადობის ან სწრაფმედების, გაუარესება. ამდენად შეიძლება დავასკვნათ, რომ სისტემის (ელემენტის) სინთეზისას მრავალფუნქციურობის ზრდა ხელს უნდა უწყობდეს ტექნიკური ეფექტურობის სხვა მაჩვენებლების გაუმჯობესებას ან სინთეზირებად სისტემაში მრავალფუნქციურობის მაჩვენებელი უნდა გაიზარდოს იმ ზომამდე, რომ ტექნიკური ეფექტურობის სხვა მაჩვენებლები არ გამოვიდნენ დასაშვები ზღვრებიდან.

ეკონომიკური ეფექტურობის მაჩვენებლებს მიეკუთვნება, რენტაბელობა, შრომის ნაყოფიერება, და ა.შ., რომლებიც ფართოდ გამოიყენებიან პრაქტიკულად ნებისმიერი დანიშნულების ცხების ეფექტურობის შესაფასებლად. ცხების ეკონომიკური ეფექტურობის კომპლექსური შეფასება ჩვეულებრივ ხდება სისტემის დანერგვით მიღებული მოსალოდნელი წლიური ეკონომიკური ეფექტით. ეკონომიკური ეფექტურობის მაჩვენებლებს ახასიათებთ მაღალი განზოგადებულობა, რამდენადაც ისინი ეყრდნობიან არა მხოლოდ კონკრეტულ ეკონომიკურ

მაჩვენებლებს, აგრეთვე ცხადი სახით ან ირიბად ითვალისწინებენ ტექნიკური ეფექტურობის მაჩვენებლებსაც.

უფრო განზოგადებული ხასიათი აქვთ სოციალურ კრიტერიუმებს. ისინი ხშირად არ გამოიხატებიან ფორმულით ან ურთიერთდამოკიდებულებათა სისტემით, რომლებიც საშუალებას მოგვცემდა მათი რაოდენობრივი შეფასებისა. ამასთან სოციალური კრიტერიუმების არსებობა ეჭვგარეშეა და უფრო ხშირად ვლინდებიან “არაეკონომიკური” ცსების შემთხვევაში, როგორებიცაა სამედიცინო, ეკოლოგიური, სამეცნიერო-კვლევითი, სასწავლო და ა.შ. სისტემები. სოციალური კრიტერიუმები რეალურად ფორმირდებიან როგორც სპეციალისტების სუბიექტური აზრი მათი სოციალური გამოცდილების და პროფესიონალური ცოდნის საფუძველზე.

[6] - ში მრავალფუნქციურობის პრინციპი ჩამოყალიბებულია შემდეგნაირად:

"... სისტემების განვითარებასთან, მათ მიერ რეალიზებული ფუნქციების გაფართოებასთან და გართულებასთან ერთად უფრო ეფექტური და სიცოცხლისუნარიანი არიან სისტემები, რომლებშიც სისტემის იერარქიის სხვადასხვა დონეებზე ელემენტების ფუნქციური შესაძლებლობების გაზრდა წინ უსწრებს მათი სირთულის ზრდას".

მრავალფუნქციურობის ზემოთ მოტანილი პრინციპი შეიძლება ილუსტრირებული იქნას შემდეგი სქემით (ნახ.1.6). მრავალფუნქციურობის პრინციპიდან გამომდინარე, სისტემის ეფექტურობის დახასიანებისათვის გამოყენებული უნდა იქნას ტექნიკური ეფექტურობის ყველა საჭირო მაჩვენებელი, მაგრამ ელემენტის დონეზე ეფექტურობის მაჩვენებლებიდან გაითვალისწინება მხოლოდ მრავალფუნქციურობა. მრავალფუნქციურობის მაჩვენებლის ზრდა ელემენტის დონეზე ხელს უწყობს სისტემის სირთულის მაჩვენებლის გაუმჯობესებას, მაგრამ ზოგიერთ შემთხვევაში შეიძლება მიგვიყვანოს თვითონ ელემენტის დონეზე, მაგალითად სწრაფქმედების შემცირებამდე, რაც თავის მხრივ შეამცირებს მთლიანობაში სისტემის სწრაფქმედებას და წარმადობას. ზოგიერთ შემთხვევაში სისტემის პროგრესული არქიტექტურული გადაწყვეტების ხარჯზე კომპენსირდება ელემენტის დონეზე დაკარგული სწრაფქმედება, მაგრამ ამ

შემთხვევაში იგნორირდება იერარქიულობის პრინციპი. ამრიგად, მრავალფუნქციურობის ცნობილი პრინციპი სრულად ვერ ახასიათებს იერარქიულ ცსას.

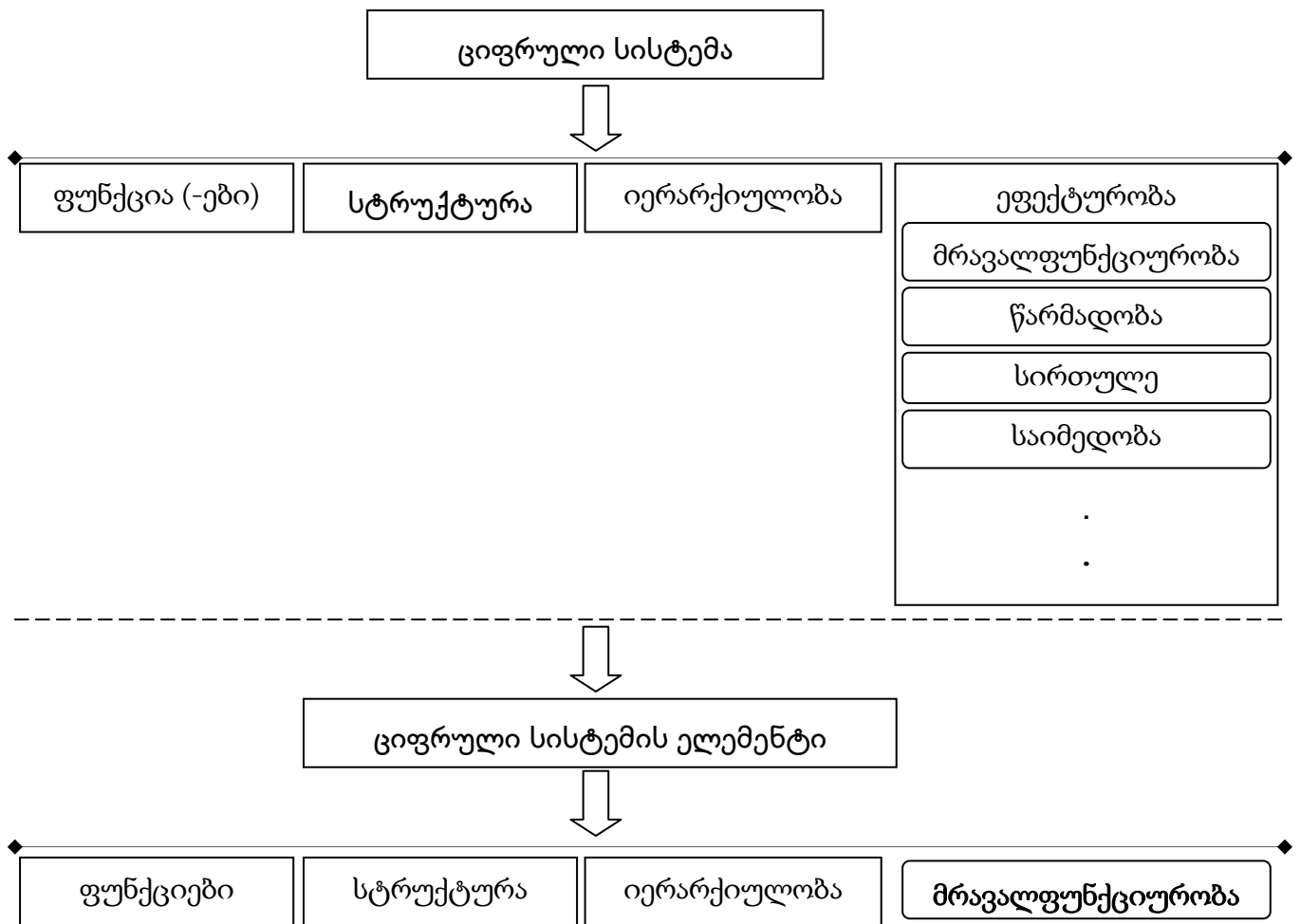
[30] - ში ჩამოყალიბებულია მრავალფუნქციურობის პირობა, რომელიც გამომდინარეობს მრავალფუნქციურობის ზემოთ მოტანილი ცნობილი პრინციპიდან. ამ პირობის თანახმად იმისათვის, რომ ცსის ნებისმიერი ელემენტი განვიხილოთ როგორც მრავალფუნქციური, აუცილებელი და საკმარისია, რომ მისთვის შესრულდეს უტოლობანი:

$$Card F \geq 2;$$

$$L_{\theta_{\alpha}} < \sum_{i=1}^{Card F} L_{i_{\alpha}}$$

სადაც $L_{\theta_{\alpha}}$ - მრავალფუნქციური ელემენტის სირთულეა, $L_{i_{\alpha}}$ - i -ური ერთფუნქციონალური ელემენტის სირთულეა ($i = \overline{1, k}$, $Card F = k$).

როგორც ვხედავთ, ამ პირობაში განიხილება ტექნიკური ეფექტურობის მხოლოდ ორი მაჩვენებელი: მრავალფუნქციურობა (ელემენტის ფუნქციური სიმძლავრე [31] და სირთულე. ამდენად ყურადღება არაა გამახვილებული ტექნიკური ეფექტურობის სხვა მაჩვენებლებზე. ეს გამოწვეულია იმით, რომ პირობა [30] არ იხილავს ელემენტს როგორც სისტემის შემადგენელ ნაწილს და აქედან გამომდინარე ამ ელემენტისათვის არაა მნიშვნელოვანი თუ როგორი ტექნიკური პარამეტრი ექნება მისი გამოყენებით აგებულ სისტემას. როგორც წესი, ასეთი ელემენტები გამოიყენებიან სისტემის სინთეზისათვის მათი ტექნიკური ეფექტურობის მაჩვენებლების მისაღებობიდან გამომდინარე.



ნახ.1.6

ამრიგად, როგორც მრავალფუნქციურობის ცნობილი პრინციპი, ასევე მრავალფუნქციურობის ცნობილი პირობა გულისხმობს, რომ სისტემის იერარქიის ნებისმიერი მრავალფუნქციური ელემენტის მიერ რეალიზებული ფუნქციათა ნაკრების $F=\{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ შემადგენელი ფუნქციები სისტემის ფუნქციონირებისათვის ერთნაირად საჭიროა, ე.ი. მათ აქვთ საჭიროების ერთნაირი ხარისხი.

განსაზღვრება. სისტემის მრავალფუნქციური ელემენტის ფუნქციათა საჭიროების ხარისხი გულისხმობს გარკვეული ფუნქციის(ების) შესრულებისას ელემენტის ტექნიკური ეფექტურობის მაჩვენებლების დასაშვებ (მისაღებ) რიგს სისტემის მიერ შესასრულებელი მიზნობრივი ფუნქციის რეალიზაციისათვის [32].

მოცემულ განსაზღვრებაში ფუნქციის(ების) შესრულებისას ელემენტის ტექნიკური ეფექტურობის ქვეშ იგულისხმება მრავალფუნქციური ელემენტის მიერ ფუნქციის შესრულების დროითი პარამეტრები, აპარატურული დანახარჯების დონე, სიზუსტის პარამეტრები და სხვა.

როგორც ცნობილი ცსების კვლევა გვიჩვენებს სისტემის იერარქიის ნებისმიერ დონეზე ელემენტის მიერ შესასრულებელი ფუნქციები რანჟირებულია მათი საჭიროების ხარისხის მიხედვით, ე.ი. ელემენტის დონეზე არის სისტემის ფუნქციონირებისათვის სასიცოცხლო მნიშვნელობის ფუნქციები და ფუნქციები, რომლებიც ემსახურებიან სისტემის დამხმარე ფუნქციების რეალიზაციას. მაგალითად, სისტემის ბლოკის დონეზე თვითტესტირების ფუნქციები, დამხმარე საინდიკაციო ფუნქციები და ა.შ., რომელთა მტყუნება არ იწვევს სისტემის ფუნქციონირებაში სავალალო შედეგებს ან სისტემის მიზნობრივი ფუნქციის მიღწევაში ხარვეზებს.

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე აუცილებელია, რომ სისტემის ნებისმიერი იერარქიული დონის მრავალფუნქციური ელემენტის ფუნქციები უნდა იქნან რანჟირებულნი საჭიროების ხარისხის მიხედვით. ეს იმისთვისაა საჭირო, რომ გამოიკვეთოს ის ტექნიკური მოთხოვნები, რომლებიც წაყენება მრავალფუნქციურ ელემენტს ამა თუ იმ ფუნქციის შესრულებისას. ერთი რამ ცალსახაა, რომ ერთფუნქციონალური ელემენტის ფუნქციონალური შესაძლებლობების გაფართოებისას არ უნდა გაუარესდეს მისი სისტემაწარმომქნელი თვისებები, ანუ მისი დამახასიათებელი ტექნიკური ეფექტურობის მაჩვენებლები.

ამრიგად, ცსებში მრავალფუნქციურობის ცნობილი პრინციპის სრულად შესრულება ვერ ხდება. ამ ხარვეზის აღმოფხვრისათვის შემოთავაზებულია მრავალფუნქციურობის პრინციპი რანჟირებული ფუნქციებისათვის.

განსაზღვრება. ცს ეფექტური და სიცოცხლისუნარიანია მაშინ, როცა მისი იერარქიის სხვადასხვა დონეზე ელემენტების ფუნქციური შესაძლებლობების გაფართოება წინ უსწრებს მათი სირთულის ზრდას ისე, რომ ყოველი ელემენტის ფუნქციის საჭიროების ხარისხი შენარჩუნებული იქნას.

მრავალფუნქციურობის შემოთავაზებული განმარტებიდან გამომდინარე შეიძლება განზოგადებული იქნას [30] - ში ჩამოყალიბებული მრავალფუნქციურობის პირობა იერარქიული ცსებისათვის შემდეგნაირად.

პირობა. იმისათვის, რომ ცსის ნებისმიერი იერარქიული ელემენტი განვიხილოთ როგორც მრავალფუნქციური, აუცილებელი და საკმარისია, რომ მისთვის შესრულდეს უტოლობა [32]:

$$Card F \geq 2;$$

$$L_{\theta_{j\bar{j}}} < \sum_{i=1}^{Card F} L_{i_{j\bar{j}}};$$

$$E_{\theta_{j\bar{j}}} \geq E_{i_{j\bar{j}}},$$

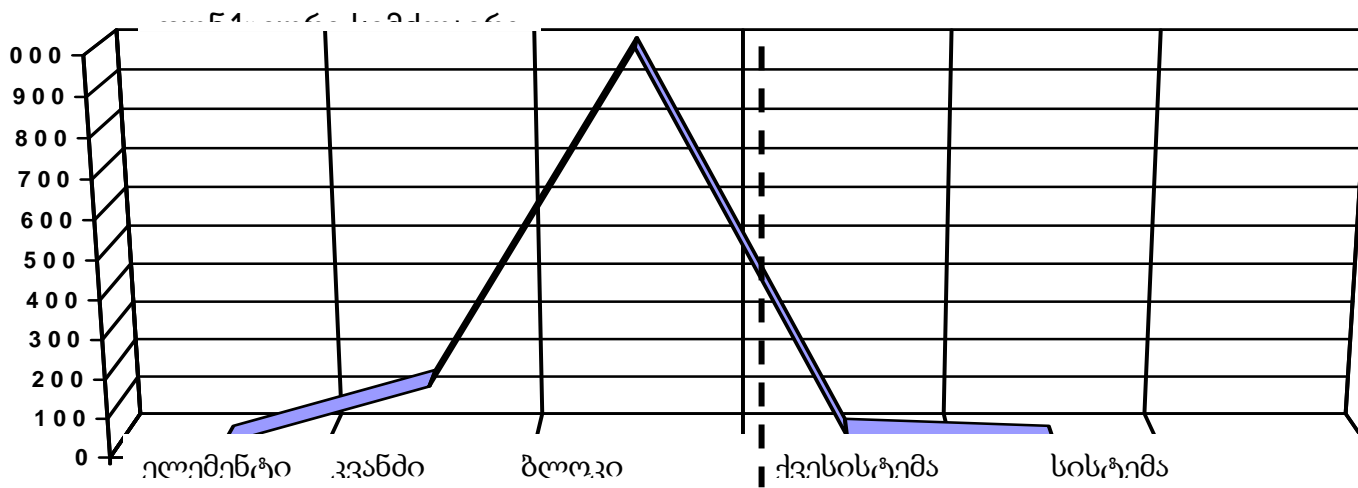
სადაც $L_{\theta_{j\bar{j}}}$ - მრავალფუნქციური ელემენტის სირთულეა, $L_{i_{j\bar{j}}}$ - i -ური ერთფუნქციონალური ელემენტის სირთულეა, ხოლო $E_{\theta_{j\bar{j}}}$ და $E_{i_{j\bar{j}}}$ მრავალფუნქციური და ერთფუნქციური ელემენტის ტექნიკური ეფექტურობის j -ური მაჩვენებელია ($i = \overline{1, k}$, $Card F = k$, $j = \overline{1, k}$).

მრავალფუნქციურობის შემოთავაზებული პრინციპი შეიძლება ილუსტრირებული იქნას შემდეგი სქემით (ნახ.1.7).

ცსების ანალიზის შედეგად შეიძლება გამოვყოთ მათი აგების იერარქიის შემდეგი დონეები:

- სისტემა;
- ფუნქციონალური ქვესისტემა;
- ბლოკი (პროცესორი, მეხსიერების ბლოკი და ა.შ.);
- კვანძი (ციფრული კვანძები, აგებული ლოგიკურ ელემენტებზე);
- ელემენტი (ტრივიალური ლოგიკური ელემენტები).

ჩამოთვლილი იერარქიულ დონეებზე დღეისათვის გამოყენებული მოწყობილობებიდან ნაწილი მრავალფუნქციურია, ნაწილი - სპეციალიზებული. იერარქიულ დონეებზე მოწყობილობების ფუნქციონალური შესაძლებლობების პირობითი განაწილება ნაჩვენებია დიაგრამაზე (ნახ. 1.8).



ნახ.1.8

დაწყებული ელემენტის დონიდან ბლოკის დონემდე მოწყობილობანი მზადდება ინტეგრალური ტექნოლოგიით. როგორც [33]-შია ნაჩვენები ელემენტის (მოდულის) გამოყენების უნივერსალობა მით მადალია, რაც უფრო დაბალია მისი ინტეგრაციის დონე. ამიტომ, იერარქიის ამ დონეზე ნაკლებად ზრუნავენ ელემენტების ფუნქციური სიმძლავრის გასაზრდელად. დაწყებული კვანძის იერარქიული დონიდან ბლოკის იერარქიულ დონემდე ხდება შემადგენელი კომპონენტების ფუნქციური სიმძლავრის თანდათანობითი ზრდა და პროცესორის შემთხვევაში ფუნქციური სიმძლავრის პარამეტრი აღწევს მაქსიმუმის მნიშვნელობას. პროცესორის შემთხვევაში ფუნქციური სიმძლავრის პარამეტრის მკვეთრი გაზრდა გამომდინარეობს კომპონენტის ფუნქციური სიმძლავრის ზრდის ახალი თვისობრიობით, რაც მდგომარეობს ფუნქციური სიმძლავრის ზრდის თვისობრივად განსხვავებული მეთოდების გამოყენებაში. პროცესორის იერარქიული დონიდან შემდგომ მაღალ იერარქიებზე გადასვლისას ფუნქციური სიმძლავრის მკვეთრი დაცემა განპირობებულია სისტემის მიზნობრივი ფუნქციის მიღწევის აუცილებლობაში. ეს უკანასკნელი, როგორც წესი, არის ერთი ან ორი.

1.3. ციფრული სისტემის იერარქიულ დონეებზე ტიპური შემადგენლობის ფუნქციური შესაძლებლობის შეფასების მეთოდი

დიდი ინტეგრალური სქემების (დის) ბაზაზე სინთეზირებული ცსის ზოგადად მოწყობილობის ღირებულების შემცირება და საიმედოობის გაზრდა დაკავშირებულია მისი სტრუქტურული ინტეგრაციის ხარისხის ამაღლებასთან. E ციფრული მოწყობილობის სტრუქტურული ინტეგრაცია შეფასდება თანაფარდობით [34]:

$$S=Q/n,$$

სადაც Q - სისტემის სირთულის კოეფიციენტი, რომელიც სინთეზირებულია ერთნაირი ინტეგრაციის ხარისხის მქონე n რაოდენობის მოდულის (დისის) ბაზაზე.

E მოწყობილობის სტრუქტურული ინტეგრაციის გაზრდა მიზანშეწონილია მოდულების n რაოდენობის შემცირებით, რაც შესაძლებელია მათი ინტეგრაციის ხარისხის გაზრდით. მაგრამ, ეს გამოიწვევდა E მოწყობილობაში გამოყენებული მოდულების ტიპების გაზრდას და შესაბამისად შემცირდება ყოველი ტიპის მოდულის უნივერსალობა და გამოყენებადობის ხარისხი. ეს ფაქტორი უარყოფითად მოქმედებს სტანდარტული მოდულების ბაზაზე ახალი ცსების აგების როგორც ეკონომიკურ, ასევე საკონსტრუქტორო საკითხებზე [8,35].

მოწყობილობაში მოდულების უნივერსალობის და გამოყენებადობის ხარისხის გაზრდისათვის ეფექტური ხერხია მათი ფუნქციური შესაძლებლობების გაფართოება [33]. ამ დროს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სინთეზირებადი მოდულის ფუნქციური შესაძლებლობების სწორ პროგნოზირებას, რამდენადაც მისი ფუნქციური შესაძლებლობების გაფართოებას თან ახლავს დამატებითი აღჭურვილობის აუცილებლობაც. ეს უკანასკნელი, თავის მხრივ, აუარესებს მის ზოგიერთ მაჩვენებელს, რომლებიც მთლიანობაში გავლენას ახდენენ ცსის ღირებულებაზე და საიმედოობაზე.

როგორც პარაგრაფ 1.2-ში იყო ნაჩვენები, მოდულის ფუნქციური შესაძლებლობები ფასდება ფუნქციური სიმძლავრის k პარამეტრით, რომელიც მიუთითებს ფუნქციათა გარკვეული სიმრავლიდან $F=\{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ მის მიერ

შესრულებად ფუნქციათა რაოდენობაზე. ჩვეულებრივი, ერთფუნქციური მოდულებისათვის (ეფმ) ფუნქციური სიმძლავრე $k=1$, ხოლო მფმთვის $k \geq 2$ და საუკეთესო შემთხვევაში - $k=n$.

ფუნქციური სიმძლავრის k პარამეტრი არ ასახავს მოდულის ისეთ თვისებას, როგორცაა ცის კვანძების აგებისას მისი გამოყენების უნივერსალობა. მოცემულ პარაგრაფში მოდულის გამოყენების უნივერსალობის შეფასებისათვის ნაშრომში შემოთავაზებულია დაყვანილი ფუნქციური სიმძლავრის პარამეტრი K , რომელიც წარმოადგენს ინტეგრირებულ მოდულებზე ცის სხვადასხვა მოწყობილობების ყველა შესაძლო სინთეზირებადი სტრუქტურის N_ω რაოდენობის ფარდობას სტრუქტურათა N რაოდენობასთან, რომლებიც შეიძლება სინთეზირებულნი იქნან შედარებით მცირე ინტეგრაციის მოდულებით:

$$K = N_\omega / N.$$

იქედან გამომდინარე, რომ დაბალი ინტეგრაციის მოდულები უფრო უნივერსალურნი და მოქნილნი არიან გამომთვლელი სტრუქტურების სინთეზისათვის, ვიდრე მაღალი ინტეგრაციის მოდულები, ამიტომ ყოველთვის სამართლიანია უტოლობა $N > N_\omega$ და აქედან გამომდინარე $K < 1$. ამრიგად, დაყვანილი ფუნქციური სიმძლავრის პარამეტრი K საშუალებას იძლევა შედარებულნი იქნან სხვადასხვა ინტეგრაციის ხარისხის მქონე მოდულები მათი გამოყენების უნივერსალობის მიხედვით.

დავუშვათ, რომ გვაქვს n ერთფუნქციონაური მოდულების (ეფმ) სიმრავლე $M^* = \{M_1, M_2, \dots, M_n\}$, რომელთაგან i -ური ($i = \overline{1, n}$) ასრულებს შესაბამის ფუნქციას $f_i \in F$. M^* სიმრავლიდან $m_j = \overline{1, n}$ ეფმების მიმდევრობითი შეერთებით სინთეზირდება სხვადასხვა მოწყობილობების $W = \{E_1, E_2, \dots, E_L\}$ სიმრავლე, რომელთაგან J -ური ($j = \overline{1, L}$) რეალიზაციას უკეთებს შესაბამის Ψ_j სისტემურ ფუნქციას. შედეგად, E_j მოწყობილობის Ψ_j სისტემური ფუნქცია წარმოადგენს m სხვადასხვა ფუნქციის კომპოზიციას F -დან, ე.ი.

$$\Psi_j = \bigcirc_{i=1}^m f_i, f_i \in F.$$

ამასთან, თუ დავუშვებთ, რომ ყველა მოწყობილობაში W -დან ყოველი $M_i \in M^*$ ($i = \overline{1, n}$) ეფმის გამოყენებადობის კოეფიციენტი მინიმალურია (ე.ი. ყოველ E_j მოწყობილობაში ეფმის ყოველი M_i ტიპი გამოიყენება მხოლოდ ერთხელ), მაშინ m სხვადასხვა ეფმებით შეიძლება სინთეზირებული იქნას

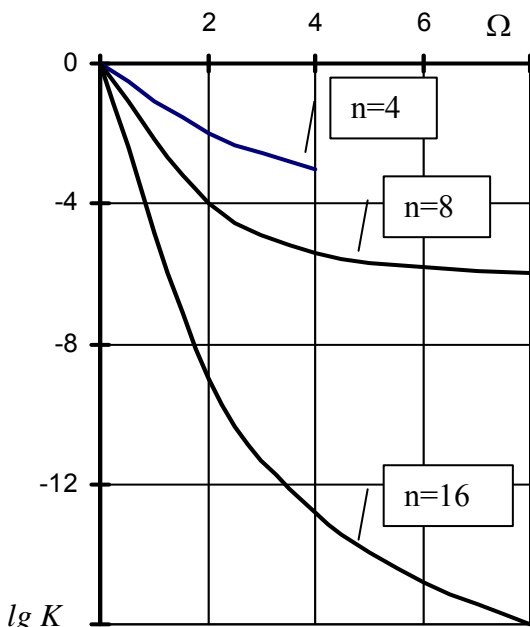
$$N_m = \sum_{i=1}^m (C_m^i \cdot i!)$$

W მოწყობილობების სხვადასხვა სტრუქტურა. შედეგად, ადგილი უნდა ქონდეს ტოლობას $Card W = N \Rightarrow I = N$.

დავუშვათ, რომ საჭიროა E_j ($j = \overline{1, l}$) სისტემის სტრუქტურული ინტეგრაციის Ω -ჯერ გაზრდა. შედეგად $E^* \Leftrightarrow E_j$ ახალი მოწყობილობის სინთეზისათვის საჭირო იქნება $R^* = [R_1, R_2, \dots, R_{n^*}]$ -დან ახალი ინტეგრირებული მოდულების გამოყენება, რომელთაგან თითოეული M -დან შეცვლის Ω მოდულს. ამასთან $R_i \in R^*$ მოდული რეალიზაციას უკეთებს გარკვეულ ფუნქციას

$$\Phi_i = \bigcirc_{e=1}^{\Omega} f_e,$$

სადაც $f_e \in F_i^{\Omega}$, $i = \overline{1, \partial}$, $e = \overline{1, \Omega}$ და $\partial_j = m/\Omega$. ამრიგად, E_j^* მოწყობილობის სინთეზისათვის მოითხოვება ∂_j ახალი მოდული R^* -დან. მაგრამ, R^* -დან აღებული ∂_j მოდულების ბაზაზე სინთეზირებული სხვადასხვა მოწყობილობების რაოდენობა შემცირდება



ნახ.1.9

$$N_{\partial_j}^{\Omega} = \sum_{i=1}^{\partial_j} (C_{\partial_j}^i \cdot i!).$$
 -მდე.

$\partial_j = n^*$ -ის დროს ვიღებთ

$$N_{n^*}^{\Omega} = \sum_{i=1}^{n^*} (C_{n^*}^i \cdot i!).$$

R^* -დან ყოველი მოდულის დაყვანილი ფუნქციური სიმბლავრე იქნება:

$$k_{R_i} = N_{n^*}^{\Omega} / N_n < 1.$$

შეგნიშნავთ, რომ $\Omega > 1$ -სას $R_i \in R^*$ მოდული კარგავს F -დან ფუნქციის შესრულების უნარს მიუხედავად იმისა, რომ ამ მოდულის ფუნქციური სიმძლავრე $k=1$, რამდენადაც მას აქვს Φ_j ფუნქციის შესრულების უნარი.

ნახ.1.9-ზე მოცემულია K_{R_i} დაყვანილი ფუნქციონალური სიმძლავრის Ω -ზე დამოკიდებულებები. ჩანს, რომ მოდულის ინტეგრაციის ხარისხის გაზრდით მკვეთრად მცირდება დაყვანილი ფუნქციური სიმძლავრე K . მოდულის გამოყენებადობის უნივერსალობის აღდგენისათვის მოითხოვება, რომ $K=1$, რაც გამომდინარეობს ტოლობიდან $N_{n^*}^{\Omega} = N_n$.

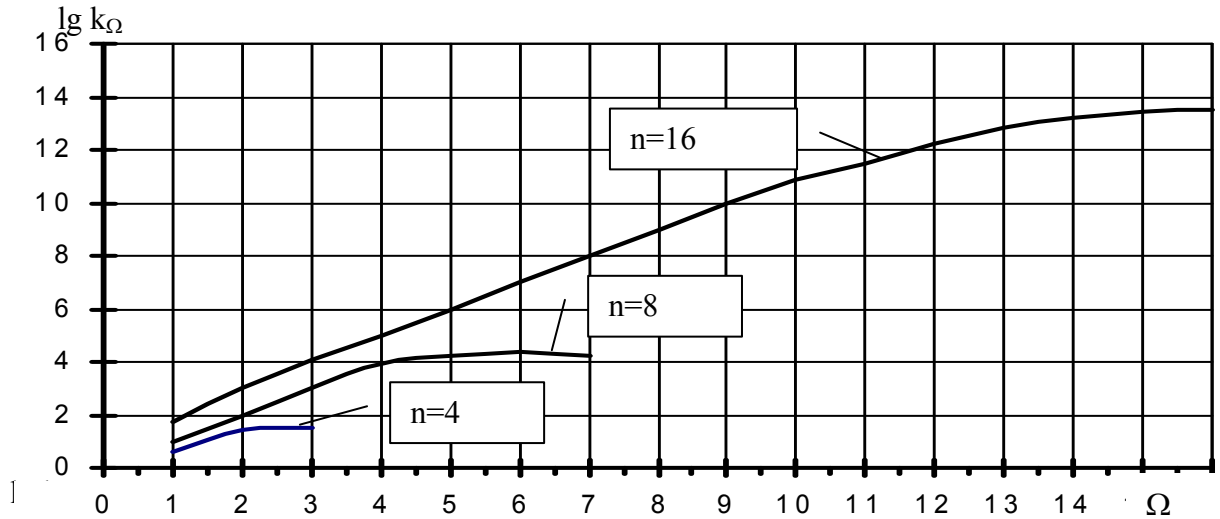
$N_{n^*}^{\Omega}$ -ის გაზრდა შეიძლება მიღწეული იქნას R_i მოდულის k ფუნქციური სიმძლავრის გაზრდით, ე.ი. მოითხოვება მისთვის მრავალფუნქციურობის თვისების მინიჭება. თუ R_i მფმ ცვლის Ω სხვადასხვა მოდულს M -დან, მაშინ მან უნდა შეძლოს ყველა შესაბამისი ფუნქციის შესრულება $F_i^{\Omega} \subset F$ -დან და ყველა ფუნქციისა, რომლებიც მიიღებიან მათ ბაზაზე -

$$\Phi_i^* = \bigcup_{l=2}^{\Omega} (\bigcup_{e=1}^A f_e),$$

სადაც $F_e \in F_i^{\Omega}$ და $A = C_{\Omega}^l$. მაშინ მოდულის მიერ შესრულებული ფუნქციები განისაზღვრება როგორც სიმრავლე $F_i^{\Omega} \cup \Phi_i^*$ და მფმის ფუნქციური სიმძლავრე შესაბამისად იქნება

$$k_i^{\Omega} = \text{Card} \Phi_i^* + \text{Card} F_i^{\Omega} = \sum_{i=2}^{\Omega} (C_{\Omega}^i \cdot i!) + \Omega = \sum_{i=1}^{\Omega} (C_{\Omega}^i \cdot i!).$$

მოდულის k ფუნქციური სიმძლავრის Ω ინტეგრაციის ხარისხზე დამოკიდებულებანი ნაჩვენებია ნახ. 1.10-ზე. ჩანს, რომ Ω -ს გაზრდა, ე.ი. მოდულის ინტეგრაციის გაზრდა მოითხოვს მფმის ფუნქციური შესაძლებლობების მკვეთრად გაზრდას. თუ ამ დროს მაქსიმალურად იქნება უზრუნველყოფილი მოდულების გამოყენადობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა (ე.ი. F_j^* მოწყობილობაში მფმების



ნახ.1.10

სრული ურთიერთჩანაცვლება), მაშინ მოდულის ფუნქციური სიმძლავრე განისაზღვრება როგორც

$$k_i^\Omega = \sum_{i=1}^{\Omega \cdot \partial} (C_{\Omega \cdot \partial}^i \cdot i!).$$

ამ ფორმულიდან გამოდის, რომ $\partial_i = n^*$ რაოდენობის და k_i^Ω ფუნქციური სიმძლავრის მფმის ბაზაზე შეიძლება სინთეზირებული იქნას

$$N_{n^*}^\Omega = \sum_{i=1}^{\Omega \cdot \partial} (C_{\Omega \cdot \partial}^i \cdot i!).$$

სხვადასხვა მოწყობილობა W სიმრავლიდან.

რამდენადაც $\Omega \cdot \partial = n$, მაშინ $N_{n^*}^\Omega = N_n$ და $k=1$ პირობის შესრულება უზრუნველყოფილია.

ამრიგად, დაყვანილი K ფუნქციური სიმძლავრის გაზრდა მიიღწევა მფმის k ფუნქციური სიმძლავრის მკვეთრი გაზრდით, რაც თავის მხრივ ზრდის მისი სირთულის კოეფიციენტს. ამასთან მოდულის აპარატურის სიჭარბის კოეფიციენტი მისი სირთულის ზრდასთან ერთად იზრდება.

თანამედროვე მიკროელექტრონიკა რთული სქემების რეალიზაციისას ფლობს დიდ ტექნოლოგიურ შესაძლებლობებს, მაგრამ სქემის პროექტირების და გამოცდის ღირებულება მაინც დიდია და ამიტომ ინტეგრაციის მაღალი ხარისხის

მქონე სქემების და მთლიანობაში სისტემების სირთულის შემცირება პირველხარისხოვანი ამოცანაა.

ამ დროს შეიძლება იყოს პრობლემის გადაჭრის ორი ალტერნატივა: ან გავზარდოთ მოდულის დაყვანილი ფუნქციური სიმძლავრე K ინტეგრაციის გარკვეულ დონეზე, ე.ი. განვახორციელოთ მრავალფუნქციურობის პრინციპი ინტეგრაციის ისეთ დონეზე, როცა აპარატურის სიჭარბის კოეფიციენტი ეკონომიკურად გამართლებულია, ანდა მოვახდინოთ E მოწყობილობის კვანძების სტრუქტურული დაახლოება ინტეგრაციის ყველა დონეზე. მეორე ალტერნატივის განხორციელება ატარებს ცსის პროექტირების მკვეთრად გამოხატულ სისტემურ ხასიათს და შესაძლებელია გადაწყვეტილი იქნას მოწყობილობათა სინთეზის რეგულარობის, ერთგვაროვნების და სხვა პრინციპებზე.

ვემხრობით რა ინფორმაციის ავტომატური დამუშავების პრინციპებს კლასიკური გაგებით, მიზანშეწონილია პირველი ალტერნატივის განხორციელება მოდულებში მრავალფუნქციურობის შეტანით. ამასთან, ეს საჭიროა განხორციელდეს ინტეგრაციის იმ დონეზე, სადაც ეს ეკონომიკურად გამართლებულია და იქ, სადაც აუცილებელია მოდულების ტიპების შემცირება, რაც თავის მხრივ გამომდინარეობს აგრეთვე ეკონომიკური ინტერესებიდან.

ამრიგად, მფმის პროექტირებისას ისმის ეკონომიკურად გამართლებული დაყვანილი ფუნქციური სიმძლავრის K ზომის და მფმის ინტეგრაციის დონის განსაზღვრის ამოცანა.

სამუშაოში [35] გარკვეული სტრუქტურული ინტეგრაციის მქონე E მოწყობილობის სრული ღირებულება განსაზღვრულია შემდეგი გამოსახულებით:

$$C_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m (n^i C_p^i + C_d^i) + C_e,$$

სადაც m - მოწყობილობაში მოდულების ტიპების რაოდენობაა, n^i - i -ური ტიპის მოდულების რაოდენობაა, C_p^i - i -ური ტიპის ერთი მოდულის წარმოების ღირებულებაა, C_d^i - i -ური ტიპის მოდულის პროექტირების ღირებულებაა, C_e - არის დანახარჯები მოწყობილობის ექსპლუატაციაზე t დროის განმავლობაში.

იქვეა განსაზღვრული C_e :

$$C_e = k_e n^i \sqrt{m},$$

სადაც k_e ექსპლუატაციის დაყვანილი ღირებულებაა გადაანგარიშებული ერთ მოდულზე.

თუ E მოწყობილობა S სტრუქტურული ინტეგრაციით აგებულია ერთნაირი ტიპის მფმზე, მაშინ აუცილებელია, რომ $K=m$.

ამასთან სამართლიანია შემდეგი თანაფარდობა:

$$M = \sum_{i=1}^m \alpha_i n_0^i m_0^i,$$

სადაც M - კომპონენტების საერთო რაოდენობაა E მოწყობილობის ასაგებად; m_0^i - ეფმის კომპონენტების რაოდენობაა, რომელიც ასრულებს ფუნქციას $f_i \in F$; n_0^i - ეფმის რაოდენობაა, რომელიც რეალიზაციას უკეთებს i -ურ ფუნქციას F -დან; α_i - სიჭარბის კოეფიციენტი, რომელიც ახასიათებს მფმს $f_i \in F$ ფუნქციის რეალიზაციისას.

თუ დავუშვებთ, რომ $\alpha_i = \alpha_j = \alpha (i \neq j, i, j = \overline{1, k})$ და მოწყობილობა აგებულია ერთნაირი ტიპის მფმებისაგან, მაშინ $M = m \alpha n_0 m_0$, სადაც m -არის მოდულების ტიპების რაოდენობა, ე.ი. $m=1$; m_0 - არის მფმის კომპონენტების რაოდენობა; n_0 - მფმების რაოდენობაა მოწყობილობაში.

ამრიგად, შეიძლება ითქვას, რომ E მოწყობილობა მოიცავს n_0 მფმს αm_0 კომპონენტით თითოეულში, ან αn_0 მოდულს m_0 კომპონენტით თითოეულში. ამ ბოლო მტკიცებიდან გამომდინარეობს, $n^i = \alpha n_0$, მაშინ ჯამური ღირებულება C_Σ მიიღებს სახეს:

$$C_\Sigma = \alpha * n_0 * C_p^* + C_d^* + \alpha * n_0 * k_t,$$

სადაც C_p^* -ერთი მფმის წარმოების ღირებულებაა; C_d^* - მფმის პროექტირების ღირებულებაა; $C_e^* = \alpha n_0 k_t$ - E მოწყობილობის ექსპლუატაციის დანახარჯებია t დროის განმავლობაში.

მაშინ, თანახმად [35]-სა, ჭარბი აღჭურვილობის დამოკიდებულება საერთო დანახარჯებიდან, როცა E მოწყობილობა აგებულია ერთნაირი ტიპის მფმებისაგან, იქნება:

$$\alpha = \frac{C_{\Sigma} - C_p^* - C_d^*}{n_0 C_d^* + k_e n_0}.$$

თუ იმ მოწყობილობათა ღირებულებებს, რომლებიც აგებულნი არიან ეფმებზე ან მფმებზე, ჩავთლით ტოლად, მაშინ მიღებული გამოსახულება საშუალებას მოგვცემს განვსაზღვროთ ეკონომიკურად გამართლებული ჭარბი აღჭურვილობის მოცულობა.

α აღჭურვილობის სიჭარბე და მფმის ფუნქციური სიმძლავრე k ურთიერთკავშირშია. დაყვანილი ფუნქციური სიმძლავრის K გაზრდა მიიღწევა k ფუნქციური სიმძლავრის გაზრდით, რომელსაც თან სდევს მისი აღჭურვილობის სიჭარბის α კოეფიციენტის ზრდა. ამრიგად, მფმის k ფუნქციური სიმძლავრის გაზრდა შეიძლება მიღწეული იქნას ჭარბი აღჭურვილობის α კოეფიციენტის მნიშვნელობის გაზრდით.

α -ს მინიმალური მნიშვნელობა მიიღწევა E მოწყობილობაში ეფმების მაქსიმალური რაოდენობის დროს, რაც დაიკვირვება კრისტალების საშუალო ინტეგრაციის დროს, რამდენადაც ინტეგრაციის ამ დონეზე ჯერ კიდევ არ მქლავნდება E მოწყობილობაში სტრუქტურული დაახლოების თვისება.

მოცემულ სამუშაოში ყურადღება გამახვილებულია საშუალო ინტეგრაციის მოდულებზე, რაც ზემოთ მოტანილი არგუმენტაციების გარდა, გამოწვეულია რიგი ფაქტორებით:

- მაღალინტეგრირებული ისების გამოშვების ზრდასთან ერთად სტანდარტული ისების წარმოების მოცულობა მცირდება, მაგრამ მათზე მოთხოვნილება მთელ მსოფლიოში ისევ დიდია. საშუალო ინტეგრაციის ინტეგრალური სქემების სასარგებლოდ მეტყველებს [35]-ში მოტანილი მტკიცებაც, რომ როცა მწარმოებლები აპირებენ ახალი ნაწარმის გამოშვებას, მათ, როგორც წესი, უძნელდებათ ზუსტად განსაზღვრონ, თუ რა მოთხოვნა ექნება მათ ნაწარმს ბაზარზე. ამ შემთხვევაში მაპროექტებლებს საშუალება აქვთ დაამთავრონ ნაწარმის შექმნა

რამოდენიმე თვეში ისების გამოყენებით ნაცვლად 2-3 წლისა, რომელიც საჭიროა ნაწარმის შესაქმნელად დისების ბაზაზე. თუ ახალ ნაწარმს ბაზარზე აქვს დიდი მოთხოვნა და მისი წარმოების მოცულობა შესაძლოა დიდი იყოს, მაშინ ისები ნაწარმში შეიცვლება დისებით, რაც დიდ სერიაში დამატებით უზრუნველყოფს ნაწარმის ფასის დაწევას და მოწყობილობის ტექნიკური მაჩვენებლების გაუმჯობესებას.

- მე-4 თაობის მაღალმწარმოებლური ცსების რეალიზაციისათვის უპირატესად გამოიყენება ფართო ნომენკლატურის დისები. ამ შემთხვევაში მიკროპროცესორების და მიკროპროცესორული კომპლექტების გამოყენება არ ამართლებს რიგი ფაქტორების გამო. სამუშაოში [35] დამტკიცებულია, რომ ცსები უკეთესად მუშავდება რეგისტრების ბაზაზე. მათი პროექტირება რეგისტრების დონის მაღლა ან დაბლა გაძნელებულია.

- მინი- ან მიკროგემების პროექტირებისას მიკროპროცესორული კომპლექტების გამოყენებით აუცილებელია გვექონდეს 10-15 დაბალი და საშუალო ინტეგრაციის ის, რომლებიც გამოიყენებიან უნივერსალური ისის სახით იქ, სადაც მათი გამოყენებით მიიღება ეფექტი, რომელსაც ვერ უზრუნველყოფს მიკროპროცესორული კომპლექტის დისი.

- მატრიცულ დისებზე ან პროგრამირებად ლოგიკურ მატრიცებზე სინთეზირდება ცს, რომელიც შედგება უფრო დაბალი დონის კვანძებისაგან. მფმების გამოყენება ამ კვანძების რეალიზაციისათვის საშუალებას იძლევა გაიზარდოს სქემის რეგულარობა და აქედან გამომდინარე გაიოლდეს მაღალი დონის დისის პროექტირება და შემცირდეს მისი პროექტირების და დამზადების დრო.

- მფმების გამოყენება საშუალებას იძლევა რეგულარული მაღალმწარმოებლური [28] და მაღალსაიმედო [36] ცსების დამუშავებისა.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, მოცემულ მომენტში მიზანშეწონილია გამოკვლევული იქნას საშუალო ინტეგრაციის მქონე მფმების სინთეზის საკითხები. ასეთი გამოკვლევა შეავსებს იმ თეთრ ლაქებს, რომელიც არსებობს მრავალფუნქციური ავტომატების თეორიასა და პრაქტიკაში და მეორეც, საშუალო

ინტეგრაციის მქონე მფმმების დამუშავება და გამოყენება მოცემულ მომენტში ეკონომიკურად გამართლებულია.

ამოცანის დასმა

ცსების აგების მეთოდების დამუშავების და კვლევის აუცილებლობა განპირობებულია რიგი პირობებით, კერძოდ:

- მრავალფუნქციურობის პრინციპზე ეფექტური ციფრული სისტემების აგების არქიტექტურული მეთოდების არასაკმარისი გამოკვლევის დონით;
- ცსების იერარქიულ ელემენტებში მრავალფუნქციურობის პრინციპის გამოყენების ეფექტურობის გამოუკვლევლობით;
- სხვაობით ელემენტებზე აგებული და ფუნქცია-დომინანტის მატარებელი ციფრული სისტემების მრავალფუნქციური მიმდევრული მოდულების სინთეზისა და კვლევის მეთოდების არარსებობით;
- ციფრული სისტემების მრავალფუნქციური მიმდევრული მოდულების ეფექტურობის გაზრდის მეთოდების ნაკლებობით;
- ციფრული სისტემების იერარქიის სხვადასხვა საფეხურზე ფუნქციათა რეალიზაციის მეთოდების და ხერხების გამოკვლევების უკმარისობით;
- სივრცეში განაწილებული დიდი ციფრული სისტემების მრავალფუნქციურობის პრინციპზე აგების მეთოდების არ არსებობით.

წინამდებარე ნაშრომში შემოთავაზებულია მიდგომა, რომელიც გულისხმობს ცსების აგების არქიტექტურული გადაწყვეტების მრავალფუნქციურობისა და იერარქიულობის პრინციპების ბაზაზე კვლევას, რომელიც თავისუფალია ზემოთ მოტანილი ხარვეზებისაგან და ორიენტირებულია ეფექტური სტრუქტურულად რეგულარული გამომთვლელი სტრუქტურების შექმნისაკენ ტრადიციული და სპეციალიზებული ინფორმაციის დამუშავების ალგორითმების რეალიზაციაზე დაწყებული ელემენტური ბაზიდან და დამთავრებული სივრცეში განაწილებულ დიდ სისტემებამდე.

თავი 2. ციფრული სისტემის სინთეზის მეთოდების დამუშავება მრავალფუნქციურობის საფუძველზე

2.1. მრავალფუნქციური მიმდევრული მოდულების სინთეზი

ცსების მოდულებში მრავალფუნქციურობის მიღწევის მიზნით ნაშრომში [30,32] შემოთავაზებულია სამი ხერხი და შესაბამისად გამოყოფილია მრავალფუნქციური მიმდევრული მოდულების (მფმმ) სამი კლასი: კომპონენტურად ჭარბი (კპჭ) მფმმ, კომუტაციურად ჭარბი (კმჭ) მფმმ, სტრუქტურის ავტომატური აწყობის (საა) მფმმ. იქვეა შემოტანილი მფმმის A_M სტრუქტურისა და B_M მოწყობილობის ცნებები.

კომპონენტურად ჭარბი მფმმის $A_{კპჭ}$ სტრუქტურა იქმნება ფუნქციური (ლოგიკური) ელემენტების B , მათ შორის მუდმივი კავშირების C სიმრავლეების, V შემავალი და W გამომავალი პოლუსების სასრული სიმრავლეების საფუძველზე. მაშინ $A_{კპჭ}$ სტრუქტურა წარმოიდგინება როგორც B , C , V და W კომპონენტების ოთხეულის ერთობლიობა - $A_{კპჭ} = \{B, C, V, W\}$.

კომპონენტურად ჭარბი მფმმის მოწყობილობა იქნება: $B_{კპჭ} = B \cup C \cup V \cup W$.

კომპონენტურად ჭარბი მფმმში გარკვეული $f_i \in F$ ფუნქციის რეალიზაციისას მოდულში ამოქმედდება მოწყობილობის ნაწილი - $f_i \Leftrightarrow B_i$, ე. ი. $B_i \subseteq B$, $C_i \subseteq C$, $V_i \subseteq V$, $W_i \subseteq W$. მაშინ f_i ფუნქციის რეალიზაციისათვის კომპონენტურად ჭარბი მფმმის A_i სტრუქტურა წარმოდგინდება, როგორც $A_i = \{B_i, C_i, V_i, W_i\}$. ე. ი. $A_{კპჭ}$ ზოგადი სტრუქტურიდან გამოიყოფა $A_i \in A_{კპჭ}$ ქვესტრუქტურა, რომლის ბაზაზეც რეალიზდება $f_i \in F$ ფუნქცია.

კომპონენტურად ჭარბი მფმმისგან განსხვავებით კომუტაციურად ჭარბ მფმმს აქვს ცვალებადი სტრუქტურა. სტრუქტურის ცვლილება მიიღწევა D ცვალებადი კავშირების ხარჯზე, რომელთა საშუალებითაც აკავშირებენ მოდულის V შემავალ და W გამომავალ პოლუსებს. მაშინ კომუტაციურად ჭარბი მფმმის სტრუქტურა შეიძლება წარმოვადგინოთ კომპონენტების ხუთეულით - $A_{კმჭ} = \{B, C, D, V, W\}$.

მოდულის B ფუნქციური ელემენტები, V შემავალი და W გამომავალი პოლუსები ხისტად არიან დაკავშირებულნი ერთმანეთთან C მუდმივი კავშირებით, რომელთა საფუძველზეც წარმოიქმნება საბაზისო სტრუქტურა $A_0 = \{B, C, V, W\}$. თავის მხრივ, საბაზისო სტრუქტურა $A_0 \in A_{\text{სტრ}}$.

A_0 საბაზისო სტრუქტურის საფუძველზე ცვალებადი $D_i \subseteq D$ კავშირების საშუალებით გარკვეული $f \in F$ ფუნქციის შესასრულებლად იქმნება $A_{\text{სტრ}}$ სტრუქტურის ახალი ქვესტრუქტურა A_i .

ამგვარად, ქვესტრუქტურა $A_i \in A_{\text{სტრ}}$ წარმოიქმნება $B_i \in B$ ფუნქციური ელემენტების სასრული სიმრავლიდან, შესასვლელი $V_i \in V$ და გამოსასვლელი $W_i \in W$ პოლუსების სიმრავლით და მათ შორის $C_i \in C$ მუდმივი და $D_i \in D$ ცვალებადი კავშირების სიმრავლით.

ამგვარად, ნებისმიერი $A_i \in A_{\text{სტრ}}$ ქვესტრუქტურა, რომელიც განკუთვნილია $f \in F$ ფუნქციის რეალიზაციისათვის, წარმოდგენილია $A_i = \{B_i, C_i, D_i, V_i, W_i\}$ კომპონენტების ერთობლიობის სახით.

კომუტაციურად ჭარბი მფმმ კომპონენტურად ჭარბი მფმმისაგან განსხვავდება B ფუნქციური ელემენტების და C ხისტი კავშირების მინიმალურობით, ამიტომ $B' = B \setminus B_i$ სიმრავლის და $C' = C \setminus C_i$ კომპონენტების რაოდენობა ასევე მინიმალურია. აქედან გამომდინარე, გარკვეული მიახლოებით ითვლება, რომ

$$A_i = \{B, C, D_i, V, W\} \Rightarrow A_i = \{A_0, D_i\}.$$

ამგვარად, D_i ცვალებადი კავშირებისაგან დამოკიდებულებით A_0 საბაზისო სტრუქტურა იღებს A_i ქვესტრუქტურის მდგომარეობას, რომლის დროსაც მას შეუძლია შეასრულოს $F_i \subseteq F$ ფუნქციების გარკვეული რაოდენობა, სადაც $F_i = \{f_1, f_2, \dots, f_e\}$, ამასთან $2 < e < k$.

აქედან გამომდინარე, A_i ქვესტრუქტურა განიხილება როგორც კომპონენტურად ჭარბი მფმმის A სტრუქტურა.

სტრუქტურის ავტომატური აწყობის მფმმ - ეს არის ცვლადი ფუნქციის და მოქნილი სტრუქტურის მოდული. სტრუქტურის ავტომატური აწყობის მფმმ წარმოდგინდება როგორც კომუტაციურად ჭარბი მფმმის A_0 საბაზისო სტრუქტურის და $A_{\text{გად}}$ გადაწყობის მოდულის კომპოზიცია. $A_{\text{საა}} = \{A_0, A_{\text{გად}}\}$

გადაწყობის მოდული აგებულია B' ფუნქციონალურ ელემენტებზე, რომლებიც დაკავშირებულები არიან ერთმანეთთან და V' შესასვლელებთან C' კავშირებით. გადაწყობის მოდულში V' შესასვლელების არსებობა განპირობებულია $A_{სა}$ სტრუქტურის აწყობის შესასვლელების აუცილებლობით. მაშინ შეგვიძლია დავწეროთ, რომ $A_{\sigma}=\{B, C, V, W\}$ და $A_{\sigma\delta}=\{B', C', V'\}$ და აქედან გამომდინარე, $A_{\sigma\delta}=\{B^*, C^*, V^*, W\}$, სადაც $B^*=B\cup B'$, $C^*=C\cup C'$ და $V^*=V\cup V'$.

სტრუქტურის ავტომატური აწყობის მფმმის სინთეზისას საბაზისო სტრუქტურა სინთეზირდება კომპუტაციურად ჭარბი მფმმის საბაზისო სტრუქტურის მსგავსად. გადაწყობის მოდული გარკვეული $f\in F$ ფუნქციის რეალიზაციისას ავტომატურად, აწყობის კოდის მიხედვით ახორციელებს ცვალებად D_i კავშირებს.

ზემოთ მოტანილიდან გამომდინარე მფმმ შეიძლება განვსაზღვროთ, როგორც ავტომატი [38].

განსაზღვრება 2.1. მფმმ - ეს არის ავტომატი აწყობადი სტრუქტურით, რომელიც მოიცემა პარამეტრების სისტემით :

$$A=\{X, V, \Psi, S, \Delta, \lambda, \Phi\},$$

სადაც, $X=\{x_1, \dots, x_m\}$ - არის შემავალი მუშა ალფავიტი; $V=\{v_1, \dots, v_e\}$ - შემავალი აწყობის ალფავიტი; $Y=\{y_1, \dots, y_l\}$ - გამომავალი ალფავიტი; $S=\{s_1, \dots, s_n\}$ - მდგომარეობების სიმრავლეა; $\Delta=\{\delta_1, \dots, \delta_p\}$ - გადასვლათა ფუნქციების სიმრავლეა; $\delta_i: XxS \rightarrow S, 1 \leq i \leq p$; $A=\{\lambda_1, \dots, \lambda_q\}$ - გამოსასვლელი ფუნქციების სიმრავლეა; $\lambda_j: XxS \rightarrow Y, 1 \leq j \leq q$; $\Phi=\{\phi_1, \dots, \phi_k\}$ - აწყობის ფუნქციები ან ავტომატის ფუნქციურობაა; $\phi_g: VxS \rightarrow \Delta x \lambda, 1 \leq g \leq k$.

Φ ფუნქცია ქმნის ავტომატურ $k=e \cdot n$ გარდაქმნებს, ე. ი. $A=\{A_1, \dots, A_k\}$, რომელთაგან ყოველ მათგანს აქვს საკუთარი გრაფი $A_i \Leftrightarrow G_i (i=\overline{1, k})$. აქედან გამომდინარე, A_i -ს შეუძლია შესაბამისი $f\in F$ ფუნქციის შესრულება.

კომპონენტურად ჭარბი მფმმისთვის $A^i_{კპპ}$ -ის მოცემა $A^0_{კპპ}$ საწყის ავტომატში, ანუ $A^0_{კპპ}$ -ის მომზადება f -ს რეალიზაციისათვის ხდება კავშირების ქვესიმრავლის და B_i კომპონენტების გამოყოფის ხარჯზე, ე. ი. $A^i_{კპპ} \subset A^0_{კპპ}$ ქვეავტომატის არჩევით.

შესაბამისად, $A^0_{კპპ} \Leftrightarrow G^0_{კპპ}$, სადაც $G^0_{კპპ} = \bigcup_{i=1}^k G^i_{კპპ}$, რომელიც მიიღება ერთსახელა

წვეროების და რკალების გაიგივებით $G^i_{კპპ}$ გრაფში.

კომპუტაციურად ჭარბი მფმმის დროს $A^i_{კჟ}$ საწყის ავტომატში $A^0_{კჟ} \neq A^0_{kკჟ}$ -ის მოცემა ხდება დამატებითი ცვლადი D_i კავშირების განხორციელებით, ე. ი. $A^0_{კჟ} \subset A^i_{კჟ}$. თუ $A^0_{კჟ}$ -ში D_i ცვალეზადი კავშირები ხორციელდება კომპუტაციურად ჭარბი მფმმის დამზადების ტექნოლოგიურ პროცესში, ანუ გვაქვს ხისტი აწყობა, მაშინ $V = \emptyset$, $\Delta = \delta_i$, $\lambda = \lambda_i$ და $\Phi = \varphi_i$. შესაზამისად, ყველა F -თვის არსებობს $A_{კჟ} = \{A^i_{კჟ}\}$ და $(A^i_{კჟ} \Leftrightarrow G^i_{კჟ}) \Rightarrow (A \Leftrightarrow \{G^i_{კჟ}\})$ ავტომატების სიმრავლე. დავუშვათ, რომ არსებობს გაერთიანებული გრაფი $G^0_{კჟ} = \bigcup_{i=1}^k G^i_{კჟ}$, მაშინ შეიძლება ჩაითვლოს, რომ $G^0_{კჟ} \Leftrightarrow A^*_{კჟ}$. ამის საფუძველზე კომპუტაციურად ჭარბი მფმმ ის D_i ცვლადი კავშირების განხორციელება შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც $A^i_{კჟ} \subset A^*_{კჟ}$ ქვეავტომატის გამოყოფის პროცესი და შესაზამისად $A^i_{კჟ}$ -ში f_i ფუნქციის რეალიზაციისათვის გვექნება $G^i_{კჟ} \subset G^0_{კჟ}$.

სტრუქტურის ავტომატური აწყობის მფმმის დროს $A^0_{სა}$ -ში D_i ცვლადი კავშირები განხორციელდებიან მისი ფუნქციონირების პროცესში, ე.ი. არსებობს მოქნილი აწყობა, მაშინ $V \neq \emptyset$, $\Delta = \{\delta_i\}$, $\lambda = \{\lambda_i\}$ და $\Phi = \{\varphi_i\}$. აქედან გამომდინარე, ყველა F -თვის გვექნება ერთი ავტომატი $A^0_{სა} \Leftrightarrow G^0_{სა}$, ამასთან $A^0_{სა} \supset G^i_{კჟ}$. $A^i_{სა}$ ავტომატის გაჩენა f_i ფუნქციის რეალიზაციისათვის $A^0_{სა}$ -ში ხდება $\varphi_i \in \Phi$ აწყობის ფუნქციის საფუძველზე. შესაზამისად, $(A^i_{სა} \Leftrightarrow G^i_{სა}) \subset G^0_{სა}$.

ამგვარად, $f_i \in F$ ფუნქციის რეალიზაციისათვის ყველა ტიპის მფმმში აუცილებელია შესაზამისად $A^i_{კჟ}$, $A^i_{კჟ}$, $A^i_{სა}$ ქვეავტომატების არჩევა, რომელთათვისაც $G^i_{კჟ} = G^i_{კჟ} = G^i_{სა}$. შედეგად ვასკვნი, რომ F ფუნქციების სიმრავლის რეალიზება ხორციელდება $G = G^0_{კჟ} = G^0_{კჟ} = G^0_{სა}$ გაერთიანებული გრაფის საფუძველზე. ამგვარად სამივე ტიპის მფმმთვის ხდება ავტომატური მოდელების თანხვედრა.

როგორც აღნიშნული იყო, მრავალფუნქციურობის მიღწევის საშუალებების მიხედვით გამოიყოფა მფმმების სამი კლასი: კომპონენტური და კომპუტაციური სიჭარბეებით და სტრუქტურის აწყობით [32]. მართვის წრედების ორგანიზაციით მფმმები ასევე შეიძლება დაიყოს სამ კლასად: მეხსიერების ერთი გამოსასვლელი ელემენტით (მე), ე. ი. ერთტაქტა მფმმები; ერთი გამოსასვლელი და ერთი დამზარე მეით, ე. ი. ორტაქტა მფმმები და სხვაობითი ელემენტებით (სე) [39]. ამიტომ მფმმების სქემოტექნიკური პროექტირებისას საჭიროა მათი სტრუქტურული ვარიანტების არჩევა მრავალფუნქციურობის მიღწევის და მართვის წრედების მიხედვით,

შესასვლელი და შუალედური კომბინაციური წრედების სტრუქტურების მიღება (მფმმსთვის სტატიკურ-დინამიკური მართვით - ასევე სეის სტრუქტურა), ხოლო შემდეგ მათი სქემური რეალიზაციის დამუშავება.

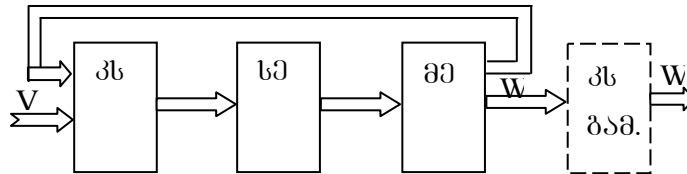
მფმმების სამი კლასი მრავალფუნქციურობის პრინციპით და სამი კლასი მართვის წრედის მიხედვით ქმნიან მფმმების ცხრა სტრუქტურული ვარიანტის სახესხვაობას. ერთტაქტა ტრივიალური და ორტაქტა მფმმები განხილულია ნაშრომში [30], ამიტომ აქ არ განიხილება. წინამდებარე ნაშრომში უპირატესობა მინიჭებული აქვს მფმმებს სტატიკურ-დინამიკური მართვით, რაც განპირობებულია ამ ტიპის მიმდევრული მოდულების ფართო გავრცელებით თანამედროვე ცსების ელემენტურ ბაზაში და სქემოტექნიკაში.

სქემოტექნიკის თვალსაზრისით მფმმების სხვადასხვა ტიპები ძირითადად განსხვავდებიან მართვის სქემის სტრუქტურით. ყველაზე მარტივი სტრუქტურა აქვთ ტრივიალურ (ერთტაქტა) კომპონენტურად ჭარბ და კომუტაციურად ჭარბ მფმმებს, რომლებიც შედგებიან ამა თუ იმ ტიპის მეხსიერების ელემენტებისაგან და შესასვლელი კომბინაციური სქემისგან (კს).კსის სახე დამოკიდებულია მფმმის დანიშნულებასა და ტიპზე, მისი სინქრონიზაციისა და აწყობის საშუალებებზე და ელემენტური ბაზის ტიპზე. მფმმის სტრუქტურაში შეიძლება გათვალისწინებული იქნას აგრეთვე გამოსასვლელი კს. სტატიკურ-დინამიკური კომპონენტურად ჭარბი, კომუტაციურად ჭარბი და სტრუქტურის ავტომატური აწყობის მფმმების ბლოკ-სქემები ნაჩვენებია შესაბამისად ნახ. 2.1 ა), ბ) და გ)-ზე. კომუტაციურად ჭარბი მფმმის სტრუქტურაში არსებობს გარე კომუტაციური პოლუსები ცვლადი D კავშირების განხორციელებისათვის, რომლებიც ნახ. 2.1 ბ)-ზე ნაჩვენებია პუნქტირული ისრებით. სტრუქტურის ავტომატური აწყობის მფმმის სტრუქტურაში, ჩამოთვლილი ბლოკების გარდა, აუცილებელია შესასვლელი კსის აწყობის სქემის (ას) გათვალისწინება. ასის დანიშნულებაა განახორციელოს მფმმის შესასვლელი V პოლუსების და კსის ლოგიკური ელემენტების შესასვლელის გარკვეული შეერთებები.

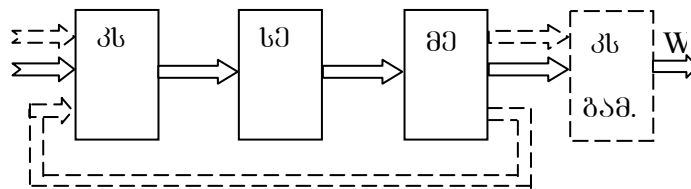
ზოგიერთი ლოგიკური, არითმეტიკული ან სპეციალური გამოთვლითი ფუნქციების რეალიზაცია მოითხოვს მფმმის სტრუქტურაში მედან კსზე

უკუკავშირებს. ამ მიზნით უკუკავშირებში აუცილებელია მეხსიერების დამატებითი ელემენტების შეტანა. მეხსიერების დამატებითი ელემენტის სახით გამოიყენება ლოგიკური ელემენტები გაზრდილი დაყოვნებით სეის შემადგენლობაში.

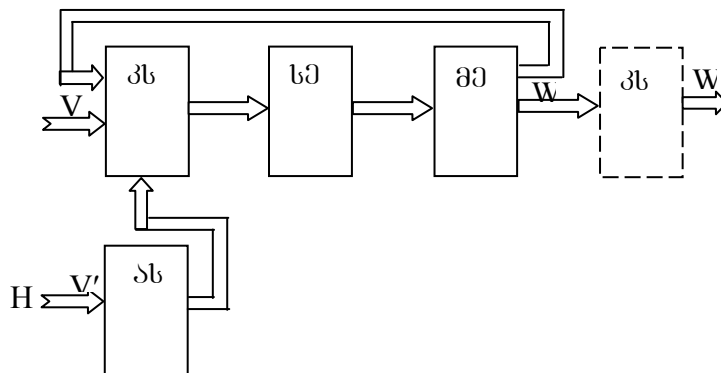
ყველა მოყვანილი სტრუქტურული ვარიანტი გამოიყენება მფმმის პროექტირებისას, მაგრამ ქმნიან გარკვეულ სიძნელეებს ოპტიმალური ვარიანტის არჩევისას.



ა)



ბ)



გ)

ნახ. 2.1

ოპტიმალური სტრუქტურული ვარიანტის არჩევა წარმოადგენს რთულ ამოცანას და ძალუმს მხოლოდ გამოცდილ დამპროექტებელს. მაგრამ, უმეტეს შემთხვევაში F ფუნქციის სიის გარდა, რომლის რეალიზაციაც უნდა მოახდინოს სინთეზირებადმა მფმმმა, მოიცემა მისი სტრუქტურაც. ამ შემთხვევაში დიდი მნიშვნელობას იძენს მფმმის სქემოტექნიკური სინთეზის ამოცანის ფორმალიზაცია.

განსხვავებით [30, 40, 41, 42]-სა, წინამდებარე ნაშრომში წარმოდგენილია სეიანი სტატკურ-დინამიკური მფმმის სინთეზის მეთოდი [43,44,45] მოცემული სტრუქტურისა, რეალიზებადი ფუნქციების სიის და საჭიროების ხარისხით რანჟირებული ფუნქციებისათვის. მოდულის დონეზე ფუნქციების რანჟირებით ხდება ერთი ძირითადი ფუნქციის გამოყოფა, რომელსაც ვუწოდოთ ფუნქცია-დომინანტი. ფუნქცია-დომინანტს სხვა ფუნქციებთან მიმართებაში აქვს უმაღლესი საჭიროების ხარისხი.

მფმმის სქემოტექნიკური პროექტირებისას საწყის მონაცემებს წარმოადგენენ სინთეზირებად მფმმით რეალიზებადი დასრულებული $F=\{f_1, f_2, \dots, f_k\}$ ფუნქციების სიები ფუნქცია-დომინანტის მითითებით და მოთხოვნები ძირითადი ელექტრული პარამეტრებისადმი.

მფმმის სინთეზის ზოგადი მეთოდი შედგება ორი ეტაპისაგან: მოდულით რეალიზებული მიკროფუნქციების საწყისი სიის განსაზღვრა; მოდულის სტრუქტურული სინთეზი.

ზოგიერთი მეთოდის [46] გამოყენება ციფრული სქემების პროექტირებისას მოითხოვს საწყისი მონაცემების მომზადებას სიტყვიერი აღწერის ან მოწყობილობის ფუნქციონირების დროითი დიაგრამების სახით.

წარმოდგენილ ნაშრომში საწყისი მონაცემების სახით გამოიყენება მიკროფუნქციებად დაყოფილი ფუნქციების სია.

I ეტაპი.

განსხვავებით [47]-გან, მიკროფუნქციების საწყისი სიის განსაზღვრა სრულდება ორ ეტაპად და ითვალისწინებს გარკვეული მოქმედებების შესრულებას $F=\{f_1, f_2, \dots, f_k\}$ ფუნქციების სიაზე, რომელთა შესრულება გათვალისწინებულია მფმმზე.

ქვეეტაპი 1.

პირველ რიგში ვახდენთ F ერთობლიობის ყოველი ფუნქციის დეკომპოზიციას მიკროფუნქციებად, ე.ი. $f_i \in F$ ფუნქციის დაყოფას მიკროფუნქციებად:

$$f_i \Leftrightarrow \{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{m_i}\} = \Phi_i, \quad i = \overline{1, k}$$

შემდეგ ვახდენთ Φ_i სიმრავლეების გაერთიანებას ყველა F ფუნქციისათვის. ამის შედეგად მივიღებთ

$$\Phi = \bigcup_{i=1}^k \Phi_i = \{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_m\}.$$

განსაზღვრება 2.2. Φ სიმრავლეს ეწოდება F ფუნქციათა სიის მიკროფუნქციების უნივერსალური სიმრავლე (მუს).

მიღებული Φ სიმრავლე სრულად ახასიათებს მფმმის, რომელიც ახდენს F ფუნქციათა სიის რეალიზაციას, ფუნქციონალურ შესაძლებლობებს.

თეორემა 2.1. თუ Φ წარმოადგენს მუსს, მაშინ მის ბაზაზე შესაძლებელია ყველა ფუნქციის რეალიზება F სიიდან.

დამტკიცება. განსაზღვრის მიხედვით f_i ფუნქციას შეესაბამება მიკროფუნქციების გარკვეული ნაკრები - $f_i \Leftrightarrow \Phi_i$. Φ_i მიკროფუნქციების სიმრავლეების გადაკვეთის შედეგად მივიღებთ მიკროფუნქციების სიას, რომელიც საერთოა ყველა ფუნქციისათვის F -დან:

$$\Phi^* = \bigcap_{k=1}^k \Phi_i = \{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{m^*}\}.$$

შემდგომ განვსაზღვრავთ Φ_i და Φ^* სიმრავლეების სხვაობებს, რომლებიც წარმოადგენენ მიკროფუნქციების საკუთარ სიმრავლეებს ყოველი $f_i \in F$ -თვის

$$V_i = \Phi_i \setminus \Phi^* = \{\varphi_{m_0+1}, \varphi_{m_0+2}, \dots, \varphi_{m_i}\}.$$

შესაბამისად, $\Phi_i = \{\Phi^*, V_i\}$, ე. ი. ნებისმიერი ფუნქცია მოიცავს მიკროფუნქციების Φ^* სიმრავლეს, რომელიც წარმოადგენს საერთო ნაწილს F სიმრავლიდან ყველა ფუნქციისათვის და მიკროფუნქციების V_i სიმრავლეს, რომელიც არ წარმოადგენს საერთო ნაწილს F სიმრავლიდან ყველა ფუნქციისათვის.

V_i სიმრავლეების გაერთიანებით ვიღებთ მიკროფუნქციების V სიმრავლეს $V = \bigcup_{i=1}^k V_i$, რომელიც არ წარმოადგენს საერთო ნაწილს F სიმრავლის ყველა ფუნქციისათვის, ე. ი. V სიმრავლე წარმოადგენს Φ^* სიმრავლის დამატებას - $V = \overline{\Phi^*}$.

ცხადია, რომ $V = \Phi \setminus \Phi^* = \{\varphi_{m_0+1}, \varphi_{m_0+2}, \dots, \varphi_{m_i}\}$. შესაბამისად $\Phi = \Phi^* \cup V$. ამგვარად Φ მიკროფუნქციების უნივერსალური სიმრავლე შეიცავს ყველა მიკროფუნქციას, რომლებიც აუცილებელნი არიან F სიის რეალიზაციისათვის და ყველა საკუთარ მიკროფუნქციას $f_i (i = \overline{1, k})$ ფუნქციისათვის. თეორემა დამტკიცებულია.

ქვეტაპი 2.

ზემოთ მოცემული იყო ზოგადი მიდგომა მუსის განსაზღვრისათვის, რაც სრულდება F ფუნქციების რეალიზაციის მიკროფუნქციების სიმრავლეების გაერთიანებით. შესაბამისად, ყოველი $f_i \in F$ ფუნქცია რეალიზდება მუსის ქვესიმრავლეზე. ეს მეთოდი გამოყენებადია F ფუნქციების რეალიზაციის მხოლოდ მკაცრად განსაზღვრული მიკროპროგრამების არსებობისას. მაგრამ მფმმის სინთეზისა და გამოყენების გამოცდილება აჩვენებს, რომ ფუნქციები მათზე რეალიზდებიან სხვადასხვა ვარიანტებად, ე. ი. განსხვავებული მიკროპროგრამებით სხვადასხვა მიკროფუნქციების საფუძველზე. სინთეზირებად მოდულში F -დან ფუნქციების რეალიზაციის სხვადასხვა ვარიანტების იგნორირებას მუსის განსაზღვრისას მივყავართ მფმმის არაოპტიმალურ სტრუქტურამდე როგორც სირთულის და სწრაფქმედების, ასევე საიმედოობის თვალსაზრისით [48,49,50,73].

ვარიანტების არჩევა ხორციელდება ისეთნაირად, რომ მიღებული იქნას მინიმალური სირთულის მფმმ და მიღწეული იქნას მაღალი სწრაფქმედება ყველა ან ცალკეული ფუნქციების რეალიზაციისას.

მინიმალური აპარატურული დანახარჯების მისაღწევად აირჩევა ის ვარიანტები, რომელთა რეალიზაციისთვისაც საჭიროა მიკროფუნქციების მინიმალური რაოდენობა. ამგვარადვე განისაზღვრება ფუნქციის რეალიზაციის მინიმალური დრო. ამასთან ის მიკროფუნქციები, რომელთა რეალიზაცია ითვლება ერთ მიკროფუნქციად, მოთავსებულია ფრჩხილებში. შესაძლებელია დროში პარალელურად, პირობითად ითვლება ერთ მიკროფუნქციად.

II ეტაპი.

წარმოდგენილ ნაშრომში შემოთავაზებულია მფმმის სინთეზის მეთოდი, რომელიც დამუშავებულია მოდიფიცირებული ლექსიკურ-ოპერატორული მეთოდის

[41] საფუძველზე და $F=\{f_1, f_2, \dots, f_k\}$ ფუნქციების სიაში ითვალისწინებს ფუნქცია-დომინანტის არსებობას.

მფმმის სინთეზი ხორციელდება ეტაპობრივად.

1. გადასვლათა პირველადი ცხრილების შედგენა. მუსის საფუძველზე ხდება რამდენიმე გადასვლათა პირველადი ცხრილის შედგენა. გადასვლათა ყოველი ცხრილის შესადგენად აიღება 2-3, მაგრამ არაუმეტეს 6 მიკროფუნქციისა. ცხრილები აიგება ცნობილი მეთოდის შესაბამისად. ცალკე დგება პირველადი ცხრილი ფუნქცია-დომინანტის მიკროფუნქციებისათვის.
2. გადასვლათა პირველადი ცხრილების შეკვეცა ხორციელდება გადასვლათა ყველა ცხრილისთვის.
3. მფმმის შიდა მდგომარეობების კოდირება ხორციელდება გადასვლათა ბარათების მიღების შესაბამისად.
4. შიდა მდგომარეობების ბარათების შედგენა ხორციელდება მათი კოდირების შედეგების შესაბამისად.
5. შიდა ცვლადების გადასვლათა ფუნქციების ბარათების შედგენა ხორციელდება შიდა მდგომარეობების მიღებული ბარათების საფუძველზე.
6. მფმმის ტრიგერების შესასვლელი ფუნქციების მიღება და მინიმიზაცია ხორციელდება ტრიგერების გადასვლათა ფუნქციების შედგენილი ბარათების საფუძველზე გადასვლათა ოპერატორული ლექსიკონების საშუალებით.
7. მფმმის ტრიგერების შესასვლელისათვის საერთო ფორმულების მიღება ხდება შესასვლელის მიღებული ფუნქციების საფუძველზე, რომლებშიც ცალკე გამოიყოფა ფუნქცია-დომინანტის ფუნქციები. დარჩენილი შესასვლელი ფუნქციების სიმრავლეში ხორციელდება ერთსახელა შესასვლელის ფუნქციების გაერთიანება დიზიუნქციის (თუ ბიპოლარული უჯრედები სინთეზირდებიან ან-არა სქემებზე) და კონიუნქციის ოპერაციების (თუ ბიპოლარული უჯრედები სინთეზირდებიან და-არა სქემებზე) საშუალებით. შესასვლელის მიღებული საერთო ფორმულები მინიმიზირდებიან.

8. შესასვლელების მიღებული საერთო ფორმულები და ფუნქცია-დომინანტის შესასვლელი ფუნქციები გაერთიანდებიან იგივე წესით და მიღებული შესასვლელების საერთო ფუნქციები არ მინიმიზირდებიან.
9. მფმმის სტრუქტურული სქემის შედგენა სრულდება მიღებული საერთო ფორმულების გარდაქმნის შემდეგ იმ სახით, რომელიც მოსახერხებელია მოცემულ ან არჩეულ ელემენტურ ბაზაზე რეალიზაციისათვის.
10. მფმმის ელექტრული სქემის შედგენა და მისი ელექტრული და დროითი პარამეტრების განსაზღვრა ხორციელდება ცნობილი მეთოდებით მიღებული სტრუქტურული სქემის საფუძველზე.

შემოთავაზებული მეთოდის საშუალებით სინთეზირებულია რიგი მფმმისა, რაც ადასტურებს მეთოდის ეფექტურობას, რომელიც მდგომარეობს მფმმების მარტივი და საიმედოდ ფუნქციონირებადი სქემების მიღებაში ისე, რომ შენარჩუნებული იქნას ფუნქცია-დომინანტის რეალიზაციის დროითი და ელექტრული პარამეტრები.

სინთეზის შემოთავაზებული მეთოდის დემონსტრირების მიზნით მოვახდინოთ კომპონენტურად ჭარბი მფმმის სინთეზი. დავუშვათ, რომ სინთეზირებადი მფმმ წარმოადგენს n -თანრიგა ძვრის რეგისტრის j -ურ თანრიგს. ამრიგად, სინთეზირებადი მფმმსთვის ფუნქცია-დომინანტი არის ძვრის რეგისტრის ფუნქცია (f_j). იგი ასევე გამოიყენება სტატიკური რეგისტრის სახით, რომელიც დამატებით ახდენს ზოგიერთი თანრიგობრივი ლოგიკური ფუნქციის რეალიზაციას. რეალიზებული $F=\{f_1, f_2, \dots, f_{10}\}$ ფუნქციების სრული ჩამონათვალი მოყვანილია ცხრ. 2.1-ში.

ამის შემდეგ აუცილებლად უნდა აირჩეს მეხსიერების ელემენტის ტიპი.

ცხრილი 2.1

##	რეალიზებადი ფუნქციის სახელწოდება
f_1	x_j ოპერანდის მიღების ფუნქცია;
f_2	კოდის უფროსი თანრიგების მიმართულებით ძვრის ფუნქცია;
f_3	კოდის უმცროსი თანრიგების მიმართულებით ძვრის ფუნქცია;
f_4	x_j და y_j ოპერანდების დიზიუნქციის ფუნქცია;
f_5	x_j და y_j ოპერანდების კონიუნქციის ფუნქცია;
f_6	x_j და y_j ოპერანდების $mod2$ -ით შეკრების ფუნქცია;

f_7	x_j და y_j ოპერანდების შეფერის ფუნქცია;
f_8	x_j და y_j ოპერანდების პირის ფუნქცია;
f_9	x_j ოპერანდის ინვერსიის ფუნქცია;
f_{10}	x_j და y_j ოპერანდების ტოლფასოვნების ფუნქცია;

2.1 ცხრილის თანახმად, სინთეზირებადი მფმმ უნდა ფლობდეს ფართო ფუნქციურ შესაძლებლობებს. ამიტომ საჭიროა არჩეული იქნას მაღალი ფუნქციური შესაძლებლობების და აპარატურული დანახარჯების შემცირების მიზნით, მინიმალური სირთულის მქონე მეხსიერების ელემენტი. ამ მოთხოვნებს მთლიანად აკმაყოფილებს RS -ტრიგერი [51] და მის ბაზაზე სინთეზირებული მრავალფუნქციური ტრიგერები [52, 53, 54,55]. RS -ტრიგერს აქვს ორი შესასვლელი და ორი გამოსასვლელი, რომლებიც, სინთეზირებად მფმმში ზედმეტი აპარატურული დანახარჯების თავიდან აცილების მიზნით, გამოყენებული უნდა იქნან მთლიანად. ამიტომ მფმმის RS -ტრიგერში ამოქმედებული უნდა იყოს როგორც R და S შესასვლელები, ასევე გამოსასვლელები - პირდაპირი Q და ინვერსიული \bar{Q} .

RS -ტრიგერის მახასიათებელი განტოლების ანალიზის და რეგისტრებზე F ფუნქციის რეალიზაციის ცნობილი ხერხების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ 2.1 ცხრილიდან ზოგიერთი ფუნქციის რეალიზაციისათვის, მაგალითად f_6 და f_{10} , აუცილებელია გარკვეული დამატებითი მოწყობილობა რეგისტრში ორი ოპერანდის ერთდროული მიწოდებისათვის და ორიდან ერთ-ერთი ოპერანდის დროებითი შენახვისათვის. f_1-f_{10} ფუნქციების რეალიზაციის მოთხოვნებს სრულებით აკმაყოფილებს მფმმის სტრუქტურის სეიანი სქემა (ნახ. 2.1, ა).

განვიხილოთ კომპუტაციურად ჭარბი სტატიკურ-დინამიკური მფმმის სინთეზი. წინასწარ დავუშვათ, რომ $f_i \in F$ ფუნქციის რეალიზაციის შედეგი გროვდება ტრიგერში და მიიღება მის პირდაპირ QI_j ან ინვერსიულ \bar{QI}_j გამოსასვლელებზე.

ზემოთ აღწერილი მეთოდიკის თანახმად, განვიხილოთ კომპუტაციურად ჭარბი მფმმის სინთეზი ტარდება ეტაპების მიხედვით.

I ეტაპი. მუსის განსაზღვრა.

ქვეტაბი 1. განისაზღვრება მიკროფუნქციების საწყისი სია.წინასწარ ვახდენთ F -დან ყოველი ფუნქციის დაყოფას მიკროფუნქციებად. ამ მიზნით განისაზღვრება F ფუნქციების შესრულების მიკროპროგრამები.

მგმმის სტრუქტურაში RS -ტრიგერის არსებობა ზოგიერთი ფუნქციისთვის ქმნის მათი რეალიზაციის სხვადასხვა ვარიანტებს. ეს იმით აიხსნება, რომ ფუნქციების შესრულება შეიძლება შემავალ ოპერანდზე და ტრიგერის შემცველობაზე. აუცილებელია, რომ F ფუნქციების ჩამონათვალი (ცხრ. 2.1) შეივსოს ამ ვარიანტებით.

ფუნქციების დამატებითი ვარიანტებით ახალი სიის შედგენისას გათვალისწინებული უნდა იქნას აგრეთვე ზოგიერთი ფუნქციების ურთიერთინვერსიულობა. რადგან ფუნქციის რეალიზაციის შედეგს ვიღებთ ტრიგერის პირდაპირ QI_j ან ინვერსიულ $\overline{QI_j}$ გამოსასვლელზე, ამიტომ სინთეზის გასამარტივებლად მიზანშეწონილია ახალი სიიდან გამოვრიცხოთ ერთი ან ორი ურთიერთინვერსიული ფუნქცია. შესაბამისად, F ფუნქციების სიიდან შეიძლება გამოვრიცხოთ f_7-f_{10} ფუნქციები.

ამგვარად, ვიღებთ F' ფუნქციების შემოკლებულ სიას ყოველი ფუნქციის რეალიზაციის დამატებითი ვარიანტებით. ამ ფუნქციების და მათი რეალიზაციის მიკროპროგრამების ჩამონათვალი მოყვანილია ცხრ. 2.2-ში.

ფუნქციების რეალიზაციის ვარიანტები აღნიშნულია ზედა ინდექსებით, ხოლო ფრჩხილებში მითითებულია ის მიკროფუნქციები, რომელთა შესრულებაც დაშვებულია ერთდროულად.

აუცილებელი მიკროფუნქციების სია მოყვანილია ცხრ. 2.3-ში. იქვე ჩამოთვლილია მათი შესრულების შესაბამისი ოპერატორები.

x_j -ით აღნიშნულია შესასვლელი ოპერანდის თანრიგი, Q_{j-1} და Q_j - რეგისტრის მეზობელი შესაბამისად $(j-1)$ -ური და $(j+1)$ -ური თანრიგების Q_{j-1} და Q_{j+1} ტრიგერების მდგომარეობანია.

ცხრილი 2.2

ფუნქციის აღნიშვნა	ფუნქციის რეალიზაციის მიკროპროგრამა
f_1^1	$\varphi_H \varphi_1 \varphi_2 \varphi_K$
f_2^2	$\varphi_H \varphi_1 (\varphi_8 \varphi_9) \varphi_K$
f_3^1	$\varphi_H (\varphi_4 \varphi_5) \varphi_K$

f_3^1	$\varphi_H(\varphi_6\varphi_7) \varphi_K$
f_4^1	$\varphi_H\varphi_2\varphi_K$
f_4^2	$\varphi_H\varphi_8\varphi_K$
f_5^1	$\varphi_H\varphi_7\varphi_8$
f_6^1	$\varphi_H(\varphi_8\varphi_9) \varphi_K$

ცხრილი 2.3

მიკროფუნქცია	ოპერატორი
φ_1	$T_j = 0$
φ_2	$T_j = Q_j \vee x_j$
φ_3	$T_j = Q_j \& x_j$
φ_4	$T_j = Q_j \vee x_{j-1}$
φ_5	$T_j = Q_j \& x_{j-1}$
φ_6	$T_j = Q_j \vee x_{j+1}$
φ_7	$T_j = Q_j \& x_{j+1}$
φ_8	$T_j = \overline{Q_j} \& x_j \vee Q_j$
φ_9	$T_j = \overline{Q_j} x_j T_j$

ამგვარად, F' -დან ყველა ფუნქციის რეალიზაციისათვის აუცილებელია მიკროფუნქციების სიმრავლე $\Phi = \{\varphi_1, \dots, \varphi_9\}$. მაგრამ, ცხრ. 2.2-ში ნაჩვენებია, რომ F' -ზე გარკვეული ფუნქციები რეალიზდებიან სხვადასხვა ვარიანტებით. აუცილებელია დუბლირებული ვარიანტების გამოორიცხვა.

ქვეტაპი 2. რადგან სინთეზირებადი მფმმ უპირატესად განკუთვნილია ძვრის რეგისტრების ასაგებად, ამიტომ ზოგადად სწრაფქმედების მხრივ საუკეთესოს ასარჩევად ვარიანტების ანალიზი საჭიროა დაიწყოს ძვრის ფუნქციიდან. ვინაიდან ფუნქცია-დომინანტის f_2^1 რეალიზაციის მხოლოდ ერთი ვარიანტი არსებობს, ამიტომ ამ შემთხვევაში არჩევის პროცედურის ჩატარება საჭირო არ არის. დანარჩენი ფუნქციების ვარიანტები აირჩევა მიკროფუნქციების სიმრავლეების გადაკვეთების უმეტესობით.

ამგვარად, F' ფუნქციების საბოლოო სიას აქვს შემდეგი სახე:

$$F^* = \{f_1^2, f_2^1, f_3^1, f_4^2, f_5^1, f_6^1\},$$

რომლის საფუძველზეც განისაზღვრება მიკროფუნქციების უნივერსალური სიმრავლე მუსი-

$$\Phi^* = \{\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4, \varphi_5, \varphi_6, \varphi_7, \varphi_8, \varphi_9\}.$$

მფმში ყოველი ფუნქციის შესრულება ხდება შესაბამის სალტზე მმართველი სიგნალის მიწოდებით. ზოგიერთი მიკროფუნქცია F' -ის ყველა ფუნქციაში სრულდება ერთდროულად, ამიტომ სინთეზის დანარჩენი ეტაპების მოსახერხებელი შესრულებისათვის მიზანშეწონილია ასეთი ფუნქციების გაერთიანება მმართველი სიგნალის ერთი სიმბოლოს ან სალტის ნომრის ქვეშ.

ჩვენი მაგალითისათვის შემოვიტანოთ აღნიშვნები:

$$\varphi_1 \leftrightarrow V1, \varphi_3 \leftrightarrow V2, \{\varphi_4 \varphi_5\} \leftrightarrow V3, \{\varphi_6 \varphi_7\} \leftrightarrow V4, \{\varphi_8 \varphi_9\} \leftrightarrow V5.$$

მიკროფუნქციების შემოღებული აღნიშვნების საფუძველზე Φ^* მუსი შეიძლება წარმოვადგინოთ მფმის მმართველი სიგნალების შემოკლებული რიცხვით:

$$V^* = \{V1, \dots, V5\}.$$

ოპერატორების ჩამონათვალი, რომლებიც რეალიზდებიან V^* -დან მმართველი სიგნალების შესაბამის სალტზე მიწოდებისას, მოცემულია ცხრ. 2.4-ში. ცხრილში გამოკვეთილია ფუნქცია-დომინანტის ოპერატორი $V3$.

ამის შემდეგ სრულდება მფმის სტრუქტურული სინთეზი ზემოთ მოტანილი მეთოდით.

ცხრილი 2.4

სიგნალის მარტვა	ოპერატორი	შინაარსი
$V1$	$T_j = 0$	ტრიგერის განულება
$V2$	$T_j = Q_j \& X_j$	ტრიგერის შემცველობის და შემავალი ოპერანდის კონიუნქცია
$V3$	$T_j = Q_{j-1}$	მეზობელი $(j-1)$ მფმის ტრიგერის შემცველობის შეტანა ტრიგერში
$V4$	$T_j = Q_{j+1}$	მეზობელი $(j+1)$ მფმის ტრიგერის შემცველობის შეტანა ტრიგერში
$V5$	$T_j = Q_j \oplus X_j$	ტრიგერის შემცველობის და შემავალი ოპერანდის $mod2$ -ით შეკრება

II ეტაპი. გადასვლათა პირველადი ცხრილების შედგენა ხდება სიგნალების V^* სიმრავლისათვის ცხრ. 2.4-ში მოყვანილი ოპერატორების საფუძველზე.

პირველადი ცხრილების შედგენის პროცესის გასამარტივებლად V^* სიმრავლე უნდა დავყოთ 1 ქვესიმრავლედ - $V^* = \bigcup_{i=1}^l V_i^*$. V_i^* ქვესიმრავლეში ვრთავთ $V1$ განულების მიკროფუნქციას და გამოვრიცხავთ შემდგომი განხილვიდან გადაწყვეტის სიცხადის გამო. ასევე V_2^* ქვესიმრავლეში ვრთავთ $V3$ ფუნქცია დომინანტის ოპერატორს და გამოვრიცხავთ შემდგომი განხილვიდან. დანარჩენი $V3-V5$ ოპერატორებისთვის ყოველ ქვესიმრავლეში ვრთავთ: თუ ოპერატორი ახორციელებს გარდაქმნებს ორ ცვლადზე, მაშინ ქვესიმრავლეში ხდება ერთი ოპერატორის ჩართვა, თუ ერთსა და იმავე ცვლადზე - მაშინ ორი ოპერატორის ჩართვა. ჩვენი მაგალითის შემთხვევაში, თითოეულ ქვესიმრავლეში ჩაირთვება ერთი ოპერატორი.

გადაწყვეტის ტრივიალობიდან გამომდინარე, გადასვლების პირველადი ცხრილები აქ არ მოიტანება. მფმმ სეით მოიცავს მხოლოდ ერთ ტრიგერს. აქედან გამომდინარე, მისი მდგომარეობა აღიწერება ერთი შიდა ცვლადით. ამიტომ ჩვენი მაგალითის შემთხვევაში მფმმის სინთეზისას შიდა მდგომარეობათა რიცხვის შეკვეცა და შიდა მდგომარეობების კოდირება არ მოითხოვება და შესაბამისად სინთეზის ეს ეტაპები არ გვექნება.

ამრიგად, მოითხოვება მხოლოდ F_2 გადასვლების ფუნქციების განსაზღვრა, რომელთა ბარათები მოტანილია ნახ.2.2-ზე.

IV ეტაპი. გადასვლათა ლექსიკონის საშუალებით (ცხრ. 2.5), რომელიც აღებულია სამუშაო [46]-დან, გადასვლათა ბარათების საფუძველზე (ნახ. 2.2) სეთვის აიგება I_s და I_r იმპულსურ - საჩვენებელი მმართველი ფუნქციების კარნოს ბარათები, რომლებიც ახდენენ S' და R' შესასვლელელებზე გადამრთველი იმპულსების ფორმირებას. კარნოს ბარათები I_s და I_r მმართველი ფუნქციების განსაზღვრად ნაჩვენებია ნახ. 2.3-ზე.

$$\begin{array}{l} Q_{j+1} \bar{Q}_{j+1} V3 \\ \hline Q_j \bar{Q}_{j-1} V4 \end{array}$$

	000	001	011	010	110	111	101	100
0	0	0	0	0	-	-	Δ	0
1	1	1	∇	1	-	-	1	1

$x_j \bar{Q}_j V5$
 Q_j

	000	001	011	010	110	111	101	100
0	0	0	0	0	0	0	Δ	0
1	1	1	1	1	1	∇	1	1

$x_j V2$
 Q_j

	00	01	11	10
0	0	0	0	X
1	1	∇	1	1

ნახ.2.2

ცხრილი 2.5

F_Q	$S_{V'}$	$R_{V'}$	$S_{\&'}$	$R_{\&'}$
0	0	X	x	1
1	x	0	1	x
Δ	d	0	1	\bar{d}
∇	0	D	\bar{d}	1

$Q_j \diagdown x_j V_2$

	00	01	11	10	
0	x	x	0	x	$I_R^{V_2}$
1	0	δ	0	0	

0	0	0	0	0	$I_S^{V_2}$
1	x	0	X	x	

$Q_j \diagdown \begin{matrix} Q_{j-1} \bar{Q}_{j-1} V_3 \\ Q_{j+1} \bar{Q}_{j+1} V_4 \end{matrix}$

À)

	000	001	011	010	110	111	101	100	
0	x	x	x	x	x	x	0	x	I_R V_3, V_4
1	0	0	d	0	x	x	0	0	

0	0	0	0	0	x	x	d	0	$I_S^{V3, V4}$
1	x	x	0	x	x	x	x	x	

ა)

$x_j \bar{Q}_j V5$

Q_j

	000	001	011	010	110	111	101	100	
0	x	x	x	x	x	x	0	x	I_R^{V5}
1	0	0	0	0	0	d	0	0	

0	0	0	0	0	x	0	d	0	I_S^{V5}
1	x	x	x	x	x	0	x	x	

ნახ. 2.3

ბ)

ამგვარად, მინიმიზაციის შემდეგ I_S და I_R ფუნქციები იღებენ შემდეგ სახეს:

$$I_R^{V2} = (\bar{x}_j V2)' d \bar{c};$$

$$I_S^{V2} = 0;$$

$$I_R^{V3} = (\bar{Q}_{j-1} \bar{Q}_{j-1} V3)' d \bar{c} = (\bar{Q}_{j-1} V3)' d \bar{c};$$

$$I_S^{V3} = (\bar{Q}_{j-1} V3)' d \bar{c};$$

$$I_R^{V4} = (\bar{Q}_{j+1} V4)' d\bar{c};$$

$$I_S^{V4} = (Q_{j+1} V4)' d\bar{c};$$

$$I_R^{V5} = (x_j Q_j V5)' d\bar{c}.$$

ზემოთ მოყვანილი მეთოდის თანახმად $I_R^{V_i}$ და $I_S^{V_i}$ გამოსახულებები, ერთიანდებიან. გაერთიანება ხდება დიზიუნქციის ოპერაციის საშუალებით. $I_R^{V_i}$ და $I_S^{V_i}$ გამოსახულებების გაერთიანება ხდება ორ ეტაპად. პირველ ეტაპზე ერთიანდება ყველა იმპულსური ფუნქცია გარდა ფუნქცია - დომინანტის შესაბამისი იმპულსური ფუნქციებისა: I_R^{V3} და I_S^{V3} .

$$I_R^{\vee} = (x_j V2)' d\bar{c} \vee (\bar{Q}_{j-1} V3)' d\bar{c} \vee (\bar{Q}_{j+1} V4)' d\bar{c} \vee (x_j Q_j V5)' d\bar{c} =$$

$$= [(x_j V2)' \vee (\bar{Q}_{j+1} V4)' \vee (x_j Q_j V5)'] d\bar{c} = [I_R^{\vee}]' d\bar{c};$$

$$I_R^{V3} = (\bar{Q}_{j-1} V3)' d\bar{c};$$

$$I_R = [I_R^{\vee}]' d\bar{c} \vee (\bar{Q}_{j-1} V3)' d\bar{c} = [(I_R^{\vee}) \vee (\bar{Q}_{j-1} V3)]' d\bar{c};$$

$$I_S^{\vee} = (Q_{j+1} V4)' d\bar{c} \vee (x_j Q_j V5)' d\bar{c} =$$

$$= [(Q_{j+1} V4)' \vee (x_j Q_j V5)'] d\bar{c} =$$

$$= [I_S^{\vee}]' d\bar{c}.$$

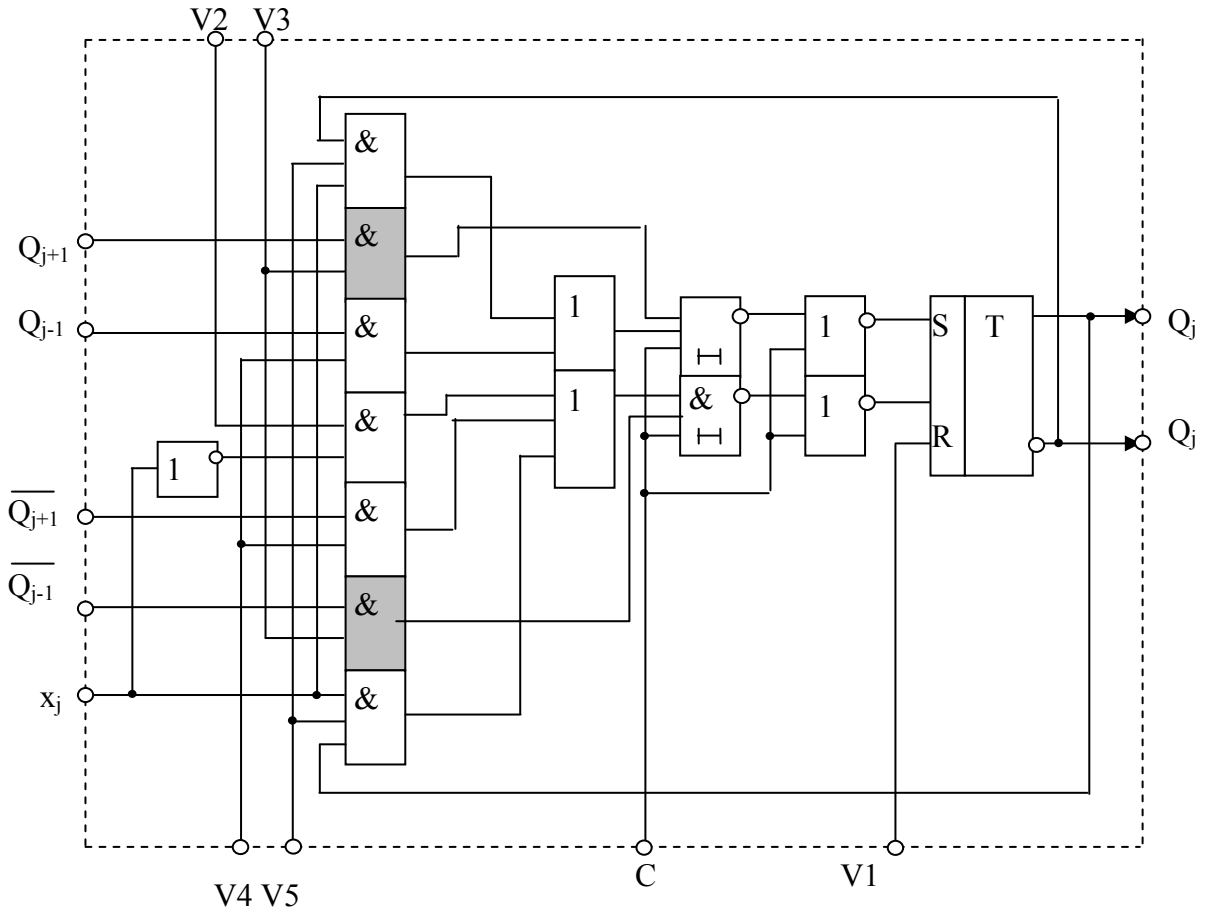
$$I_S^{V3} = (\bar{Q}_{j-1} V3)' d\bar{c};$$

$$I_S = [I_S^{\vee}]' d\bar{c} \vee (\bar{Q}_{j-1} V3)' d\bar{c} = [(I_S^{\vee}) \vee (\bar{Q}_{j-1} V3)]' d\bar{c}.$$

მიღებული გამოსახულებების საფუძველზე ხდება მფმმის ფუნქციური სქემის შედგენა, რომელიც ნაჩვენებია ნახ. 2.4-ზე [56,57].

I_R გამოსახულება არ მოიცავს $V1$ ოპერატორს, რადგან მფმმის განულება შეიძლება განხორციელდეს პოტენციალური სიგნალითაც უშუალოდ მეზე მიწოდებით.

ნახ. 2.4



მოტანილი მეთოდით რეალიზებულია რიგი მფმმების [58,59,60,61,62,63,64,74,75,76], რაც ადასტურებს შემოთავაზებული მეთოდის ეფექტურობას.

კომპუტაციურად ჭარბი მფმმის სინთეზი მოდიფიცირებული ლექსიკურ-ოპერატორული მეთოდით რთულია და წარმოადგენს შრომატევად პროცესს. ეს იმასთანაა დაკავშირებული, რომ კომპუტაციურად ჭარბი მფმმზე გარკვეული ფუნქციის რეალიზაციისათვის საჭიროა მისი სტრუქტურის შეცვლა ცვლადი კავშირების საშუალებით.

კომპუტაციურად ჭარბი მფმმის წარმოადგენს A_0 ცვლადი სტრუქტურის საბაზისო სქემას, რომელიც იცვლება გარე შესასვლელების პოლუსებისა და

გამოსასვლელი პოლუსის D ცვლადი ელექტრული შეერთებებით. გარკვეული f_i ($i=\overline{1,k}$) ფუნქციის რეალიზაციისათვის $F=\{f_1, \dots, f_k\}$ ფუნქციების სიიდან A_0 საბაზისო სტრუქტურაზე $D_i \in D$ ცვალეზადი კავშირების სიმრავლის საშუალებით იქმნება ახალი A_i სტრუქტურა. შესაბამისად, გამოყოფილი ფუნქცია-დომინანტის შემთხვევაში სინთეზის მეთოდით A_0 საბაზისო სტრუქტურის საპოვნელად აუცილებელია ყოველი $f_i \in F$ ფუნქციის რეალიზაციის $\{A_i\}$ სტრუქტურების აგება. $\{A_i\}$ სტრუქტურების პოვნის შემდეგ საჭიროა მათი საერთო ნაწილის გამოყოფა - A_0 საბაზისო სტრუქტურის D ცვალეზადი კავშირების გამორიცხვით.

სინთეზის ასეთი პროცედურის ჩატარება წარმოადგენს შრომატევად ამოცანას, სინთეზის ზოგიერთი ეტაპის ავტომატიზაციის მაღალი დონის შემთხვევაშიც კი. გარდა ამისა, სინთეზის მეთოდი არ ითვალისწინებს უშუალოდ A_0 საბაზისო სტრუქტურის $\{A_i\}$ სტრუქტურებიდან გამოყოფის პროცესის ფორმალიზაციას, და შესაბამისად, მოითხოვება დამპროექტებლის მაღალი კვალიფიკაცია.

[65]-ში შემოთავაზებულია კომპუტაციურად ჭარბი მდგმის სინთეზის მეთოდი გრაფების საშუალებით, რომელიც არ საჭიროებს სინთეზის პროცესში დამმუშავებლის ევრისტიკულ ჩარევას. ამ მეთოდის თანახმად m -თანრიგა მრავალფუნქციური რეგისტრის რომელიმე ρ -ური თანრიგის კომპუტაციურად ჭარბი მდგმის სინთეზის პროცედურა შედგება რამდენიმე ეტაპისგან.

I ეტაპი. ხდება $\Phi=\{\varphi_1, \dots, \varphi_n\}$ მიკროფუნქციების სიის განსაზღვრა განხილული მეთოდის მიხედვით.

II ეტაპი. Φ -დან ყველა მიკროფუნქციისათვის იგება მათი რეალიზაციის შესაბამისი ტრივიალური ფუნქციური სქემები $E=\{e_1, \dots, e_n\}$, რომელთაგანაც ყოველი მათგანი წარმოდგენილია $G_j=(\Omega_j, U_j)$ ($j=\overline{1, n}$) ორიენტირებული გრაფით. ამ მიზნით $e_j \in E$ სქემის B_j ფუნქციონალურ ელემენტებს და V_j შესასვლელ პოლუსებს მიესადაგება L_j და W_j შესაბამისი წვეროები ($\Omega_j=\{L_j, W_j\}$), ხოლო C_j კავშირებს - G_j გრაფის U_j რკალები. ამასთან, U_j რკალების მიმართულებებზე აიღება ინფორმაციის გადაცემის მიმართულებები B_j ელემენტებსა და V_j პოლუსებს შორის. L_j ფუნქციური ელემენტების წვეროები მოიცავენ L_j^e ლოგიკური ელემენტების წვეროებს და მეხსიერების, ე. ი. L_j^f ტრიგერების, ელემენტებს. თუ სინთეზირებად მოდულს აქვს

ორტაქტა სტრუქტურა, მაშინ L_j^T სიმრავლე შედგება ორი ელემენტისაგან $- L_j^T = \{I_j^{T1}, I_j^{T2}\}$ ან ერთი ელემენტისაგან $- L_j^T = \{I_j^{T1}\}$ ან $L_j^T = \{I_j^{T2}\}$. L_j^e წვეროების სიმრავლე მოიცავს ლოგიკურ ელემენტებს da, an, ara და სხვ. $- L_j^e = \{I_j^{da}, I_j^{an}, \dots\}$. W_j შესასვლელი პოლუსების წვეროები მოიცავენ შესასვლელი საინფორმაციო W_j^i პოლუსების წვეროების და შესასვლელი მმართველი W_j^p პოლუსების წვეროების ქვესიმრავლეებს. W_j^i სიმრავლე მოიცავს მოცემული ρ -ული მფმმის საინფორმაციო შესასვლელი სალტეების x_ρ პირდაპირ და \bar{x}_ρ ინვერსიულ წვეროებს და შესასვლელი საინფორმაციო სალტეების $Q_{\rho-1}$ $Q_{\rho+1}$, $\bar{Q}_{\rho-1}$ და $\bar{Q}_{\rho+1}$ წვეროებს, რომლებიც წარმოადგენენ მეზობელი $(\rho-1)$ -ული და $(\rho+1)$ -ული მოდულების პირდაპირ და ინვერსიულ გამოსასვლელს. ამგვარად, $W_j^i = \{w_j^{x_\rho}, w_j^{\bar{x}_\rho}, w_j^{Q_{\rho-1}}, w_j^{Q_{\rho+1}}, w_j^{\bar{Q}_{\rho-1}}, w_j^{\bar{Q}_{\rho+1}}\}$. W_j^p სიმრავლე ერთელემენტურია $- W_j^p = \{w_j^{p_j}\}$, რადგან სქემა e_j განკუთვნილია მხოლოდ ერთი ϕ_j მიკროფუნქციის რეალიზაციისათვის და შესაბამისად აქვს ერთი მმართველი შესასვლელი პოლუსი.

რკალების სიმრავლე U_j მოიცავს L_j და W_j წვეროების ინციდენტურ ყველა რკალს, მაგრამ სინთეზის შემდეგი ეტაპების განსახორციელებლად მოსახერხებელია გამოიყოს L_j^T წვეროების ინციდენტური რკალები. ამასთან L_j^T წვეროებში შემავალი რკალები აღინიშნებიან u_j^S და u_j^R -ით შესაბამისად ტრიგერის ერთეულოვან და ნულოვან მდგომარეობაში დასაყენებლად, ხოლო გამოსასვლელი რკალები $- u_j^Q$ და $u_j^{\bar{Q}}$ -ით.

III ეტაპი. G_j გრაფში გამოიყოფა I_j^e წვერო, რომელიც ინციდენტურია w_j -დან გამომავალი და L_j^T -ში შემავალი რკალებისა. თუ ამასთან I_j^e ინციდენტურია ასევე u_j^Q ან $u_j^{\bar{Q}}$ რკალისა, მაშინ ასეთი რკალი გამოირიცხება G_j გრაფიდან. $u_j^Q(u_j^{\bar{Q}})$ გამოირიცხული ფერდის ნაცვლად G_j -ში ჩაირთვება დამატებითი ინფორმაციული წვერო $w_j^{x_{დაბ}}$ და დამატებითი რკალი, რომელიც იდენტურია $l_j^{ლგ}$ და $w_j^{x_{დაბ}}$ წვეროებისა. ამასთან, $w_j^{x_{დაბ}}$ არის გამოსასვლელი, ხოლო $l_j^{ლგ}$ - შესასვლელი წვეროები. ამ პროცედურის შედეგად G_j -ში შეიძლება აღმოჩნდეს იზოლირებული წვერო.

თუ G_j გრაფში I_j^e წვერო არ აკმაყოფილებს ზემოთ ჩამოთვლილ პირობებს, ან მასში იგი არ არის, მაშინ ასეთი გრაფი არ გარდაიქმნება.

IV ეტაპი. სინთეზის წინა ეტაპზე მიღებული G_j გრაფები ჯამდებიან - $G = \bigcup_{j=1}^n G_j$.

ამასთან ინფორმაციული და მმართველი შესასვლელი პოლუსების ზოგიერთი წვეროები, რომელთაც აქვთ განსხვავებული აღნიშვნები, შეიძლება ჩაითვალოს იდენტურ, შესაბამისად ინფორმაციულ და მმართველ წვეროებად. ამ მიზნით $\{G_j\}$ გრაფები იყოფა რამდენიმე ჯგუფად. ყოველ ჯგუფში ერთიანდებიან გრაფები, რომელთაც აქვთ რკალის ერთნაირი აღნიშვნა u^s ან u^R , u^Q ან $u^{\bar{Q}}$, ერთნაირი ტრიგერული წვეროები I^1 ან I^2 და თუნდაც ერთი ერთნაირი ელემენტური I^e წვეროები. ასეთ ჯგუფში ყველა გრაფის საინფორმაციო, დამატებითის გარდა, და მმართველი წვეროები ითვლებიან იდენტურ ინფორმაციულ და მმართველ წვეროებად.

V ეტაპი. მგმმზე ზოგიერთი ფუნქციის რეალიზაციისას რამდენიმე მიკროფუნქცია შეიძლება შესრულდეს ერთდროულად, რაც შეიძლება აისახოს G ჯამურ გრაფში, მისი გარდაქმნით. გაერთიანებას ექვემდებარებიან G ჯამური გრაფის შესასვლელი მმართველი პოლუსების წვეროები, თუ მათი შესაბამისი მიკროფუნქციები ფუნქციის რეალიზაციის მიკროპროგრამებში წყვილად არიან. ამრიგად G გრაფი გარდაიქმნება G^* გრაფად.

VI ეტაპი. G^* გრაფის საშუალებით ხდება კომუტაციურად ჭარბი მგმმის ფუნქციური სქემის აგება. ამ მიზნით G^* გრაფის წვეროებს მიეყენებათ შესაბამისი ფუნქციური ელემენტები და შესასვლელი პოლუსები, ხოლო ფერდებს - შესაბამისი კავშირები.

კომუტაციურად ჭარბი მგმმის სინთეზი ფუნქცია დომინანტის შემთხვევაში განვიხილოთ ფუნქციათა სიმრავლის რეალიზაციისათვის განკუთვნილი მრავალფუნქციური რეგისტრის ρ -ული თანრიგის მაგალითზე. ფუნქციათა ჩამონათვალი მოცემულია 2.1 ცხრილში. როგორც აღნიშნული იყო, სინთეზირებადი მგმმსთვის ფუნქცია - დომინანტი არის ძვრის რეგისტრის ფუნქცია (f). დავუშვათ, რომ სტრუქტურის სახით არჩეულია მგმმ სეებით.

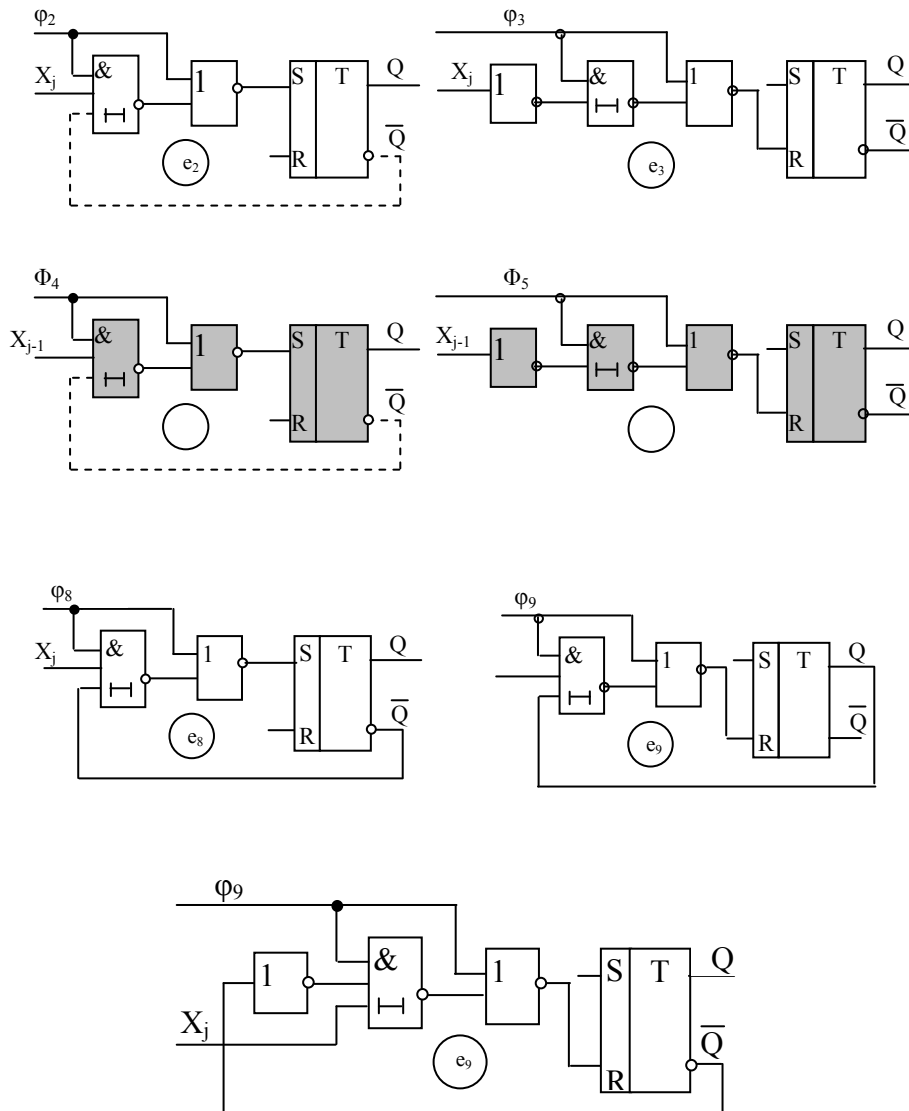
სინთეზის მეთოდის თანახმად თავდაპირველად განისაზღვრება მიკროფუნქციების საწყისი სია, რაც სრულდება კომპონენტურად ჭარბი მგმმის

სინთეზის პირველი ეტაპის ანალოგიურად. ამგვარად, საბაზისო სტრუქტურის სინთეზის საფუძვლად აიღება მუსი.

$$\Phi^* = \{\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4, \varphi_5, \varphi_6, \varphi_7, \varphi_8, \varphi_9\}$$

რომელთა შემცველობაც გაშიფრულია ცხრ. 2.3-ში.

Φ^* -დან ყოველი მიკროფუნქციის რეალიზაციის ტრივიალური სქემები $E = \{e_1, \dots, e_9\}$ აგებულია ფუნქცია დომინანტის შემცველი მფმმებისზე მოტანილი მეთოდით, რომლებიც წარმოდგენილია ნახ. 2.5-ზე.



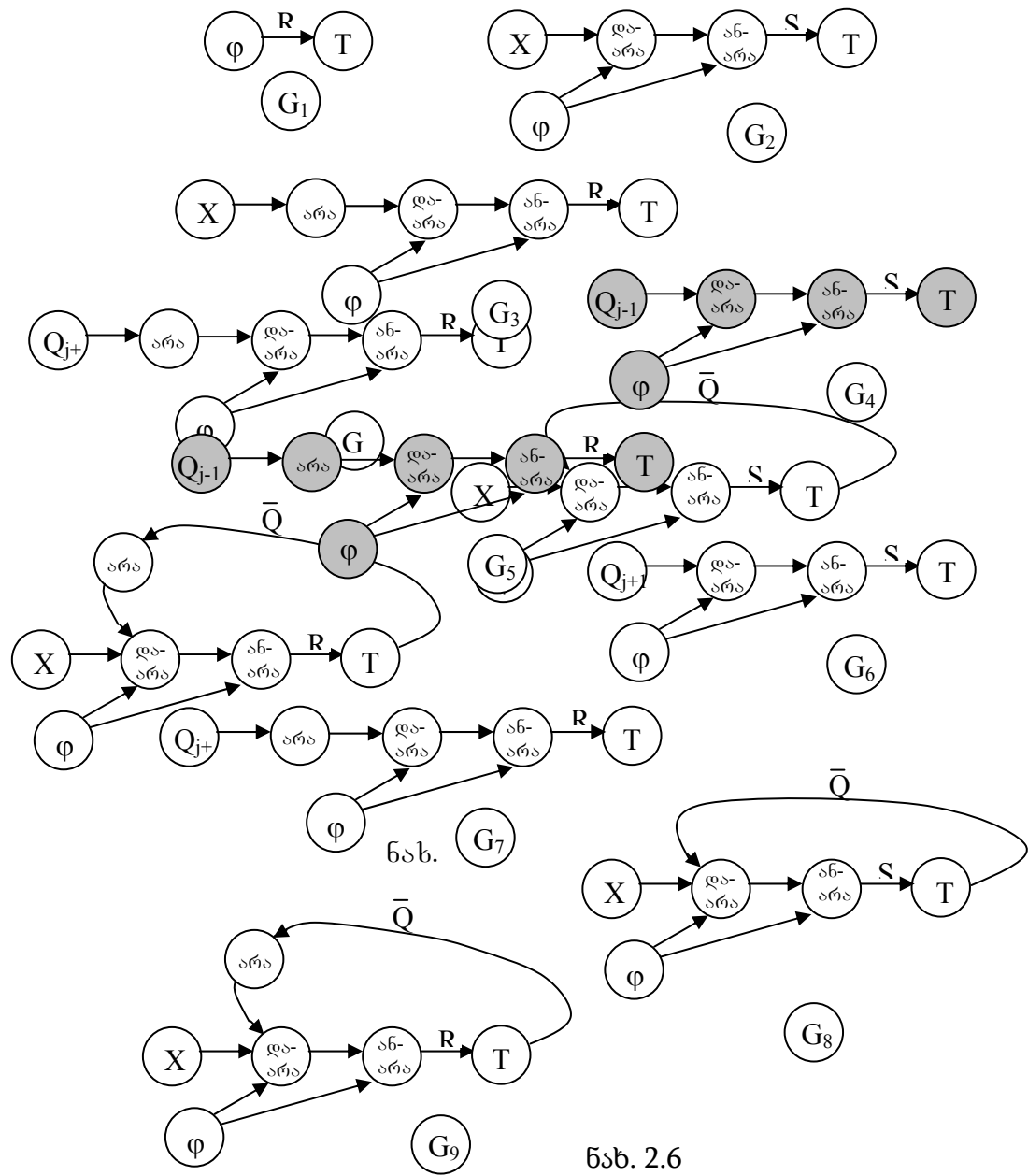
ნახ.2.5

ცნობილი მეთოდის თანახმად ტრივიალურ სქემები წარმოიდგინება $\{G_j\}(j = \overline{1,9})$ გრაფებით [65], რომლებიც ნაჩვენებია ნახ. 2.6-ზე.

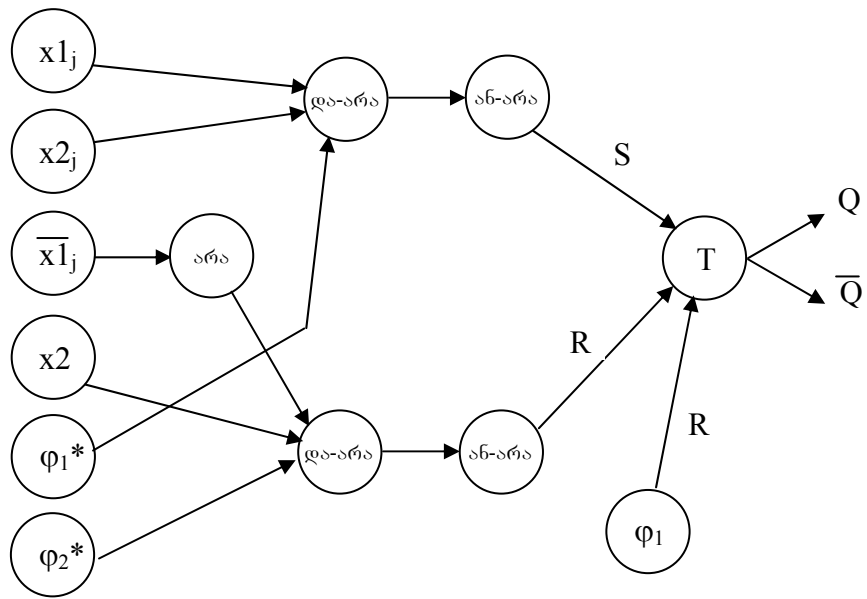
G გრაფების გაერთიანებისა და მისი გარდაქმნის შედეგად მიღებული G^* გრაფი იღებს ნახ. 2.7-ზე ნაჩვენებ სახეს.

ნახ. 2.7-ზე $x1_j=(x_j, Q_{j-1}, Q_{j+1}), x2_j=Q_j, \bar{x}1_j=(x_j, Q_{j-1}, Q_{j+1}), \bar{x}2_j=(x_j), \varphi_1^*=(\varphi_2, \varphi_4, \varphi_6, \varphi_8), \varphi_2^*=(\varphi_3, \varphi_5, \varphi_7, \varphi_9)$.

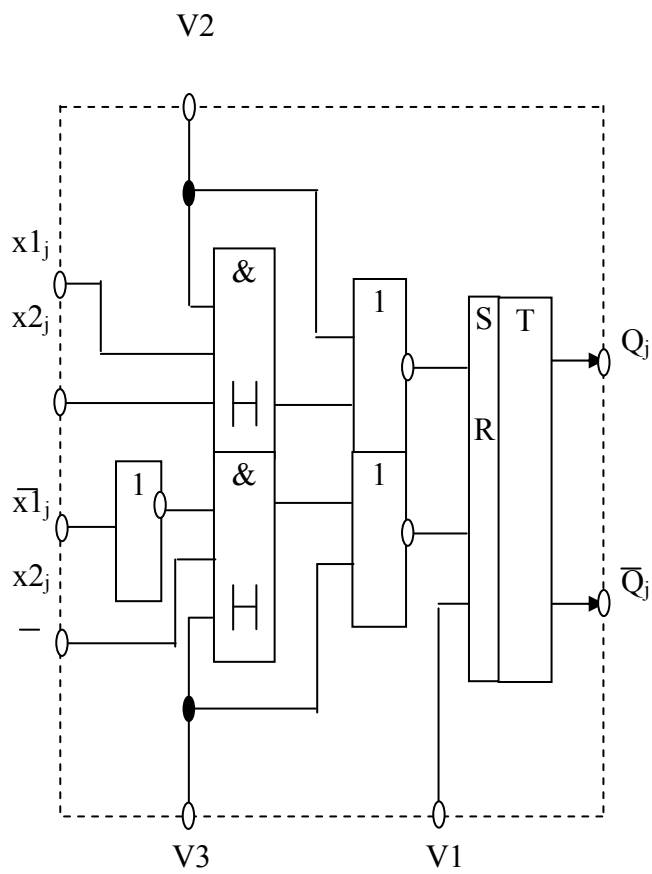
კომპუტაციურად ჭარბი მდგომარეობის ფუნქციური სქემა მოყვანილია ნახ. 2.8-ზე [66], რომელშიც მიღებულია შემდეგი აღნიშვნები: $V1 \leftrightarrow \varphi_1, V2 \leftrightarrow \varphi_1^*, V3 \leftrightarrow \varphi_2^*$.



ნახ. 2.6



ნახ. 2.7



ნახ. 2.8

V1-V3 მმართველი სალტეებით შესრულებული ოპერატორები ჩამოთვლილია ცხრილ 2.6-ში.

ცხრილი 2.6

მმართველი სიგნალი	ოპერატორი	შინაარსი
V1	$T_j=0$	ტრიგერის განულება
V2	$T_j=TV \ x1_j \cdot x2_j$	ტრიგერის შემცველობის და შესატანი ოპერანდის დიზიუნქცია
V3	$T_j=T_j \& \ x1_j$	ტრიგერის შემცველობისა და შესატანი ოპერანდის კონიუნქცია (როდესაც $x2_j=1$)

სტრუქტურის ავტომატური აწყობის მფმმის სტრუქტურა ნახ.2.1 გ)-ზე წარმოდგენილია როგორც A_0 საბაზისო სტრუქტურისა და გადაწყობის მოდულის კომპოზიცია. აქედან გამომდინარე, მიზანშეწონილია A_0 საბაზისო სტრუქტურის და გადაწყობის მოდულის ცალკე სინთეზირება აწყობის სქემის სახით.

სტრუქტურის ავტომატური აწყობის მფმმის სინთეზისთვის საბაზისო სტრუქტურის სახით უნდა ავიღოთ კომპუტაციურად ჭარბი მფმმის ზემოთ სინთეზირებული სტრუქტურა, ხოლო აწყობის სქემის სინთეზი მოვახდინოთ იმგვარად, რომ მან ფუნქციის რეალიზაციისას განახორციელოს შესაბამისი ცვალებადი კავშირები.

სტრუქტურის ავტომატური აწყობის მფმმში D_i ცვალებადი კავშირები უნდა განხორციელდეს იმ f_i ფუნქციების რეალიზაციისას, რომელთათვისაც მოხდა შედგენილი მიკროფუნქციების შესრულების სქემების გრაფების გაერთიანება.

სტრუქტურის გადაწყობის მოდულის სინთეზი არ განსხვავდება ციფრული ავტომატების სინთეზის არსებული მეთოდისაგან და აქ არ მოიტანება.

2.2. მრავალფუნქციურობის პრინციპის რეალიზაცია ოპტოელექტრონულ გამომთვლელ სტრუქტურებში

როგორც ზემოთ იყო განმარტებული საერთო შემთხვევაში მრავალფუნქციურობის პრინციპი გულისხმობს სისტემის ელემენტების ფუნქციური

შესაძლებლობების გაზრდას ისე, რომ მისი ზრდის ტემპი უსწრებდეს მისი სირთულის ზრდას. ოპტოელექტრონულ გამომთვლელ სტრუქტურებში მრავალფუნქციურობის პრინციპის რეალიზაცია ხდება სტრუქტურული იერარქიის სხვადასხვა დონეზე - დაწყებული ტრივიალური ოე ელემენტებისაგან და დამთავრებული ოპერაციული მოწყობილობებით. თუ ამ კუთხით განვიხილავთ ოე კვანძებს, როგორცაა სხვადასხვა ოე მოდულები ინფორმაციის “ფარდული” და “მარკერული” ჩაწერით [67], ოე მთვლელებს, ამჯამავეებს და სხვა, ოპერაციულ მოწყობილობებს, ვნახავთ, რომ მათი უმეტესი ნაწილი მრავალფუნქციური მოწყობილობებია, რამდენადაც ისინი საშუალებას იძლევიან ერთ ბლოკში მისი სტრუქტურის ცვლილების გარეშე რეალიზებულნი იქნან ფიზიკურად ელექტრულ და სინათლის ფორმებში წარმოდგენილი სიგნალთა გარდაქმნის გარკვეული ნაკრები [68].

განსაზღვრება 2.3. ცსის ნებისმიერი ოე კვანძი, რომელიც ახორციელებს ფუნქციონალურ გარდაქმნას და მდგომარეობის ინდიკაციას, არის მრავალფუნქციური.

ამრიგად, ცსის ნებისმიერი ოე კვანძს აქვს ბუნებრივი მრავალფუნქციურობის თვისება, რამდენადაც დროის ნებისმიერ მომენტში შეუძლია შეასრულოს ყველა ფუნქცია სიმრავლიდან F , ამასთან $\text{Card}F \geq 2$ [69]. ზოგიერთ ოე მგმში ბუნებრივი მრავალფუნქციურობასთან ერთად მიიღწევა ხელოვნური მრავალფუნქციურობაც კომპონენტების არა ფიზიკური ბუნებით, არამედ სქემოტექნიკური მეთოდებით. მაგალითად, მრავალგამოსასვლელიანი მოდულების სინთეზისას, კვანძების უნიფიკაციის დროს და ა.შ.

ხელოვნური მრავალფუნქციურობის მქონეს მიეკუთვნება ოე ტექნიკის ყველა მართვადი ფუნქციური მოდულები, რომლებიც დროის გარკვეულ ფუნქციაზე აწყობის მიხედვით მოცემულ მომენტში რეალიზაციას უკეთებენ ფუნქციას f_i ($i = \overline{1, k}, k > 2$) გარკვეული სიმრავლიდან $F \subseteq F$.

აღნიშნული საშუალებას იძლევა ვამტკიცოთ, რომ ოე ტექნიკის ფუნქციონალური მოდული, რომელსაც აქვს უნარი რეალიზაცია გაუკეთოს ფუნქციათა სიმრავლეს $F \subseteq F$, არის მრავალფუნქციური ($F = \{f_1, \dots, f_k\}$ არის ფუნქციათა

სიმრავლე, რომელთა რეალიზაცია ხდება ერთი დონის ინტეგრაციის მქონე ოე კვანძებსა და მოწყობილობებში). თუ $CardF=k$, მაშინ მრავალფუნქციურ ოპტოელექტრონულ მოდულს (ოემფმ) შეუძლია მოახდინოს k სხვადასხვა ფუნქციის რეალიზაცია სიმრავლიდან F .

ცსის ნებისმიერი მოდული გათვალისწინებულია შესასვლელი სიგნალის გარკვეული ფუნქციონალური გარდაქმნისათვის. ამასთან ერთად ოე მოდულებისათვის ბუნებრივად დამახასიათებელია მდგომარეობის ინდიკაცია. თუ ოე მოდულში მოვახდენთ რაიმე ფუნქციონალურ გარდაქმნას, მაშინ მისთვის ყოველთვის სამართლიანი იქნება თანაფარდობა $k \geq 2$. აღნიშნულიდან გამომდინარეობს, რომ ოე მოდულები შეიძლება იყვნენ ბუნებრივი და იძულებითი მრავალფუნქციურობით.

ოემფმს ბუნებრივი მრავალფუნქციურობით დროის ნებისმიერ მომენტში შეუძლია ერთდროულად შეასრულოს ყველა ფუნქცია სიმრავლიდან F ($CardF > 1$).

განსაზღვრება 2.4. ოემფმ არის მოდული, რომელიც უშვებს ინფორმაციის კომბინირებულ დამუშავებას, ე.ი. გარდაქმნას როგორც ელექტრონული, ასევე ოპტიკური ხერხებით.

ამრიგად, ოემფმმა ინფორმაცია უნდა მიიღოს როგორც ელექტრონული, ასევე ოპტიკური სიგნალების სახით, გარდაქმნას იგი ამორჩეული მახასიათებელი განტოლების შესაბამისად და შედეგი გასცეს როგორც ელექტრონულ, ასევე ოპტიკურ ფორმაში.

ოემფმის მაგალითად შეიძლება დასახელებული იქნას მრავალფუნქციური კვანტრონი (მფკ), რომელიც განხილულია ნაშრომში [68]. ამ მფკს შეუძლია შეასრულოს ოპტიკური ინფორმაციის მიღების, შენახვის და ინდიკაციის ფუნქციები; ბულის ალგებრის ფუნქციები - შესასვლელი ცვლადების კონიუნქცია, დიზიუნქცია, შემცველობის ინვერსია და ჩამოთვლილის საფუძველზე პირსის, შეფერის და სხვა ფუნქციების შესრულება.

ოემფმის ბუნებრივი მრავალფუნქციურობის თვისება გვამღევეს საფუძველს დავასკნათ, რომ მისი ცსებში გამოყენების არეალი იქნება უფრო ფართო, ვიდრე ელექტრონული მფმებისა. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ოემფმები შეიძლება

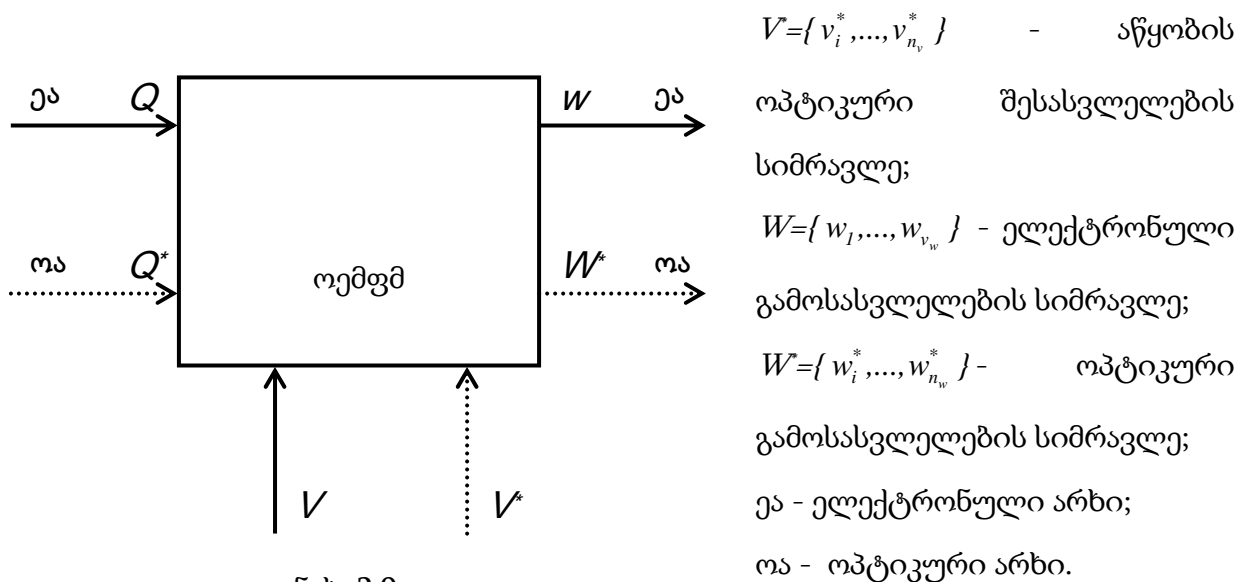
გამოყენებული იქნას იქ, სადაც დღეს გამოყენებულია ელექტრონული სქემები და იქ, სადაც ინფორმაციის დამუშავებასთან ერთად აუცილებელია მოდულში არსებული ინფორმაციის ინდიცირება. აქედან გამომდინარე, მიზანშეწონილია ინფორმაციის ოპტოელექტრონული დამუშავება ვაწარმოთ პერიფერიულ მოწყობილობებში (განსაკუთრებით ინფორმაციის შეტანისა და გამოტანის დროს), აგრეთვე ინფორმაციის მოდულთაშორისი გადაცემის დროს. აქედან გამომდინარე, ოემფმს უნდა ქონდეს როგორც ოპტიკური, ასევე ელექტრონული არხები მოდულებს შორის კავშირის განხორციელებისათვის ანდა სხვა ფუნქციონალურ კვანძებთან კავშირისათვის.

მგვის გავრცობილ ბლოკ-სქემას, რომელშიც მრავალფუნქციურობა მიიღწევა კომპონენტური სიჭარბის ხარჯზე, აქვს ნახ. 2.9-ზე ნაჩვენები სახე [69]. ნახაზზე გამოყენებულია შემდეგი აღნიშვნები:

$Q = \{ q_1, \dots, q_{n_q} \}$ - ელექტრონული ინფორმაციული შესასვლელების სიმრავლე;

$Q^* = \{ q_1^*, \dots, q_{n_q}^* \}$ - ოპტიკური ინფორმაციული შესასვლელების სიმრავლე;

$V = \{ v_1, \dots, v_{v_q} \}$ - აწყობის ელექტრონული შესასვლელების სიმრავლე;



ასრულებს როგორც ინფორმაციის მიღებისა და გაცემის ფუნქციებს, ასევე სხვადასხვა ლოგიკურ გარდაქმნებს. შევნიშნავთ, რომ არითმეტიკული ოპერაციები ოე

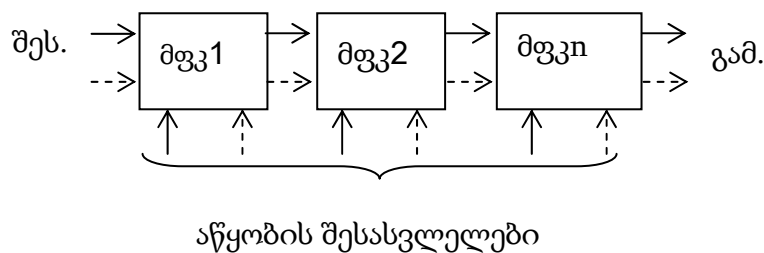
მოწყობილობებში სრულდება მოდულებს შორის ინფორმაციის გადაცემით, ახორციელებენ რა ამ დროს სხვადასხვა ლოგიკურ გარდაქმნებს [68].

მგკ უზრუნველყოფს ოპტოელექტრონული ოპერაციული მოწყობილობების ალგორითმულ უნივერსალობას, აგრეთვე სისტემური ფუნქციის პროგრამული რეალიზაციის მოხერხებულობას. აქედან გამომდინარე, მგკის რეალიზაციისათვის განსაზღვრულია ფუნქციათა კრებული, რომელიც მოტანილია ცხრ. 2.7-ში. ცხრილში ნიშნით “ \Rightarrow ” აღნიშნულია ინფორმაციის ელექტრული გადაცემა, ხოლო “ \rightarrow ”-ით, ოპტიკური გადაცემა.

ვირჩევთ რა მგკის გარკვეულ სტრუქტურას, მის ბაზაზე შესაძლებელია სინთეზირებული იქნას ეფექტური ოპერაციული მოწყობილობანი მრავალფუნქციური რეგულარული სტრუქტურის სახით (მფრს).

შემოთავაზებულია ინფორმაციის დამუშავების ეფექტური ხერხი, რომლის არსი მდგომარეობს ინფორმაციის თანმიმდევრულ გადაცემაში წინა ოემფმის გამოსასვლელიდან მომდევნო ოემფმის შესასვლელში, რომლებიც ფუნქციაზე აწყობის სიგნალების მიხედვით რეალიზაციას უკეთებენ ერთ-ერთ ფუნქციას მოცემული ლოგიკური, არითმეტიკული და სპეციალური ფუნქციების სიმრავლიდან. ამასთან ოემფმების ფუნქციაზე აწყობა შეიძლება იყოს საერთო ან ინდივიდუალური.

შემოთავაზებული ხერხის რეალიზაცია შესაძლებელია განხორციელდეს მფრსზე, რომლის სტრუქტურა ნაჩვენებია ნახ. 2.10-ზე.



ნახ. 2.10

მოცემულ მფრსში გამოიყენება მგკების როგორც საერთო, ასევე განცალკევებული აწყობები. საერთო აწყობის შემთხვევაში ყველა n მგკ F -დან ასრულებს ერთნაირ ფუნქციას. აწყობის სიტყვა განისაზღვრება კორტეჯით

$$H = \langle H_i^1, H_i^2, \dots, H_i^n \rangle,$$

სადაც - $H_i^j (j = \overline{1, n})$ j -ური მგვის აწყობის სიტყვაა.

მგვების განცალკევებული აწყობის შემთხვევაში ყოველი მგვ აიწყობა ინდივიდუალურად, ამიტომ აწყობის სიტყვა იქნება

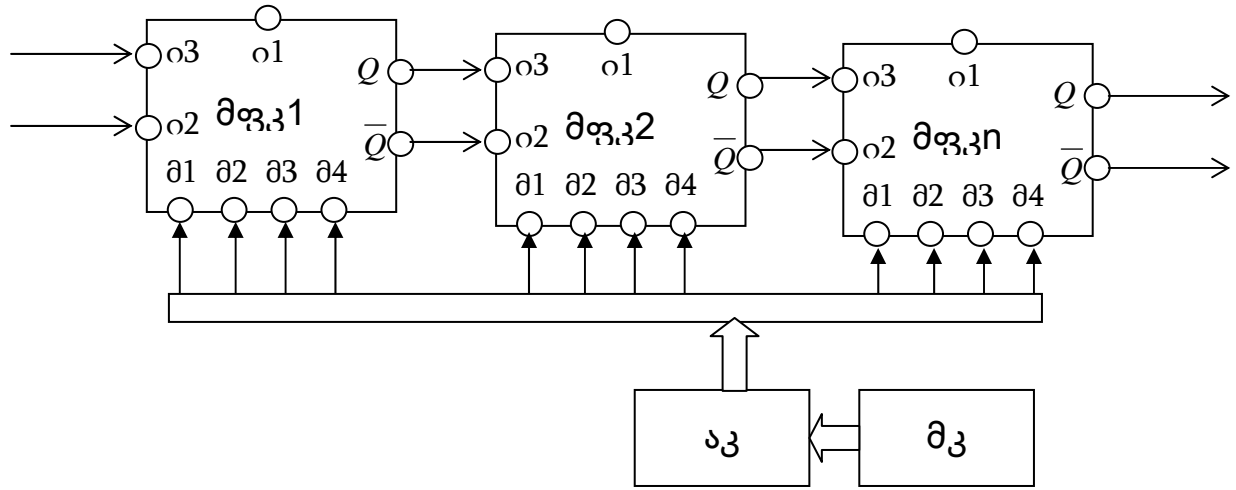
$$H = \langle H_i^1, H_i^j, \dots, H_e^n \rangle,$$

სადაც $H_i^j \in M, l = \overline{1, k}$.

ცხრილი 2.7

ფუნქცია	ოპერატორი	დანიშნულება
№	2	3
f ₁	ოემფმ:= $\text{ეა}(X) \Leftrightarrow Q$	ოემფმში ინფორმაციის მიღების ფუნქცია
f ₂	ოემფმ:= $\text{ეა}(\overline{X}) \Leftrightarrow Q$	
f ₃	ოემფმ:= $\text{ოა}(X) \rightarrow Q$	
f ₄	ოემფმ:= $\text{ოა}(\overline{X}) \rightarrow Q$	
f ₅	ეა:= $\text{ოემფმ}(X) \Leftrightarrow W$	ოემფმდან ინფორმაციის გაცემის ფუნქცია
f ₆	ეა:= $\text{ოემფმ}(\overline{X}) \Leftrightarrow W$	
f ₇	ოა:= $\text{ოემფმ}(X) \rightarrow W$	
f ₈	ოა:= $\text{ოემფმ}(\overline{X}) \rightarrow W$	
f ₉	ოემფმ:= $(\text{ეა}(X) \Leftrightarrow Q) \vee$ ოემფმ	ლოგიკური ფუნქციები
f ₁₀	ოემფმ:= $(\text{ეა}(\overline{X}) \Leftrightarrow Q) \vee$ ოემფმ	
f ₁₁	ოემფმ:= $(\text{ოა}(X) \rightarrow Q) \vee$ ოემფმ	
f ₁₂	ოემფმ:= $(\text{ოა}(\overline{X}) \rightarrow Q) \vee$ ოემფმ	
f ₁₃	ოემფმ:= $(\text{ეა}(X) \Leftrightarrow Q) \&$ ოემფმ	
f ₁₄	ოემფმ:= $(\text{ეა}(\overline{X}) \Leftrightarrow Q) \&$ ოემფმ	
f ₁₅	ოემფმ:= $(\text{ოა}(X) \rightarrow Q) \&$ ოემფმ	
f ₁₆	ოემფმ:= $(\text{ოა}(\overline{X}) \rightarrow Q) \&$ ოემფმ	
f ₁₇	ოემფმ:= $(\text{ეა}(X) \Leftrightarrow Q) \oplus$ ოემფმ	
f ₁₈	ოემფმ:= $(\text{ეა}(\overline{X}) \Leftrightarrow Q) \oplus$ ოემფმ	
f ₁₉	ოემფმ:= $(\text{ოა}(X) \rightarrow Q) \oplus$ ოემფმ	
f ₂₀	ოემფმ:= $(\text{ოა}(\overline{X}) \rightarrow Q) \oplus$ ოემფმ	

მფრსის კონკრეტული რეალიზაცია ნაჩვენებია ნახ.2.11-ზე, სადაც აკ არის მფვის აწყობის კვანძი და მკ - მართვის კვანძი. მფკ დანიშნულია შემდეგი ფუნქციების



ნახ. 2.11

რეალიზაციისათვის:

- პირდაპირი ოპტიკური ინფორმაციის მიღება წინა მფკდან, შენახვა და ინდიკაცია;
- წინა მფკდან მიღებული და შენახული ინფორმაციის დიზიუნქცია;
- შენახული ინფორმაციის ინვერსია;
- წინა მფკდან მიღებული და შენახული ინფორმაციის კონიუნქცია;
- შენახული ინფორმაციის წაშლა;
- ინფორმაციული შესასვლელიდან შეტანილი ოპტიკური და შენახული ინფორმაციის დიზიუნქცია;

ამრიგად, მფკ რეალიზაციას უკეთებს ფუნქციას, რომელიც აღიწერება განტოლებით

$$Q_i(t+1) = H_1 Q_{i-1}(t) \vee H_2 x_j \vee \overline{H_3} Q_i(t) \vee Q_{i-1}(t) Q_i(t) \vee \overline{H_4} Q_i(t),$$

სადაც $Q_{i-1}(t)$ -არის წინა მფვის მდგომარეობა სინქროსიგნალის მიწოდებამდე; x_j ($j = \overline{1, n}$) - პარალელურად მიწოდებული ოპერანდის თანრიგია; H_1 - H_4 - აწყობის ოპტიკური სიგნალებია.

სხვადასხვა ფუნქციების რეალიზაციისათვის მფკში მკმა უნდა გამოიმუშაოს შემდეგი კოდები:

0001-ოპტრონის განულება;

0010- i -ური და $(i+1)$ -ური მფკების შემცველობების კონიუნქცია;

0100-შესატანი კოდის და მფკის შემცველობის დიზიუნქცია;

1000- i -ური და $(i+1)$ -ური მფკების შემცველობების დიზიუნქცია.

2.3. მრავალფუნქციური მოდულების ეფექტურობის ამაღლების მეთოდების დამუშავება

ოპტოელექტრონული ცსების ეფექტურობაში იგულისხმება ტრადიციული ელექტრონული ცსებისათვის დამახასიათებელი პარამეტრები, როგორცაა ინფორმაციის დამუშავების დროს მატერიალური და დროითი დანახარჯები.

ოპტოელექტრონული ცსების მატერიალურ და დროით დანახარჯებზე მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს ამ მოწყობილობებში რიცხვითი ინფორმაციის წარმოდგენის და დამუშავების ხერხები, რომლებიც ეყრდნობიან ერთეულოვან-ათობით კოდირებას [67].

ერთეულოვან-ათობითი კოდების არსებული სახეები რიცხვითი ინფორმაციის წარმოდგენის სპეციფიკიდან გამომდინარე თხოულობენ ისეთი ოქმფმების გამოყენებას, რომლებიც შედგებიან ცხრა კვანტრონისაგან. ცხადია, ეს დაკავშირებულია დიდ მატერიალურ დანახარჯებთან. გარდა ამისა, ოპტოელექტრონულ ცსებში ციფრული ინფორმაციის მიმდევრობითი ჩაწერის და დამუშავების დღეისათვის მიღებული ხერხი მნიშვნელოვნად აუარესებს მათ დროით მაჩვენებლებს.

არსებულ ოპტოელექტრონულ ცსებში დროითი მაჩვენებლების მნიშვნელოვანი გაზრდა შესაძლებელია რიცხვითი ინფორმაციის პარალელური დამუშავების ლოგიკური ორგანიზაციით, მაგრამ ამ დროს მნიშვნელოვნად იზრდება მატერიალური დანახარჯები.

ცნობილ ოპტოელექტრონულ ცსებში დროითი და მატერიალური დანახარჯების მაჩვენებლებს აქვთ წინააღმდეგობრივი ხასიათი, ამიტომ მათი ერთდროული გაუმჯობესება ცნობილი ხერხებით მიუღწეველია.

მოცემულ პარაგრაფში ამ ორი მაჩვენებლის ერთდროული გაუმჯობესების მიზნით შემოთავაზებულია ოპტოელექტრონულ ცსებში რიცხვითი ინფორმაციის კოდირების ახალი ხერხი [70], რომელიც საშუალებას იძლევა ერთეულოვან კოდში წარმოდგენილი ციფრის ერთ თანრიგში შემცირებულ იქნას ნიშანთა რაოდენობა.

კოდირების ახალი სახის არსი მდგომარეობს რიცხვის ერთი თანრიგის კოდის დაყოფაში ნიშანთა ორ ჯგუფად, რომელთაგან ერთ ჯგუფს ენიჭება წონა, რომელიც თავის მხრივ ათვლის სისტემის ფუძის ნახევრის ტოლია, და მეორე ჯგუფი წარმოდგინება ერთეულოვანი კოდის სახით.

შემოთავაზებულ კოდში რიცხვითი ინფორმაციის ციფრები წარმოდგენილია შემდეგი სახით:

$$\alpha \beta_1 \beta_2 \dots \beta_n,$$

სადაც α - არის ციფრის ნიშანი, რომელიც იღებს მნიშვნელობას 0-ს ან 1-ს; $\beta_1 \beta_2 \dots \beta_n$ - ციფრების მანტისაა, სადაც $\beta_i \in \{0, 1\}$, i - მანტისის ნიშნის რიგითი ნომერია, n - მანტისის ციფრების ნიშნების რაოდენობა, რომელიც დამოკიდებულია ათვლის სისტემის ფუძის სიდიდეზე და განისაზღვრება შემდეგი სახით:

$$n = \begin{cases} q/2 - 1, & \text{თუ } q \text{ ლუწია;} \\ q/2, & \text{თუ } q \text{ კენტია,} \end{cases}$$

სადაც q - ათვლის სისტემის ფუძეა.

განვსაზღვროთ ნიშანი და ციფრის მანტისა ათვლის სისტემისათვის q ფუძით. ამასთან დავუშვათ, რომ q ლუწია.

შევნიშნოთ, რომ ყველა q რაოდენობის ციფრი შეიძლება გავანაწილოთ ორ დიაპაზონში. პირველი დიაპაზონი მოიცავს ციფრებს 0 - დან $(q/2 - 1)$ - მდე, ხოლო მეორე დიაპაზონი - $q/2$ - დან $(q-1)$ -მდე.

$\beta_1 \beta_2 \dots \beta_n$ მანტისაში პირველი დიაპაზონის ყოველი ციფრი წარმოვადგინოთ ერთეულოვან კოდში, სადაც $n=q/2 - 1$, ე.ი., როცა $\beta_i = 1$, როცა $\beta_j = 0$, სადაც $j = \overline{1, n}$, $j \neq i$.

ამრიგად, β_i ნიშნის i -ური რიგითი ნომერი განსაზღვრავს პირველი დიაპაზონის ჩაწერილ ციფრს წონას. როდესაც ეს ციფრი ნულის ტოლია, მაშინ $\beta_i = 0$, სადაც $j = \overline{1, n}$. პირველი დიაპაზონისათვის მივიღოთ, რომ ნიშანი $\alpha = 0$.

ამრიგად, პირველი დიაპაზონის ყოველი ციფრი წარმოდგენილია მანტისა-ნიშნის n რაოდენობით, რომელთაგან ერთი ერთის ტოლია (თუ ციფრი განსხვავებულია ნულისაგან), და რომლის რიგითი ნომერი განისაზღვრება ციფრის წონით, ხოლო სხვა დანარჩენი – ნულის ტოლია. ამასთან ციფრის ნიშანი ნულის ტოლია.

მეორე დიაპაზონის ყოველი ციფრის მანტისა ასევე წარმოდგენილია ერთეულოვან კოდში n -რაოდენობის ნიშნით, სადაც $n = q/2 - 1$. ე.ი. თუ $\beta_i = 1$, მაშინ $\beta_j = 0$, სადაც $j = \overline{1, n}$, $j \neq i$. მაგრამ β_i - ნიშნის რიგითი ნომერი განსაზღვრავს მეორე დიაპაზონის ყველა ჩაწერილ ციფრს, შემცირებულს $q/2$ - მდე. როდესაც ციფრი ტოლია $q/2$, მაშინ $\beta_i = 0$, სადაც $i = \overline{1, n}$. მეორე დიაპაზონის ციფრებისათვის მივიღოთ, რომ ნიშანი $\alpha = 1$ და მივანიჭოთ მას შესაბამისად წონა $q/2$.

ამრიგად, მეორე დიაპაზონის ყოველი ციფრი წარმოდგენილია მანტისა-ნიშნის n რაოდენობით, რომელთაგან ერთი ერთის ტოლია, რომლის რიგითი ნომერი განისაზღვრება ციფრის წონით, რომელიც თავის მხრივ შემცირებულია $q/2$ -ით, ხოლო დანარჩენი ნულის ტოლია, და ციფრის ნიშანი, რომელიც ტოლია ერთისა და შეესაბამება $q/2$ -ის წონას.

ათობითი ციფრები	ათობითი ციფრების კოდი				
	α	β_1	β_2	β_3	β_4
0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0
2	0	0	1	0	0
3	0	0	0	1	0
4	0	0	0	0	1
5	1	0	0	0	0
6	1	1	0	0	0
7	1	0	1	0	0
8	1	0	0	1	0

ცხრილი 2.8

9	1 0 0 0 1
---	-----------

განვიხილოთ ციფრების ათობით სისტემაში წარმოდგენის მაგალითი. რამდენადაც $q = 10$, ამიტომ მანტისების ნიშნების რაოდენობა $n = q/2 - 1 = 4$. აქედან გამომდინარე, ათვლის ათობითი სისტემის ყოველი ციფრი წარმოიდგინება შემდეგი სახით (ცხრ. 2.8):

კოდირების წარმოდგენილი სახე არის არსებული ერთეულოვან- პოზიციური კოდის [67] ინვარიანტულ ფორმას, ამიტომ ვუწოდოთ მას ათობითი ციფრების ნიშან-ერთეულოვან-პოზიციური (ნეპ) კოდი.

ზემოთ მოტანილიდან გამომდინარე, შესაძლებელია განვიხილოთ არსებული ერთეულოვან-ნორმალური კოდის [67] ინვარიანტული ფორმაც, ანუ ნიშან-ერთეულოვან-ნორმალური კოდი (ნენ). ნენ კოდში პირველი დიაპაზონის $\beta_1 \beta_2 \dots \beta_n$ მანტისის ყოველი ციფრი წარმოვადგინოთ კოდით, რომელშიც ერთიანების k რაოდენობა განსაზღვრავს პირველ დიაპაზონში ჩაწერილ ყველა ციფრის წონას. თუ $\beta_i = 1$, სადაც $i = \overline{1, k}$, $k \leq n$, მაშინ $\beta_i = 0$, სადაც $j = \overline{k+1, n}$. როდესაც ციფრი ნულის ტოლია, მაშინ $\beta_i = 0$, სადაც $i = \overline{1, n}$. პირველი დიაპაზონისათვის ნიშანი $\alpha = 0$.

მეორე დიაპაზონის მანტისის ყოველი ციფრი ასევე წარმოვადგინოთ კოდით, რომელშიც ერთიანების k რაოდენობა განსაზღვრავს მეორე დიაპაზონში ჩაწერილი ციფრის წონას, შემცირებულს $q/2$ -ით. თუ $\beta_i = 1$, სადაც $i = \overline{1, k}$, $k \leq n$, მაშინ $\beta_j = 0$, სადაც $j = \overline{k+1, n}$. როდესაც ციფრი ტოლია $q/2$, მაშინ $\beta_i = 0$, სადაც $i = \overline{1, n}$. მეორე დიაპაზონის ციფრისათვის ნიშანი $\alpha = 1$ და აქვს წონა $q/2$.

ამ შემთხვევაში, პირველი დიაპაზონის ყოველი ციფრი წარმოდგინდება მანტის-ნიშნის n რაოდენობით, სადაც ერთიანების რაოდენობა განისაზღვრება ჩაწერილი ციფრების წონას, როცა ნიშანი $\alpha = 0$. მეორე დიაპაზონის ყოველი ციფრი წარმოდგენილია მანტისა-ციფრების ასევე n რაოდენობით, სადაც ერთიანების რაოდენობა განსაზღვრავს ყველა ჩაწერილი ციფრის წონას, შემცირებულს $q/2$ -ით, როცა ნიშანი $\alpha = 1$.

ათვის ათობითი სისტემის ციფრები ნენ კოდებში წარმოდგენილია ცხრ.

2.9-ში.

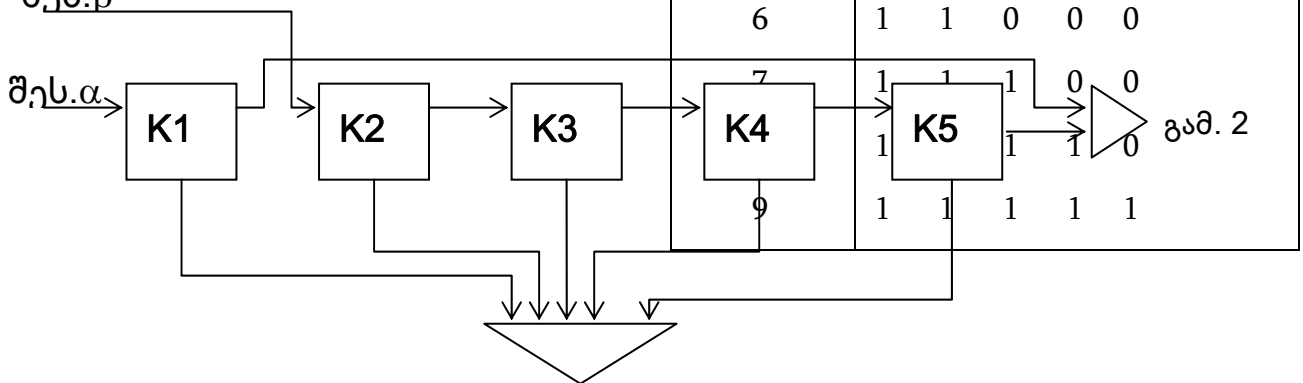
წარმოდგენილი ნებ და ნენ კოდები იძლევიან საშუალებას მნიშვნელოვნად შემცირდეს ნიშნების რაოდენობა ათობით ციფრებში, რომლებიც წარმოდგენილია ერთეულოვან კოდებში. ჩვეულებრივ, ათობითი ციფრების კოდირებისათვის ერთეულოვან - ნორმალურ ან ერთეულოვან - პოზიციური კოდების სახეში, აუცილებელია ასო-ნიშნების რაოდენობა 9. მისგან განსხვავებით, ათობითი ციფრების ნებ და ნენ კოდებში წარმოსადგენად მოითხოვება სულ ხუთი ასო-ნიშანი, რომელთაგან ერთი წარმოადგენს ციფრის ნიშანს, ხოლო დანარჩენი ოთხი - ციფრის მანტისას.

ნებ და ნენ კოდირების გამოყენების ეფექტურობა ილუსტრირებულია ოემფმის მაგალითზე, რომლის სტრუქტურული სქემა მოტანილია ნახ.2.12 – ზე.

ცხრილი 2.9

ოემფმში $K1$ კვანტრონი განკუთვნილია α ნიშნის წარმოსადგენად, ხოლო კვანტრონები $K2, K3, K4, K5$ - ციფრის მანტისის წარმოსადგენად. მოდულს აქვს ორი ინფორმაციული ოპტიკური შესასვლელი: შესასვლელი შეს.ბ წარმოადგენს მანტისის შესასვლელს და შეერთებულია მეორე $K2$ კვანტრონის ოპტიკურ შესასვლელთან, ხოლო შეს.ა

შეს.ბ



გამ. 1

ნახ. 2.12

წარმოადგენს ციფრის ნიშნის შესასვლელს და შეერთებულია პირველი K1 კვანტრონის ოპტიკურ შესასვლელთან. ოემფმში ყოველი კვანტრონის ოპტიკური გამოსასვლელი, დაწყებული K2 - დან შეერთებულია შემდეგი კვანტრონის ოპტიკურ შესასვლელთან.

ციფრის ჩასაწერად ოემფმში ნიშანი α და მანტისა $\beta_1\beta_2\beta_3\beta_4$ მიეწოდება ერთდროულად ინფორმაციულ შესასვლელებზე შეს.ა. და შეს.ბ. თუმცა, შეს.ბ ინფორმაციულ შესასვლელზე მანტისა მიეწოდება მიმდევრობით დაწყებული უმცროსი თანრიგიდან.

მოტანილ ოემფმში ათობითი ციფრის დასაფიქსირებლად მიღწეულია კვანტრონების რაოდენობის შემცირება ხუთამდე. შედეგად მატერიალური დანახარჯები არსებულ ოემფმთან [71] შედარებით შემცირებულია 1,8-ჯერ.

მოცემულ ოემფმში ათობითი ციფრის ნიშნისა და მანტისის ერთდროული მიწოდება ინფორმაციულ შესასვლელებზე და აგრეთვე მანტისის ნიშნების მცირე რაოდენობა თავის მხრივ, მნიშვნელოვნად ამცირებს ციფრის მოდულში ჩაწერის დროს.

რიცხვითი ინფორმაციის ჩაწერის დრო არსებულ ოპტოელექტრონულ მოდულებში [71] საერთო ჯამში განისაზღვრება შემდეგი სახით:

$$t = n(\tau_0 + \tau_3),$$

სადაც τ_0 , τ_3 - შესაბამისად მიწოდებული იმპულსისა და პაუზების ხანგრძლივობაა, ხოლო n – ოემფმის კვანტრონების რაოდენობაა. თუ ჩავთვლით, რომ $\tau_0 = \tau_3 = \tau$, მაშინ

$$t = 2n\tau.$$

ათობითი ციფრის ოემფმში ცხრა კვანტრონით ჩაწერისას, ჩაწერის მაქსიმალური დრო ტოლია

$$t = 2 \cdot 9\tau = 18\tau.$$

ოემფმში, რომელიც მოყვანილია ნახ.2.12-ზე ათობითი ციფრის ჩაწერის მაქსიმალური დრო განისაზღვრება მანტისების კვანტრონების რეაქციის დროით:

$$t^* = 2n\tau = 2 \cdot 4\tau = 8\tau.$$

ამრიგად, ათობითი რიცხვების კოდირების შემოთავაზებული ხერხის გამოყენება ოემფმში იძლევა დროის 2,25-ჯერ მოგების საშუალებას.

აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ კოდირების წარმოდგენილი სახის გამოყენება ოპტოელექტრონულ ოპერაციულ მოწყობილობებში ათობით რიცხვებზე არითმეტიკული გარდაქმნების განსახორციელებლად, იძლევა სწრაფქმედებასა და აპარატურულ დანახარჯებში მნიშვნელოვან მოგებას.

2.4. მრავალფუნქციური მოდულების ფუნქციაზე აწყობის მეთოდები

მფმმზე გარკვეული $f \in F$ ფუნქციის რეალიზაცია დაფუძნებულია Φ_i [72] მიკროფუნქციების სიმრავლის მიმდევრობით შესრულებაზე. მფმმზე ნებისმიერი მიკროფუნქციის შესრულება ხდება ერთ მანქანურ ტაქტში.

ამასთან §2.1-ში ნაჩვენებია, რომ მფმმ არის აწყობადი სტრუქტურის ავტომატი. აქედან გამომდინარე, მიკროფუნქციების შესრულების პროცესში უნდა განვიხილოთ მფმმის ფუნქციაზე აწყობის ფაზაც.

ამრიგად, საერთო შემთხვევაში ნებისმიერი მიკროფუნქციის შესრულების პროცესი ფორმალურად შეიძლება წარმოვადგინოთ ორ ფაზად: ფუნქციაზე აწყობა და უშუალოდ ფუნქციის შესრულება.

განსაზღვრება 2.5. აწყობის ფაზა – ესაა მფმმის, როგორც ავტომატის Δ გადასასვლელი და λ გამოსასვლელი ფუნქციების მოცემა მოდულის მმართველ შესასვლელზე სიგნალების გარკვეული მოწესრიგებული მიწოდებით.

განსაზღვრება 2.6. შესრულების ფაზა - ეს არის $\rho \in \Phi$ ოპერატორის რეალიზაციის პროცესი მფმმის სიგნალის სინქროშესასვლელზე მიწოდების გზით.

2.5 და 2.6. განსაზღვრის თანახმად, მფმმ არის მოწყობილობა ცვლადი ფუნქციებით. ამიტომ მიკროფუნქციის რეალიზაციისას ფუნქციაზე აწყობის ფაზების შესრულება წარმოადგენს აუცილებელ პროცესს, ხოლო შესრულების ფაზა ზოგ მფმმში შეიძლება არ არსებობდეს. ასეთ მფმმში მიკროფუნქციების შესრულება ხორციელდება ფუნქციაზე აწყობის ფაზაში დამოუკიდებელი სინქრონიზაციის გარეშე.

აქედან გამომდინარე, შეიძლება გამოვყოთ მფმმის სინქრონიზაციის ორი სახე: შიდა და გარე.

განსაზღვრება 2.7. შიდა სინქრონიზაცია – ეს არის სინქროსიგნალის უშუალო მიწოდების პროცესი წყაროდან მფმმის სინქრონიზაციის შესასვლელზე.

სინქრონიზაციის ასეთ სახეს შეიძლება ეწოდოს გაყოფილი, რამდენადაც მფმმ და მისი მართვის სქემა სინქრონიზირდება სხვადასხვა წყაროდან.

განსაზღვრება 2.8. გარე სინქრონიზაცია – ეს არის სინქრონიზირებული მმართველი სიგნალების მფმმის შესასვლელზე მისი მართვის სქემიდან მიწოდების პროცესი.

სინქრონიზაციის ასეთი სახე წარმოადგენს საერთოს, რამდენადაც მფმმ და მისი მართვის სქემა სინქრონიზირდება საერთო წყაროდან.

განსაზღვრება 2.9. $Y=\{y_1, \dots, y_{n-1}\}$ სიგნალების ერთობლიობას, რომელიც მიეწოდება მფმმის $V_1=\{v_1, \dots, v_{n-1}\}$ მმართველ შესასვლელზე, ვუწოდოთ მმართველი სიტყვა.

თუ დავუშვებთ, რომ მმართველი სიტყვა Y_i ერთმნიშვნელოვნად განსაზღვრავს φ_i მიკროფუნქციას, მაშინ მიკროფუნქციის შესრულების პირობები შეიძლება ჩამოვაყალიბოთ შემდეგი სახით.

პირობა 2.1.

$$\exists Y_i [f(Y)=1],$$

სადაც $f(y)$ - არის მართვის ფუნქცია, რომელიც შეიძლება განისაზღვროს როგორც

$$Ff(y)=Y_1VVY_2VV\dots VVY_{n-1}.$$

$f(y)$ -ის განსაზღვრაში სიმბოლო «VV» ნიშნავს ფუნქციას - «1 და მხოლოდ 1». ბუნებრივია, ამ შემთხვევაში გამოიყენება აწყობის ერთეულოვან-უნიტარული კოდირება.

თეორემა 2.2. თუ მფმმს აქვს m მმართველი შესასვლელი, მაშინ იგი ასრულებს m მიკროფუნქციას.

დამტკიცება. $f(Y)$ მართვის ფუნქცია დროის მოცემულ t_i მომენტში უშვებს მხოლოდ i -ური მმართველი $v_i \in V_i$ შესასვლელის ადგენებას. საერთო შემთხვევაში $f(Y)$ ბადებს m ისეთ განსხვავებულ ფუნქციებს, როცა $f(Y)=1$. ვითვალისწინებთ რა ამას და იმას, რომ $Card V_i=m$, ვასკვნით, რომ შესრულებული მიკროფუნქციების

რაოდენობა იქნება m , ე.ი. $Card\Phi=m$, სადაც Φ არის მიკროფუნქციების სიმრავლე. ამით თეორემა დამტკიცებულია.

განსაზღვრება 2.10. მფმმის ფუნქციაზე აწყობა ვუწოდოთ ოპერატორის რეალიზაციას:

$$N=\{\Omega, R\},$$

სადაც $\Omega = \{\omega_1, \dots, \omega_n\}$ – ფუნქციური აწყობების სიმრავლეა; $R=\{r_1, \dots, r_m\}$ – სტრუქტურული აწყობების სიმრავლეა.

აწყობის ასეთი სახე წარმოადგენს კომბინირებულს. შეიძლება N ოპერატორის ერთერთი კომპონენტი არ არსებობდეს, ე.ი.

$$N=\{\Omega\}, R=\emptyset \text{ ან } N=\{R\}, \Omega=\emptyset.$$

განსაზღვრება 2.11. ფუნქციური აწყობის ქვეშ უნდა ვიგულისხმოთ მფმმის $A_i \in A$ ქვესტრუქტურების გამოყოფის პროცესი.

ფუნქციური აწყობისას მფმმის სტრუქტურა არ იცვლება, ამიტომ მიკროფუნქციის რეალიზაციისას აწყობისა და შესრულების ფაზები შეიძლება ერთმანეთს ემთხვეოდეს. ფუნქციური აწყობა ხდება მფმმზე მმართველი სიტყვის მიწოდებით, რომლის სიგრძე განისაზღვრება ინტერვალით $i = \overline{J \log_2 n}, n$, სადაც n არის იმ მიკროფუნქციების რაოდენობა, რომელსაც ასრულებს მფმმ.

განსაზღვრება 2.12. მფმმის სტრუქტურული აწყობის ქვეშ ვიგულისხმოთ $A_i \in A$ ქვესტრუქტურების შექმნის პროცესი ბაზურ A_0 სტრუქტურაში ცვლადი D_i კავშირების განხორციელების გზით.

მფმმის სტრუქტურების აწყობა მიმდინარეობს მოდულის ფუნქციურ B ელემენტებს შორის განსაზღვრული D_i კავშირების განხორციელებით. ამიტომ აწყობის ასეთი სახე გამოიყენება მხოლოდ კომუტაციურად ჭარბი და სტრუქტურის ავტომატური აწყობის მფმმებში.

მფმმის აწყობა მიმდინარეობს ორ ეტაპად: 1) სქემური აწყობა, 2) პროგრამული აწყობა.

სქემური აწყობა ხდება მხოლოდ ერთხელ და შემდგომში არ შეიძლება იყოს შეცვლილი, ამიტომ მას ზოგჯერ უწოდებენ «მყარ» აწყობას.

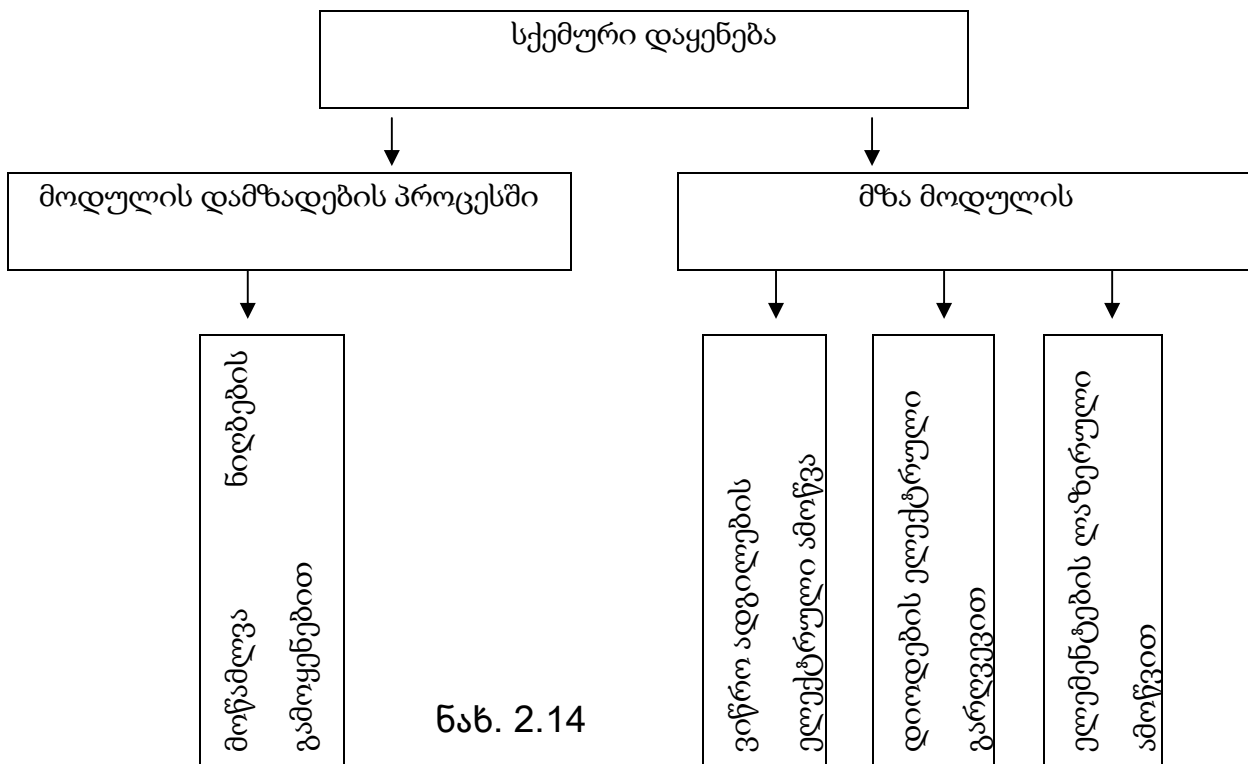
მფმმის სქემური აწყობის მეთოდების კლასიფიკაცია მოყვანილია ნახ.2.14-ზე.

სქემური აწყობისაგან განსხვავებით, ერთიდაიგივე მფმმის პროგრამული აწყობა შეიძლება შესრულდეს მრავალჯერ. ამიტომ მას უწოდებენ «რბილ» აწყობას.

არსებობს პროგრამული აწყობის ორი განსხვავებული მეთოდი. პირველი მათგანი ხორციელდება სქემიდან ამორთულ მფმმზე, მეორე კი შესაძლებელია შესრულდეს მისი მუშაობისას აწყობის სიგნალების მნიშვნელობების შეცვლის გზით.

სტრუქტურის გართულებით შეიძლება აიგოს ისეთი მფმმ, რომელშიც ინფორმაციის ჩაწერა და წაკითხვა მოხდება აწყობის კოდის შეცვლით, რომელიც მიეწოდება მოდულის აწყობის სალტებზე.

განსაკუთრებით საინტერესოა მოდულის ფუნქციაზე აწყობის საშუალება, რომელიც გულისხმობს მფმმის სტრუქტურის გადაწყობას მისი ფუნქციონირების პროცესში.



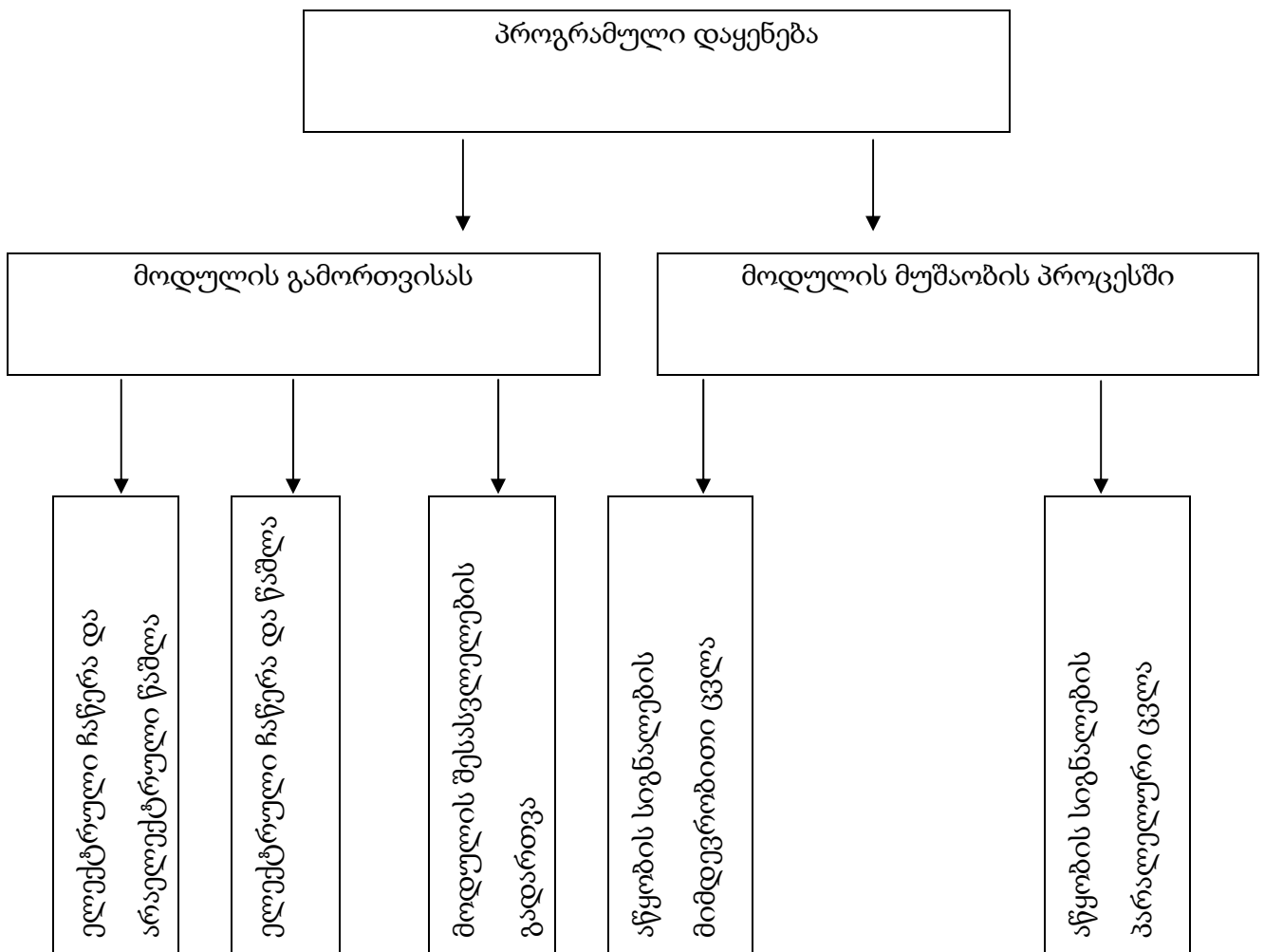
ნახ. 2.14

ამ მიმართულებით გამოიყოფა ორი კერძო შემთხვევა:

- 1) როდესაც აწყობის სალტზე მიმდევრობით გაიცემა 0 და 1, რომელიც წარმოქმნის აწყობის კოდს (აწყობის კოდი გაიცემა მიმდევრობით);

2) როდესაც აწყობის კოდი აწყობის სალტეზე გაიცემა პარალელურად. უკანასკნელ შემთხვევაში აწყობის სქემა გამოდის უფრო რთული, თუმცა მართვის თვალსაზრისით მოთხოვნილ ფუნქციაზე აწყობა უადრესად მარტივი და მოხერხებულია.

პროგრამული აწყობების მეთოდების კლასიფიკაცია მოცემულია ნახ. 2.15–ზე.



ნახ. 2.15

სქემური დაყენება გამოიყენება კომპუტაციურად ჭარბ მფმმში. მიუხედავად იმისა, რომ აპარატურული დანახარჯები ამ შემთხვევაში მინიმალურია და მფმმის ფუნქციონირების სწრაფქმედება მაქსიმალური, გარე საკომუტაციო გამომყვანების დიდი რაოდენობა გარკვეულ შემთხვევებში გაუმართლებელია, რამდენადაც მოწყობილობებისათვის, რომლებიც ორიენტირებულნი არიან დიდი ინტეგრალური

სქემების ტექნოლოგიით დამზადებაზე, აუცილებელ მოთხოვნას წარმოადგენს შემადგენელი კომპონენტების რაოდენობის მაღალი თანაფარდობა, გარე გამომყვანების რაოდენობასთან. გარდა ამისა, კომპუტაციურად ჭარბი მფმმის «მყარი» აწყობა დაკავშირებულია დიდ დროით დანაკარგებთან.

მითითებული უარყოფითი მხარეები აღმოფხვრილია „მოქნილი“ აწყობისას, რომელიც გულისხმობს მფმმის სტრუქტურის გადაწყობას პროგრამული ხერხით როგორც კვებიდან ამორთული მოდულის შემთხვევაში, ასევე მისი მუშაობის პროცესში.

ამ შემთხვევაში მფმმის მოცემულ ფუნქციაზე აწყობა მიმდინარეობს ავტომატურად მოდულის მუშაობის პროცესში აწყობის კოდის პარალელური ან მიმდევრობითი მიწოდების გზით.

აწყობის კოდის მიმდევრობითი გადაცემისას მფმმის გარე გამომყვანების რაოდენობა მცირდება მისი სტრუქტურის გართულების ხარჯზე და ამასთან ზრდის აწყობის მინიმალურ დროს.

მფმმის მოთხოვნილ ფუნქციაზე აწყობის უფრო მისაღებ საშუალებას წარმოადგენს სტრუქტურების ავტომატური აწყობა აწყობის კოდის მიმდევრობითი მიწოდების გზით. მაშინ სტრუქტურის ავტომატური აწყობის მფმმის გარე გამომყვანების რაოდენობა იქნება

$$H=h_1+h_2,$$

სადაც h_1 – არის კოდის და მმართველი, ხოლო h_2 – აწყობის სალტების რაოდენობა.

აწყობის სალტების რაოდენობა დამოკიდებულია მოთხოვნილი ფუნქციების რაოდენობაზე, რეომელსაც ასრულებს სტრუქტურის ავტომატური აწყობის მფმმ:

$$h_2 = \log_2 k,$$

სადაც k – მფმმის ფუნქციური სიმძლავრეა.

კომპუტაციურად ჭარბი და სტრუქტურის ავტომატური აწყობის მფმმის სინთეზისას აუცილებელია ბაზური A_0 სტრუქტურის შესავალი V და გამომავალი W პოლუსების გადართვა.

ისე როგორც კომპუტაციურად ჭარბი მფმმთვის, ასევე სტრუქტურის ავტომატური აწყობის მფმმთვის V და W პოლუსების გადართვა შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც გარე კონტაქტების საკომპუტაციური ველების ელექტრული (ან სხვა სახის) შეერთება, რომელსაც აქვს შემავალი W და გამომავალი V პოლუსები.

პირველ შემთხვევაში ეს ხორციელდება სქემური დაყენებების მეთოდით, ხოლო მეორე შემთხვევაში – სინთეზირდება გადაწყობის დამატებითი მოდული.

თუ მრავალფუნქციური რეგისტრული მოდული (მფრმ) შედგება n მფმმგან, მაშინ კომპუტაციურ ველს და გამომდინარე აქედან გადაწყობის მოდულს სტრუქტურის ავტომატური აწყობის მფმმთვის უნდა ჰქონდეს $P_{გაგ.} = n * W$ შესასვლელი და $P_{გაგ.} = n * V$ გამოსასვლელი პოლუსები. მხოლოდ ერთი მფმმის განხილვისას $n = 1$.

i -ური ($i = \overline{1, k}$) A_i სტრუქტურების შესაქმნელად ბაზურ სტრუქტურაში მოითხოვება $v_i \subseteq V$ შესასვლელი და $w_i \subseteq W$ გამოსასვლელი პოლუსების განსაზღვრული რაოდენობის კომპუტაცია. საერთო შემთხვევაში ყოველი შემავალი $v_i \in V_i$ ან გამომავალი $w_k \in W_i$ პოლუსი შეიძლება იყოს შეერთებული შემავალი და გამომავალი პოლუსების ნებისმიერ რაოდენობასთან. თუმცა, იმისათვის, რომ გამოირიცხოს A_0 ბაზური სტრუქტურის $B_i \subseteq B$ კომპონენტებში არასასურველი ელექტრული მოქმედება, შესასვლელებისათვის, რომლებიც «მყარადაა» დაკავშირებული გამომავალ W_i პოლუსებთან შემოვიღოთ ზოგიერთი შეზღუდვა:

$$\exists A_i (v_j \cap v_i \neq \emptyset);$$

$$\exists A_i (v_j \cap w_k \neq \emptyset);$$

$$\exists A_i [(v_j \cap v_i \neq \emptyset) \& (v_j \cap w_k \neq \emptyset)];$$

$$\forall A_i (w_k \cap w_e = \emptyset),$$

სადაც $v_j, v_i \in V_i$ და $w_k, w_e \in W_i$.

მოტანილი პირობების გათვალისწინებით A_i სტრუქტურისათვის შედგება შეერთებებათა ცხრილი S_i , რომელიც წარმოადგენს შემავალი V_i და გამომავალი W_i პოლუსების წყვილების სიმრავლეს.

საერთო შემთხვევაში

$$S_i = \{V_i \times V_i\} \cup \{V_i \times W_i\}.$$

შეერთებათა S_i სის გამარტივებისათვის მიზანშეწონილია იგი გავყოთ ორ ჯგუფად: $S_{1i} = \{V_i \times V_i\}$ და $S_{2i} = \{V_i \times W_i\}$, სადაც S_{1i} ასახავს V_i სიმრავლის შიგნით წყვილების შეერთებათა წყვილებს, ხოლო $S_{2i} - V_i$ და W_i სიმრავლეებზე შეერთებათა წყვილებს.

S_{1i} და S_{2i} სიები ხელსაყრელია წარმოვადგინოთ ბულის მატრიცებით $|H_{1i}|$ და $|H_{2i}|$. მატრიცა $|H_{1i}|$ კვადრატულია, რომელშიც სვეტებისა და სტრიქონების რაოდენობა ტოლია $CardV_i$, ხოლო $|H_{2i}|$ მატრიცისათვის სტრიქონების რიცხვი იქნება $CardW_i$, ხოლო სვეტების რიცხვი - $CardV_i$. $|H_{1i}|$ მატრიცის ელემენტი $h_{j^1i} = 1$, თუ არსებობს შეერთება A_i -ში $v_j \in V_i$, $v_i \in W_i$ პოლუსებს შორის და $h_{j^1i} = 0$ წინააღმდეგ შემთხვევაში. ასევე $|H_{2i}|$ მატრიცისათვის $h_{j^2i} = 1$, თუ შეერთებულია შესასვლელი $v_j \in V_i$ და გამოსასვლელი $w_k \in W_i$ პოლუსები.

მატრიცები $|H_{1i}|$ და $|H_{2i}|$ ფლობენ შემდეგ სახასიათო თვისებებს:

- ელემენტებისათვის, რომლებიც განლაგებულია $|H_{1i}|$ და $|H_{2i}|$ მატრიცების ნებისმიერ j -ურ სვეტში, სრულდება პირობა $0 \leq \sum_{\rho=1}^{CardV_i} h_{j^{\rho}i} \leq CardV_i$;
- $|H_{1i}|$ მატრიცის ელემენტებისათვის, რომლებიც განლაგებულია ნებისმიერ 1 სტრიქონში, სრულდება პირობა

$$0 \leq \sum_{\rho=1}^{CardV_i} h_{j^{\rho}i} \leq CardV_i;$$

- $|H_{zi}|$ მატრიცის ელემენტებისათვის, რომლებიც განლაგებულია ნებისმიერ l სტრიქონში, სრულდება პირობა

$$0 \leq \sum_{\rho=1}^{C_{frd}W_i} \leq 1.$$

მე- 2 თავის დასკვნები

1. მფმმის ეფექტურობის ამაღლების მიზნით შემოტანილია ფუნქცია-დომინანტის ცნება, რომელიც ფუნქცია-დომინანტის მატარებელი ერთფუნქციური მოდულის ფუნქციური შესაძლებლობის გაფართოებისას თავიდან იცილებს სინთეზირებად მფმმზე ფუნქცია-დომინანტის რეალიზაციის ტექნიკური პარამეტრების გაუარესების შესაძლებლობას;
2. შემოთავაზებულია სტატიკურ-დინამიკური სტრუქტურის მქონე მფმმის სინთეზის მეთოდი ფუნქცია-დომინანტის ცნების გამოყენებით;
3. დამტკიცებულია, რომ მფმმ არის ციფრული ავტომატი გადაწყობადი სტრუქტურით;
4. შემოტანილია მიკროპროგრამების უნივერსალური სიმრავლის განსაზღვრის მეთოდი და დამტკიცებულია მისი გამოყენების კორექტულობა მფმმის სინთეზისათვის;
5. შემოთავაზებულია მიდგომა მრავალფუნქციურობის პრინციპის რეალიზაციისა ოპტოელექტრონულ გამომთვლელ სტრუქტურებში, რომელიც საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად იქნას გაზრდილი მათი ეფექტურობა სტრუქტურის ფუნქციური გადაწყობის გზით;
6. შემოთავაზებულია მრავალფუნქციური მოდულების ეფექტურობის ამაღლების მეთოდი ათვლის ათობით სისტემაში ციფრების ნიშან -

ერთეულოვან - პოზიციური და ნიშან -ერთეულოვან - ნორმალური კოდირების შემოტანით და ნაჩვენებია მეთოდის ეფექტურობა;

7. შემოთავაზებული მფმმების ფუნქციაზე აწყოების მეთოდები და მათემატიკური მოდელები და ნაჩვენებია მათი შედარებითი ეფექტურობა.

თავი 3. ციფრული სისტემის იერარქიულ დონეებში ტიპური ოპერაციების რეალიზაციის მეთოდების დამუშავება

3.1. მრავალფუნქციურ მოდულებში ოპერაციების რეალიზაციის კომპოზიციური მეთოდი

ციფრული სისტემის ალგორითმულ უნივერსალობას უზრუნველყოფენ ისეთი ტიპური ოპერაციების (ფუნქციების) შესრულება, როგორცაა ორობითი სიტყვის გადაცემა და ძვრა, სიტყვაზე ერთიანის მიმატება ან გამოკლება, ორი სიტყვის შეკრება და ა.შ. [72]

განსაზღვრება 3.1. ფუნქცია $f_1 \in F$ - ეს ისეთი ოპერაციაა, რომელიც სრულდება $\Phi_1 \in \Phi$ მიკროფუნქციების კომპოზიციის საფუძველზე და წარმოადგენს დამთავრებულ, სრულ ციფრულ სისტემებში რეალიზებად ლოგიკურ, არითმეტიკულ და სპეციალურ ფუნქციას [86].

როგორც ფუნქციის განმარტებიდან ჩანს, გარკვეული ფუნქციის რეალიზაციას საფუძვლად უდევს მიკროფუნქციათა სიმრავლე $\Phi_i^1 \in \Phi$, რომელიც თავის მხრივ შედგება სამი არაკვეთადი მიკროფუნქციათა ქვესიმრავლისაგან [30]:

$$\Phi = \{\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3\},$$

სადაც: $\Phi_1 = \{\varphi_1, \dots, \varphi_{\rho_1}\}$ - არის საწყისი დაყენებების მიკროფუნქციათა ნაკრები (მაგალითად მოდულის ნულოვან ან ერთეულოვან მდგომარეობაში დაყენება და ა.შ.); $\Phi_2 = \{\varphi_{\rho_1+1}, \dots, \varphi_{\rho_2}\}$ - მფმმის შესასვლელი სალტეებიდან ინფორმაციის მიღების

მიკროფუნქციებია; $\Phi_3 = \{ \varphi_{\rho_2+1}, \dots, \varphi_{\rho} \}$ - მფმმდან გამოსასვლელ სალტებზე ინფორმაციის გაცემის მიკროფუნქციებია.

ამდენად, ფუნქცია-დომინანტი არ განსხვავდება სხვა ფუნქციებისაგან F -დან.

სამუშაოში [30] F ფუნქციათა სიმრავლეში გამოყოფილია სამი არაკვეთადი ფუნქციათა ქვესიმრავლეები $F_1, F_2 \text{ \AA } F_3$:

$$F_1 \cup F_2 \cup F_3 = F,$$

სადაც F_1 - არის ფუნქციები, რომლებიც არ თხოულობენ მფმმის საწყის დაყენებას; F_2 - არის ფუნქციები, რომელთა შესრულებისათვის მოითხოვება მფმმის საწყისი დაყენება; F_3 - არის ფუნქციები, რომლებიც გამომუშავდებიან მფმმში ინფორმაციის მიღების გარეშე. ამ ფუნქციათა ქვესიმრავლეები ნებისმიერი შეიძლება მოიცავდეს ფუნქცია-დომინანტს.

მიკროფუნქციათა კომპოზიცია საერთო შემთხვევაში არაკომუტატიურია, ამიტომ ფუნქცია განისაზღვრება არა მხოლოდ შემადგენელი მიკროფუნქციებით, აგრეთვე მათი შესრულების თანმიმდევრობით [75]. ამდენად ფუნქციის რეალიზაცია ექვივალენტურია მიკროფუნქციების გარკვეული ნაკრებიდან თანმიმდევრული შესრულებისა.

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე, მიკროფუნქციათა ქვესიმრავლე $\Phi'_i \subseteq \Phi$, რომელიც საჭიროა $f_i \in F$ ფუნქციის შესრულებისათვის, განისაზღვრება შემდეგნაირად [30]:

$$\Phi'_i = \begin{cases} \{ \Phi_{2i}, \Phi_{3i} \}, \text{ \AA } f_i \in F_1 \\ \{ \Phi_{1i}, \Phi_{2i}, \Phi_{3i} \}, \text{ \AA } f_i \in F_2 \\ \{ \Phi_{1i}, \Phi_{3i} \}, \text{ \AA } f_i \in F_3 \end{cases}$$

სადაც $\Phi_{1i} \subseteq \Phi_1$, $\Phi_{2i} \subseteq \Phi_2$, $\Phi_{3i} \subseteq \Phi_3$.

მიკროფუნქციათა სიმრავლეში Φ'_i მიკროფუნქციების ქვესიმრავლეებს Φ_{1i} , Φ_{2i} , Φ_{3i} დადებული აქვთ შემდეგი შეზღუდვები:

1. Φ_1 -დან f_i ფუნქციის რეალიზაციაში შეიძლება მონაწილეობდეს მიკროფუნქციათა $1 \leq \text{Card } \Phi_{1i} \leq \rho_1$ ნებისმიერი რაოდენობა;

2. Φ_2 -დან f_i ფუნქციის რეალიზაციაში შეიძლება მონაწილეობდეს მიკროფუნქციათა $1 \leq \text{Card } \Phi_{2i} \leq \rho_2 - \rho_1$ ნებისმიერი რაოდენობა;
3. Φ_3 -დან f_i ფუნქციის რეალიზაციაში შეიძლება მონაწილეობდეს მხოლოდ ერთი მიკროფუნქცია

$$\text{Card } \Phi_{3i} = 1.$$

ფუნქციის განმარტების და შემოტანილი შეზღუდვების საფუძველზე საერთო შემთხვევაში f_i ფუნქცია წარმოიდგინება შემდეგნაირად:

$$\begin{aligned} & \varphi_j \circ \varphi_{\nu} \circ \dots \circ \varphi_{\nu^l}, \quad \text{ÈÖ} \quad f_i \in F_1, \\ f_i = & \varphi_j \circ \varphi_{\nu} \dots \circ \varphi_{\nu^l} \circ \varphi_{\omega} \circ \dots \circ \varphi_{\omega^l}, \quad \text{ÈÖ} \quad f_i \in F_2, \\ & \varphi_j \circ \varphi_{\omega} \dots \circ \varphi_{\omega^l}, \quad \text{ÈÖ} \quad f_i \in F_3, \end{aligned}$$

სადაც $\varphi_j \in \Phi_{3i}, \{\varphi_{\nu}, \dots, \varphi_{\nu^l}\} = \Phi_{2i} \text{ \AA } \{\varphi_{\omega}, \dots, \varphi_{\omega^l}\} = \Phi_{1i}$.

ზემოთ მოტანილი მეთოდის ჭეშმარიტებას ასაბუთებს ქვემოთ ფორმულირებული თეორემები.

თეორემა 3.1. მიმდევრული მოდული არის მრავალფუნქციური და აკეთებს ფუნქციების $f_i \in F_2 (i = \overline{1, k})$ რეალიზაციას მხოლოდ და მხოლოდ მაშინ, როდესაც ის ასრულებს $\rho \geq 4$ მიკროფუნქციას $\{\varphi_1, \dots, \varphi_{\rho}\}$ ისეთს, რომ $\{\varphi_1, \dots, \varphi_{\rho_1}\} = \Phi_1$, $\{\varphi_{\rho_1+1}, \dots, \varphi_{\rho_2}\} = \Phi_2$ და $\{\varphi_{\rho_2+1}, \dots, \varphi_{\rho}\} = \Phi_3$.

დამტკიცება. **საკმარისობა.** მიმდევრული მოდულის მრავალფუნქციურობისათვის მოითხოვება შესაბამისი პირობის შესრულება, ე.ი. $k \geq 2$. დავუშვათ, რომ მგმმ ასრულებს ორ ფუნქციას f_i და f_j . $f_i, f_j \in F_2$ -სათვის, მოითხოვება, რომ $\Phi_1 = \Phi_1^i \cup \Phi_1^j$, $\Phi_2 = \Phi_2^i \cup \Phi_2^j$ და $\Phi_3 = \Phi_3^i \cup \Phi_3^j$. ვითვალისწინებთ რა (1,2,3) შეზღუდვებს, შეიძლება დაიწეროს

$$1 \leq \text{Card } \Phi_1^i \leq \rho_1;$$

$$1 \leq \text{Card } \Phi_2^i \leq \rho_2;$$

$$\text{Card } \Phi_3^i = 1;$$

$$1 \leq \text{Card } \Phi_1^j \leq \rho_1;$$

$$1 \leq \text{Card } \Phi_2^j \leq \rho_2;$$

$$\text{Card } \Phi_3^i = 1.$$

დავუშვათ, რომ $\text{Card } \Phi_1^i = \text{Card } \Phi_1^j = \text{Card } \Phi_2^i = \text{Card } \Phi_2^j = 1$. მაშინ შეიძლება დაიწეროს, რომ f_i ფუნქციისათვის $\Phi_1^i = \{\varphi_k^i\}$, $\Phi_2^i = \{\varphi_l^i\}$ და $\Phi_3^i = \{\varphi_e^i\}$, სადაც $k = \overline{1, \rho_1}$, $l = \overline{\rho_1 + 1, \rho_2}$ და $e = \overline{(\rho_2 + 1), \rho}$.

აქედან გამომდინარე, ფუნქცია f_i რეალიზდება სქემით:

$$f_i \Leftrightarrow \varphi_k^i \rightarrow \varphi_l^i \rightarrow \varphi_e^i.$$

თუ f_i ფუნქციის რეალიზაციის სქემაში შევცვლით თუნდაც ერთ მიკროფუნქციას φ_m -ით, მივიღებთ f_j ფუნქციის რეალიზაციის სქემას. დავუშვათ, რომ $\Phi_1^i \neq \Phi_1^j$, $\Phi_2^i = \Phi_2^j$ და $\Phi_3^i = \Phi_3^j$. მაშინ

$$f_j \Leftrightarrow \varphi_m^j \rightarrow \varphi_l^{i,j} \rightarrow \varphi_e^{i,j},$$

სადაც $\{\varphi_m^j\} = \Phi_1^j, m = \overline{1, \rho_1}, m \neq k$. აქედან გამომდინარე, $\text{Card } \Phi_1 = 2$. მაშინ მიკროფუნქციათა საერთო რაოდენობა, რომელიც მოითხოვება ორი ფუნქციის f_i და f_j რეალიზაციისათვის იქნება:

$$\sum_{l=1}^3 \text{Card } \Phi_l = 4.$$

ცხადია, მიღებული შედეგები შეიძლება გავრცელებული იქნას შემთხვევისათვის, როცა $k > 2$. ვიღებთ, რომ

$$\sum_{i=1}^3 \text{Card } \Phi_i > 4.$$

აუცილებლობა. დავუშვათ, რომ მფმმთვის მოცემულია ოთხი მიკროფუნქცია $\varphi_k, \varphi_l, \varphi_e, \varphi_m$, ამასთან $\varphi_k \in \Phi_1$, $\varphi_l \in \Phi_2$, $\varphi_e \in \Phi_3$. რაც შეეხება φ_m -ს, დაიშვება, რომ $\varphi_m \in \Phi_1$ ან $\varphi_m \in \Phi_2$, ან $\varphi_m \in \Phi_3$. $f_i \in F$ ფუნქციის რეალიზაციისათვის მოითხოვება $\Phi_1^i \leq \Phi_1$, $\Phi_2^i \leq \Phi_2$, $\Phi_3^i \leq \Phi_3$ ქვესიმრავლეების გამოყოფა.

ამასთან

$$1 \leq \text{Card } \Phi_1^i \leq \rho_1;$$

$$1 \leq \text{Card } \Phi_2^i \leq \rho_2;$$

$$\text{Card } \Phi_3^i = 1.$$

დავუშვათ, რომ $Card \Phi_1^i = Card \Phi_2^i = 1$. მაშინ $f_i \in F$ ფუნქციის რეალიზაციის სქემა წარმოდგინდება შემდეგი სახით:

$$f_i \Leftrightarrow \varphi_k^i \rightarrow \varphi_l^i \rightarrow \varphi_e^i.$$

დავუშვათ აგრეთვე, რომ $\varphi_m \in \Phi_1$. მაშინ შეიძლება ვამტკიცოთ, რომ არსებობს ისეთი ფუნქცია $f_j \in F$, რომლისთვისაც რეალიზაციის სქემას ექნება სახე:

$$f_j \Leftrightarrow \varphi_m^j \rightarrow \varphi_e^{i,j} \rightarrow \varphi_e^{i,j}.$$

შეიძლება დავასკვნათ, რომ მოცემული ოთხი მიკროფუნქციით შესაძლებელია, როგორც მინიმუმ, ორი ფუნქციის რეალიზაცია. შედეგად, მოდულის მრავალფუნქციურობის პირობა სრულდება. თუ მიკროფუნქციათა მოცემული რაოდენობა ოთხზე მეტია, მაშინ რეალიზებული ფუნქციათა რაოდენობა იქნება ორზე მეტი, ე.ი. $k > 2$. ამით თეორემა დამტკიცებულია.

თეორემა 3.2. თუ მიმდევრული მოდული ასრულებს $n \geq 3$ ისეთ მიკროფუნქციას $\{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n\}$, რომ $\{\varphi_1, \dots, \varphi_{\rho_1}\} = \Phi_1$, $\{\varphi_{\rho_2}, \dots, \varphi_{\rho}\} = \Phi_3$ და $n = \rho_1 - (\rho - \rho_2)$, მაშინ ასეთი მოდული არის მრავალფუნქციური და ახდენს $f_i \in F_1$ ფუნქციის რეალიზაციას.

თეორემა 3.3. თუ მიმდევრული მოდული ასრულებს $n \geq 3$ ისეთ მიკროფუნქციას $\{\varphi_{\rho_1+1}, \varphi_{\rho_1+2}, \dots, \varphi_n\}$, რომ $\{\varphi_{\rho_1+1}, \varphi_{\rho_1+2}, \dots, \varphi_n\} = \Phi_2$ $\{\varphi_{\rho_2+1}, \varphi_{\rho_2+2}, \dots, \varphi_n\} = \Phi_3$ და $n = \rho - \rho_1$, მაშინ ასეთი მოდული არის მრავალფუნქციური და ახდენს $f_i \in F_3$ ფუნქციის რეალიზაციას.

2 და 3 თეორემების მტკიცებანი გამომდინარეობს მე-2 თეორემის მტკიცებიდან.

ფუნქციის მიღებული განმარტებანი ვრცელდება მხოლოდ ერთ მფმმზე. ბუნებრივია რეალურ ცსებში გამოიყენება მოდულების დიდი რაოდენობა, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულნი არიან მიმდევრობით, ან პარალელურად, ან მიმდევრობით-პარალელურად. ამ დროს ცს წარმოდგენილი უნდა იყოს როგორც ელემენტალური ავტომატების კომპოზიცია, ხოლო საერთო სისტემური ფუნქცია, რომელიც რეალიზირდება ასეთი მოწყობილობით როგორც $f_i \in F$ ფუნქციათა კომპოზიცია.

3.2. მრავალფუნქციურ მოდულებში ტიპური ოპერაციების რეალიზაციის მეთოდების დამუშავება

მფემების საშუალებით შეიძლება რეალიზებული იქნას ყველა ტიპური ოპერაცია, რომლებიც გამოიყენებიან ცსებში. როგორც წესი, ასეთ ოპერაციათა რიგს განეკუთვნებიან: თანრიგობრივი ლოგიკური ოპერაციები, ორობითი სიტყვის ძვრათა მრავალსახეობა, თვლის ოპერაციების სახესხვაობები, არითმეტიკული ოპერაციები და სხვა. ეს ოპერაციები სრულდება როგორც ორობით კოდირებულ სიტყვებზე, ასევე ათობით კოდირებულ სიტყვებზე. განვიხილოთ ზოგიერთი მათგანის რეალიზაციის მეთოდი და ხერხი.

ათობითი რიცხვების შეკრების დღეისათვის არსებული ხერხები ხასიათდება შედარებით დაბალი სწრაფქმედებით, რაც პირველ რიგში გამოწვეულია რიცხვების ერთი სისტემიდან მეორეში გადაყვანის აუცილებლობით (მაგალითად, ორობით-კოდირებული ათობითი სისტემები). ასეთ სისტემებში შეკრების და შედეგის კორექტირების პროცესი ატარებს მიმდევრობით ხასიათს [78].

მოცემულ სამუშაოში შემოთავაზებულია ათობითი რიცხვების შეკრების ხერხი ერთეულოვან-ნორმალური კოდირებით [79] (ჩვეულებრივი გაგებით ორობითი ტეტრადების გარეშე), რომელიც საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად ამალდეს ათობითი ამჯამავების სწრაფქმედება.

ერთეულოვან-ნორმალურ კოდში ყოველი ციფრი (თანრიგი) შეიძლება წარმოდგენილი იქნას ერთიანებისა და ნულების სიმრავლის სახით.

დავუშვათ, რომ გვაქვს ათობითი ციფრი A_i ერთეულოვან-ნორმალურ კოდში:

$$A_i = a_1 a_2 \dots a_9,$$

სადაც $a_i \in \{0, 1\}$, $i = \overline{1, 9}$. ამასთან, თუ $a_i = 1$, მაშინ

$$\overline{(a_{i+1}, a_9 = 0)} \& \overline{(a_{i+1}, a_9 = 1)}.$$

ამრიგად, შეიძლება წარმოდგენილი იქნას რომ $A_i \leftrightarrow A = \{a_1 a_2 \dots a_9\}$. აქედან გამომდინარეობს $A = A^1 \cup A^0$, სადაც $A^1 = \{a_1 a_2 \dots a_i\}$ და $A^0 = \{a_{i+1} \dots a_9\}$.

შემოთავაზებული ხერხის თანახმად ორი ოპერანდის A_i და B_i თანრიგების ჯამი განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$A_i + B_i = \begin{cases} \text{Card}(A_i^1 \cup B_i^1), & \text{თუ } A_i + B_i \leq 10; \\ \text{Card}(A_i^1 \cup B_i^1) - 10, & \text{თუ } A_i + B_i \geq 10, \end{cases}$$

სადაც $B_i \Leftrightarrow B_i^1$.

თუ $A_i + B_i < 10$, მაშინ $A_i + B_i = \text{Card}A_i^1 + \text{Card}B_i^1$, მაგრამ ამასთანავე $\text{Card}A_i^1 + \text{Card}B_i^1 = \text{Card}\{A_i^1 \cup B_i^1\}$.

თუ $A_i + B_i \geq 10$, მაშინ $C_i = A_i + B_i - 10$, სადაც C_i – ჯამის i -ური თანრიგის ციფრია.

ასეთი სახით, C_i ჯამი შეიძლება წარმოვადგინოთ ორმაგი სიტყვის სახით, რომლის სიგრძე 18 ბიტია

1	9	1	9
$A_i^1 \cup A_i^0$		$B_i^1 \cup B_i^0$	

მოყვანილი ფორმატი შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით, თუ $A_i + B_i < 10$:

1	j 1	k 1	18 - j - k
A_1	B_1	A_0	B_0

თუ $A_i + B_i \geq 10$, მაშინ

1	I-j-10	18
C_1	$B_i^0 \cup A_i^0 \cup C_i^*$	

სადაც $C_i^* = \{C_e\}$, $C_e \in \{0\}$, ამასთან $\text{Card}C_i^* = 10$.

ამრიგად, ათობითი რიცხვების შეკრება, შემოთავაზებული ხერხის თანახმად, მიმდინარეობს შემდეგი ალგორითმით:

ბიჯი 1. ერთეულოვან- ნორმალური კოდის მეორე შესაკრების i -ური თანრიგის ერთეულების ჩაწერა იწარმოება პირველი შესაკრების i -ური თანრიგის უფროსი ერთეულის შემდეგ.

ბიჯი 2. თუ i -ური თანრიგში ერთეულების რაოდენობა ტოლია ან მეტია ათისა, ხდება მოცემული სიტყვის უფროსი ათი ერთეულის განულება. თუ ამ სიტყვაში ერთეულების რაოდენობა ათზე ნაკლებია, მაშინ ორმაგი სიტყვა რჩება უცვლელი.

ბიჯი 3. იწარმოება ერთეულების რაოდენობის გაზრდა $(i+1)$ თანრიგში ერთი ერთეულით.

მოვახდინოთ მოყვანილი ალგორითმის ილუსტრირება ორი ათობითი რიცხვის 786 (პირველი შესაკრები) და 867 (მეორე შესაკრები) შეკრების მაგალითზე. ერთეულოვან-ნორმალურ კოდში ეს რიცხვები წარმოდგინდება შემდეგი სახით:

786	867
6 - 111111000,	7 - 111111100,
8 - 111111110,	6 - 111111000,
7 - 111111100,	8 - 111111110,

შეკრების პირველი ბიჯის შესრულების შემდეგ მივიღებთ სამ ორმაგ სიტყვას:

6,7 - 11111111111100000,
8,6 - 11111111111110000,
7,8 - 1111111111111000.

შეკრების მეორე ბიჯის განხორციელების შემდეგ ჩვენი მაგალითისათვის მივიღებთ:

6,7 - 11100000000000000,
8,6 - 11110000000000000,
7,8 - 11111000000000000.

რამდენადაც, რიცხვების 786 და 867 შეკრებისას, ყველა თანრიგში ვიღებთ გადატანის ერთიანებს, ამიტომ შეკრების მესამე ბიჯის შესრულების შემდეგ ვიღებთ:

3 -111000000000000000,

5 - 111110000000000000,

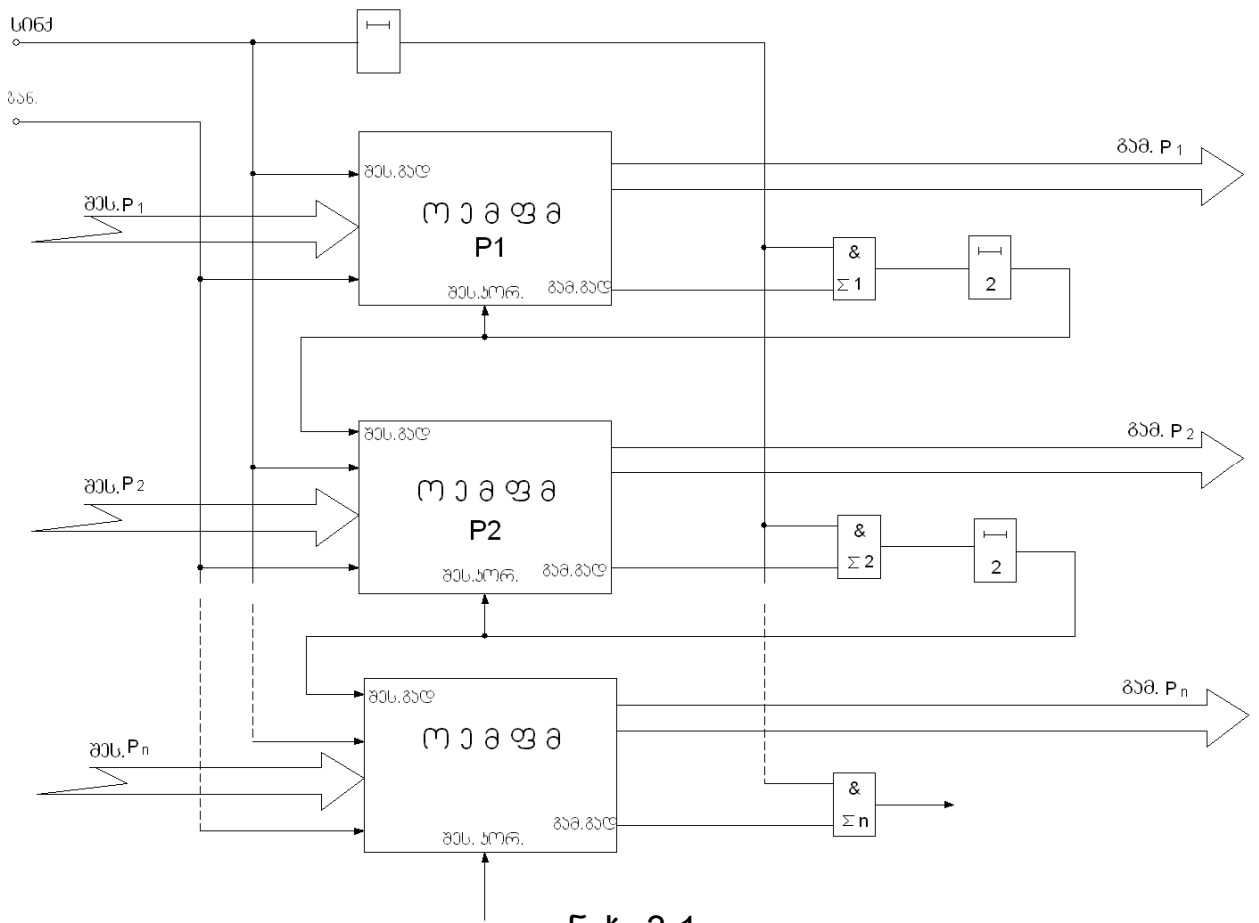
6 - 111111000000000000,

1 - 100000000000000000.

ეფექტურ ტექნიკურ საშუალებას, რომელიც ახდენს ათობითი რიცხვების ოპერირებას ერთეულოვან - ნორმალურ კოდში შემოთავაზებული ხერხით, წარმოადგენს ოპტოელექტრონული ამჯამავი მოწყობილობა[80,81,87,88].

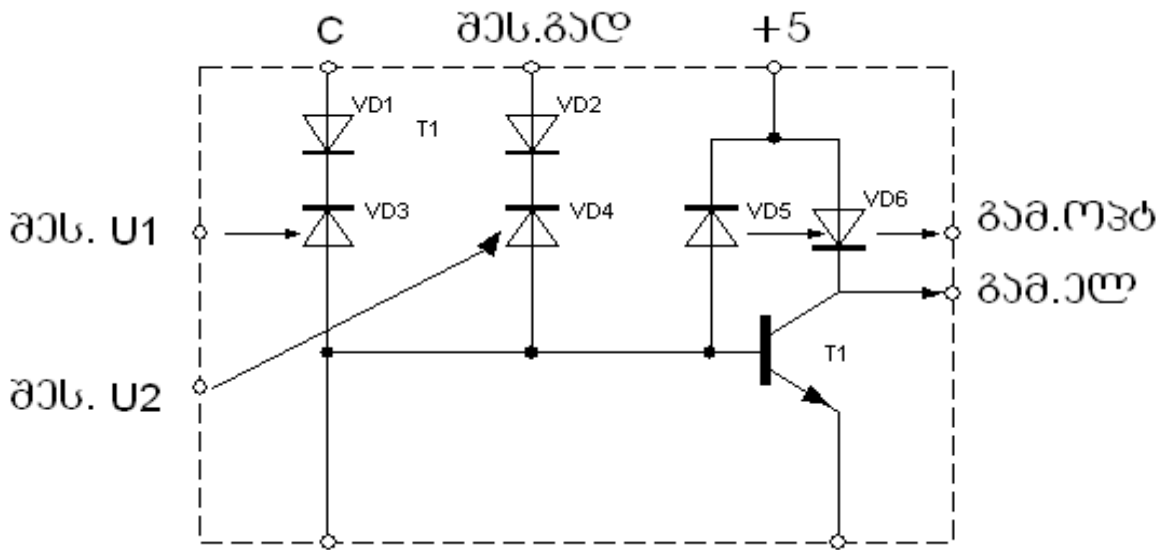
ასეთი ოპტოელექტრონული ამჯამავის ბლოკ - სქემა მოყვანილია ნახ. 3.1-ზე.

ამჯამავის ყოველი თანრიგი წარმოადგენს ოპტოელექტრონულ მრავალფუნქციურ მოდულს (ოემფმ), რომელიც უზრუნველყოფს პირველი და მეორე ოპერანდის მიღებას და ორი ათობითი ოპერანდის თანრიგობრივ შეკრებას, გადატანის სიგნალის გამომუშავებას და მდგომარეობის ინდიკაციას ერთეულოვან - ნორმალურ კოდში.



ნახ. 3.1

ყოველი ოქმფა შეიცავს ცხრამეტ მრავალფუნქციურ კვანტრონს (მფკ), რომლებიც წარმოადგენენ ყოველი ოქმფის ძირითად ელემენტებს. მფკ იძლევა სხვადასხვა ოპტიკური არხებით ინფორმაციის მიღების, დამახსოვრების და გაცემის საშუალებას როგორც ოპტიკური, ისე ელექტრონული სახით. მფკის სქემა ნაჩვენებია ნახ. 3.2-ზე.



ნ.კ 32

ყოველი ოემფმ, გარდა მფკებისა, მოიცავს აგრეთვე ოპტოელექტრონულ და ელექტრონულ ლოგიკურ ელემენტებს. ოპტოელექტრონული და ელექტრონული ელემენტების შეხამება საშუალებას იძლევა გაუმჯობესდეს კომბინაციური სქემების პარამეტრები, რომლებიც საჭიროა ოპტოელექტრონული ამჯამავეების ასაგებად. ამასთან ერთად არ არის აუცილებლობა ოპტიკურ ფორმაში წარმოდგენილი სიგნალების ელექტრულში გარდაქმნისა. შედეგად იზრდება მოწყობილობის სწრაფქმედება და მცირდება აპარატურული დანახარჯები.

ოემფმები საშუალებას იძლევიან მარტივად განხორციელდეს ათობითი რიცხვების გამოკლების ოპერაცია [89, 90]. შემოთავაზებულია ათობითი რიცხვების გამოკლების ხერხი, რომელიც ეყრდნობა ათობით შებრუნებულ კოდების გამოყენებას [82].

დავუშვათ, რომ მრავალთანრიგა A საკლებიდან უნდა გამოვაკლოთ ასევე მრავალთანრიგა B მაკლები. საკლებისა და მაკლების i -ური თანრიგების და გამოკლების შედეგის i -ური თანრიგს შეუძლია მიიღოს მნიშვნელობები: $1, 2, \dots, 9$.

შემთხვევისათვის, როცა სრულდება პირობა $A \geq B$, გამოკლების შედეგი განისაზღვრება ტოლობით:

$$C = A - B = A + B_{გებრ. + 1}, \quad (1)$$

ხოლო შემთხვევისათვის, როდესაც სრულდება პირობა $A < B$, ტოლობით:

$$C=A-B=-(B-A)=-(B+A_{შებრ.}+1), \quad (2)$$

როგორც (1) და (2) გამოსახულებებიდან ჩანს, საკლებისა და მაკლების შედეგის გამოთვლა დაიყვანება $(A+B_{შებრ.}+1)$ ან $(B+A_{შებრ.}+1)$ ჯამის გამოთვლამდე და შედეგის ნიშნის განსაზღვრამდე. (1) და (2) ტოლობები განსხვავდებიან იმით, რომ $A \geq B$ პირობისას ხდება მაკლების შეზღუდვებული კოდის პოვნა, ხოლო $A < B$ პირობისას-საკლებისა. ეს კოდები ფორმირდებიან შედარების ოპერაციის პროცედურის საფუძველზე. აქედან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ (1) ტოლობის განხორციელებით, სრულდება მე-(2) ტოლობაც.

იმისათვის, რომ დავამტკიცოთ (1) ტოლობის სამართლიანობა განვიხილოთ A და B რიცხვების პირველი თანრიგების გამოკლება. ე.ი.

$$c_1 = a_1 - b_1. \quad (3)$$

რამდენადაც გამოკლება დაიყვანება გამოსახულებამდე-

$$a_1 - b_1 = a_1 + b_{1შებრ.} \quad (4)$$

სადაც $b_{1შებრ.} = 9 - b_1$, ამიტომ სამართლიანია შემდეგი გამოსახულებაც:

$$a_1 + b_{1შებრ.} = a_1 + 9 - b_1 = 9 + a_1 - b_1. \quad (5)$$

რამდენადაც ნებისმიერი რიცხვის ერთი თანრიგისათვის სამართლიანია $d_{i+10} = d_i$, სადაც d_i რიცხვის თანრიგია. ამიტომ ტოლობა (3) შეიძლება გადავწეროთ შემდეგნაირად:

$$c_i = a_i - b_i = 10 + a_i - b_i. \quad (6)$$

თუ შევადარებთ მე-(5) და მე-(6) გამოსახულებებს, შეიძლება დავასკვნათ, რომ სწორი პასუხის მიღების მიზნით შედეგს, რომელიც მიიღება მე-(5) ფორმულით, უნდა დავუმატოთ 1. მაშინ გამოსახულება (5) მიიღებს სახეს:

$$a_1 + b_{1შებრ.} + 1 = 9 + a_1 - b_1 + 1 = 10 + a_1 - b_1 \quad (7)$$

სადაც შესაკრები 10 არის ერთიანის გადატანა უფროს თანრიგში.

ამის საფუძველზე შეიძლება დავწეროთ:

$$c_i = a_i + b_{iშებრ.} + 1.$$

სადაც ერთიანი არის გადატანა $(i-1)$ -ური თანრიგიდან. ე.ი. საბოლოო პასუხის მისაღებად აუცილებელია ჯამს მიემატოს ერთიანი.

ამრიგად, საბოლოო შედეგი იქნება:

$$C=A+B_{\text{გერ.}}+I.$$

ზემოთ განხილული მაგალითი ადასტურებს (1) და (2) ტოლობების სამართლიანობას.

(1) და (2) ტოლობების საფუძველზე ჩამოვყალიბოთ გამოკლების შემდეგი ალგორითმი:

- ხდება საკლებისა და მაკლების აბსოლიტური მნიშვნელობების შედარება მათგან უმცირესის გამოვლენის მიზნით. ანალიზი ხორციელდება ამ რიცხვების უფროს თანრიგებში;
- ხორციელდება გამოყოფილი უმცროსი რიცხვის გარდაქმნა შებრუნებულ ათობით კოდში ($A \geq B$ -სას გარდაიქმნება რიცხვი , ხოლო $A < B$ -სას - რიცხვი);
- ხორციელდება ოპერანდების შეკრება. შეკრება სრულდება უფროს თანრიგებში გადატანის ერთიანის გათვალისწინებით;
- ხორციელდება მიღებული ჯამისა და ერთიანის შეკრება.

უნდა აღინიშნოს, რომ საკლებისა და მაკლების შედარებისას განისაზღვრება შედეგის ნიშანიც. ამასთან, ორი ათობითი რიცხვების შედარებისათვის გამოიყენება ხერხები, რომლებიც განხილულია [83]-ში.

ოქმფემები ფართო შესაძლებლობებს იძლევა ასევე გამრავლების ოპერაციების შესრულებისა ათობით კოდში [84] და ორობით კოდირებული რიცხვების დამუშავებისათვის მასივების სახით [85,119]

3.3. მრავალფუნქციონალურ მოდულებში ანალოგური სიგნალების დამუშავების მეთოდები

ინფორმაციის დამუშავება ანალოგური სიგნალების სახით იძლევა დიდ უპირატესობას სწრაფქმედების თვალსაზრისით ციფრულ დამუშავებასთან შედარებით. ცნობილია აგრეთვე, რომ ინფორმაციის დამუშავების პროცედურის ჯაჭვში “მიღება-დამუშავება-შენახვა-გაცემა” ანალოგური დამუშავება ყოველთვის და ნებისმიერ დროს არაა გამართლებული. შევნიშნავთ აგრეთვე, რომ მოცემული

სადისერტაციო ნაშრომის მიზანს არ წარმოადგენს ინფორმაციის დამუშავების წრედში ანალოგური დამუშავებისათვის უპირატესი კვანძების გამოვლენა.

მეორე მხრივ არსებობს მრავალი შრომა, რომელშიც დამტკიცებულია ოემფმების უპირატესობა ანალოგური სიგნალების დამუშავებისათვის და მათ შორის დროითი ინტერვალებისათვის [78]. მაგალითად, ანალოგური სიგნალების შეკრება-გამოკლება ფართოდ გამოიყენება ლოგიკურ-დროით სქემებში .

მაგრამ მრავალფუნქციურობის პრინციპის გამოყენება საშუალებას იძლევა ოპტოელექტრონულ მოდულებში განხორციელებული იქნას როგორც ანალოგური, ასევე დისკრეტული სიგნალების შეკრება და გამოკლება [87-91].

ოემფმებში ანალოგური სიგნალების მიმატება-გამოკლებას საფუძვლად უდევს იმპულსების ხანგრძლივობების ერთიანების რაოდენობაში გარდაქმნის პრინციპი. იმპულსის ხანგრძლივობა შეიძლება ატარებდეს როგორც რიცხვით ასევე ციფრულ ინფორმაციას, ე.ი. რიცხვი შეიძლება წარმოვადგინოთ როგორც მიმდევრობით კოდში, ასევე პარალელურ პოზიციურ კოდში. რიცხვის პირველი სახით წარმოდგენა, იმასთან ერთად რომ მოუხერხებელია მისი გამოყენება ოე მოწყობილობებში, შეიძლება გამოყენებული იქნას მხოლოდ მიმდევრობით ამჯამავ მოწყობილობებში, რომლებიც არ გამოირჩევა მაღალი დროითი მახასიათებლებით. მეორე მეთოდის დროს პარალელურ-პოზიციურ კოდში ცალკეული ციფრი წარმოიდგინება იმპულსების შესაბამისი ხანგრძლივობებით. მეორე მეთოდით იმპულსების ხანგრძლივობების შეკრება იძლევა ამჯამავის მაღალ სწრაფქმედებას. გარდა ამისა, ეს მოსახერხებელია შემავალი ხანგრძლივობების მიღებული ჯამის შემდგომი გარდაქმნისთვის, რადგან იგი ფიქსირდება პარალელური პოზიციური კოდის სახით.

მოცემულ პარაგრაფში შემთავაზებულია პარალელური პოზიციური კოდის სახით წარმოდგენილი იმპულსების ხანგრძლივობების შეკრების მეთოდები და მოწყობილობანი.

ცნობილია იმპულსების ხანგრძლივობების შეკრების მოწყობილობა [78], რომლის ალგორითმი დაფუძნებულია შემავალი იმპულსის ხანგრძლივობის ერთიანების შესაბამისობის პრინციპზე ბისტაბილური უჯრედის გადართვის

დროსთან. ეს ნიშნავს იმპულსების ხანგრძლივობების ერთიანების მიმდევრობაში გარდაქმნას, ე. ი. იმპულსის ხანგრძლივობა გარდაიქმნება ერთეულოვან კოდში [78]. ასეთი პრინციპი ხასიათდება სქემური რეალიზაციის სიმარტივით. თუმცა მისი დამზადება მოითხოვს შემადგენელი კომპონენტების პარამეტრების მაღალ სტაბილურობას, რაც ქმნის ზოგიერთ ტექნოლოგიურ სიძნელეებს. გარდა ამისა, დასახელებული მოწყობილობის მუშაობის ალგორითმი ვერ უზრუნველყოფს თანრიგებს შორის გადატანების წარმოქმნის დროს დიდ სიზუსტეს.

შემოთავაზებულია იმპულსების ხანგრძლივობების დიდი სიზუსტით შეკრებისა და გამოკლების მეთოდი და მოწყობილობანი ოქმფმის სახით [92-94].

განვიხილოთ ორი იმპულსის ხანგრძლივობების შეკრების ალგორითმი. ამ მიზნით წინასწარ შემოვიტანოთ შემდეგი აღნიშვნები:

$$A = a_k a_{k-1} \dots a_2 a_1 \text{ პირველი შესაკრები}$$

$$B = b_k b_{k-1} \dots b_2 b_1 \text{ მეორე შესაკრები}$$

$$S = s_k s_{k-1} \dots s_2 s_1 \text{ A და B შესაკრებების ჯამი}$$

P_i - i -ური თანრიგიდან $(i+1)$ -ურ თანრიგში გადატანა.

შეკრება ხდება შემდეგი ალგორითმით.

დასაწყისში მოწყობილობის შესასვლელზე მიეწოდება პირველი ოპერანდი. თუ ჩავთვლით, რომ ამჟამავე თავიდან განულებულია, მაშინ A ოპერანდის მიწოდების შემდეგ ოქმფმის ყოველ თანრიგში მივიღებთ ჯამს $S_i = a_i + a$. რადგან $a_i < n$ და $P_i = 0$, ე.ი. გადატანა უფროს თანრიგში არ მოხდება.

ამის შემდეგ ამჟამავის შესასვლელზე მიეწოდება მეორე ოპერანდი B . ამ დროს უნდა იქნეს განხილული ორი შემთხვევა:

1. $S_i = a_i + b_i < n, P_i = 0$;

2. $S_i = a_i + b_i \geq n, P_i = 1$.

პირველ შემთხვევაში უფროს თანრიგში გადატანა არ ხდება, ამიტომ ოქმფმ ამჟამავე დამოუკიდებლად მუშაობს.

როცა $S_i \geq n$ და $P_i = 1$, გვაქვს ორი ქვეშემთხვევა:

- ა) $b_{i+1} \leq b_i$;

ბ) $b_{i+1} > b_i$.

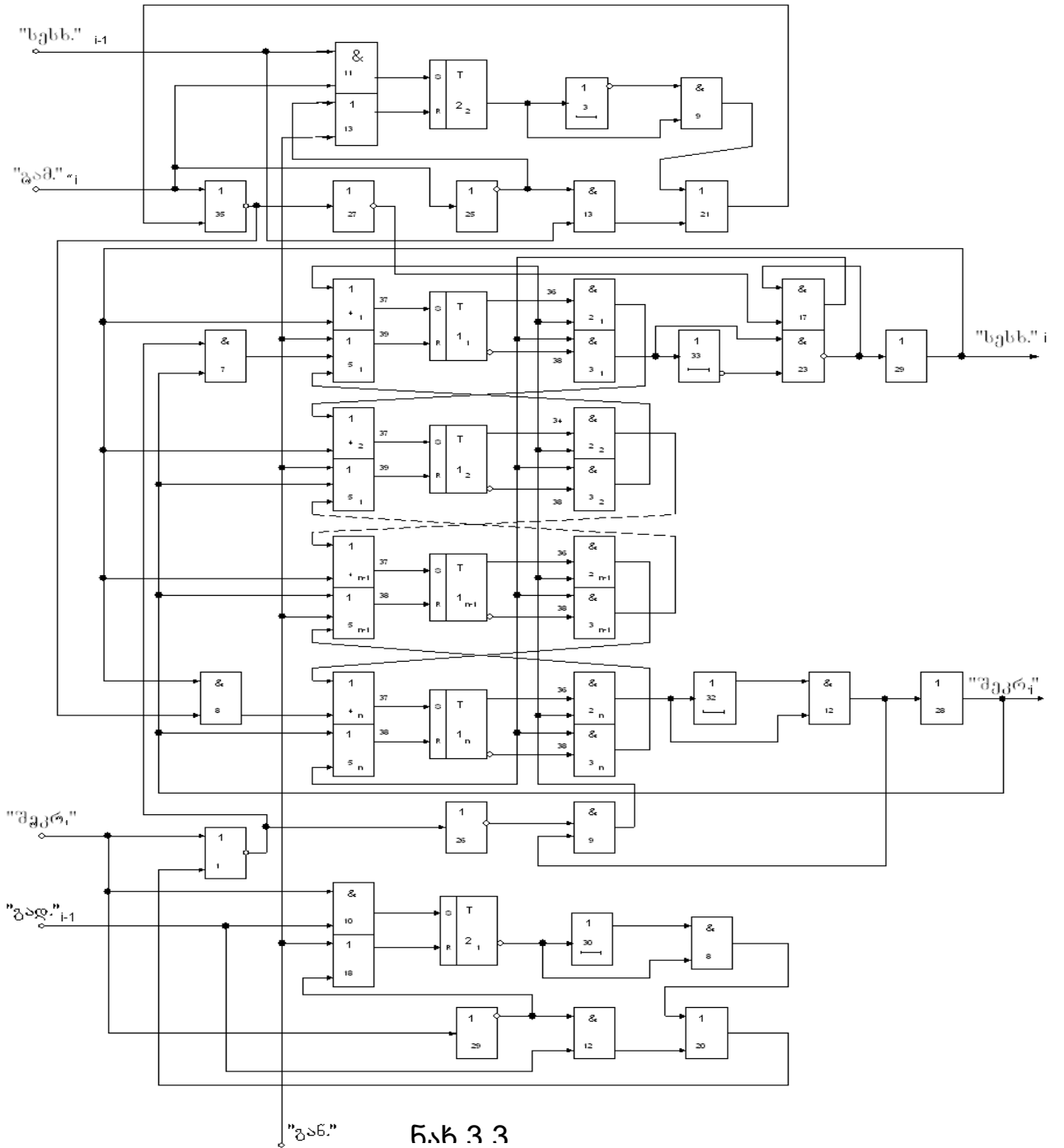
ა) შემთხვევაში ოემფმის თანრიგიდან P_i გადატანის იმპულსი უშუალოდ მიეწოდება $(i+1)$ -ური გადატანის შესასვლელს და მიემატება ჯამს.

ბ) შემთხვევაში P_i გადატანის იმპულსი i -ური თანრიგიდან მიეწოდება $(i+1)$ -ურ გადატანის შესასვლელზე იმ დროს, როცა ჯერ არ არის დამთავრებული აჯამვის შესასვლელზე მეორე ოპერანდის b_{i+1} თანრიგის მიწოდება. ამასთან ხდება b_{i+1} ოპერანდისა და P_i გადატანის ზედდება, რაც იწვევს უკანასკნელის დაკარგვას. ეს რომ გამოირიცხოს აუცილებელია გადატანების დამახსოვრება შუალედურ ელემენტებზე და $(i+1)$ -ური გადატანის შესასვლელზე მიეწოდოს b_{i+1} სიგნალის დამთავრების შემდეგ.

განხილული მეთოდის სარეალიზაციოდ ამჯამავის ოემფმის სქემა წარმოდგენილია ნახ.3.3-ზე, რომელშიც ბისტაბილური უჯრედების სახით გამოყენებულია RS -ტრიგერები. ოემფმ მოიცავს n ძირითად ტრიგერს $T1_1-T1_n$ და ორ დამატებით RS -ტრიგერს - $T2_1, T2_2$.

ძირითადი $T1_1-T1_n$ ტრიგერები დანიშნულია გარდაქმნილი სიგნალის ერთეულოვანი კოდის ფიქსირებისათვის, ხოლო დამატებითი $T2_1, T2_2$ ტრიგერები - გადატანის ან სესხების სიგნალების დროებითი დამახსოვრებისათვის.

მოწყობილობა მუშაობს შემდეგნაირად.



ნახ 3.3

როგორც აღნიშნული იყო, მოწყობილობა ოპერირებს როგორც ანალოგური, ასევე დისკრეტული სიგნალებით. განვიხილოთ მოწყობილობის ფუნქციონირება ანალოგური სიგნალებით. შეკრების პროცესის დაწყებამდე მაღალი პოტენციალი მიეწოდება განულების შესასვლელზე "გან." და გაივლის რა შესაბამის ლოგიკურ ელემენტებს ყველა ძირითადი და დამატებით RS -ტრიგერი გადადის ნულოვან მდგომარეობაში.

შესასვლელზე "შეკრ." ინფორმაციული სიგნალის მიწოდების შემთხვევაში, დაბალი სიგნალი ელემენტ ან-არა 1-ის გამოსასვლელიდან დაკეტავს და 1 ელემენტს. იმავდროულად ეს სიგნალი, გაივლის რა არა და და ელემენტებს გადაიყვანს პირველ RS -ტრიგერს 1 ერთის მდგომარეობაში. მაღალი პოტენციალი პირველი RS -ტრიგერის

გამოსავლიდან შესაბამისი და და ან ელემენტების გავლით მიეწოდება მეორე RS -ტრიგერის S -შესასვლელს და გადაიყვანს მას ერთის მდგომარეობაში და ა.შ. RS -ტრიგერების ერთის მდგომარეობაში გადაყვანა მთავრდება შესასვლელი სიგნალის შეწყვეტის შედეგად. ერთის მდგომარეობაში გადაყვანილი RS -ტრიგერების რაოდენობა განსაზღვრავს შესასვლელი სიგნალის ხანგრძლივობას.

ამრიგად, პირველი A ოპერანდის შემდეგ გადართული RS -ტრიგერების რაოდენობა ყოველთვის არის n -ზე (n არის ათვლის სისტემის ფუძე) ნაკლები.

მეორე B ოპერანდის მიწოდებით გრძელდება ძირითადი RS -ტრიგერების გადაყვანა ერთის მდგომარეობაში. ბოლო RS -ტრიგერის 1_n ერთის მდგომარეობაში გადავარდნა იძლევა ნებართვას გადატანის სიგნალის ფორმირებაზე. გადატანის იმპულსი ფორმირებული იქნება “გად.” გამოსასვლელზე. ამ პროცესში მონაწილეობას იღებს გაზრდილი დაყოვნების მქონე არა ელემენტი და ელემენტი და-არა, რომლებიც ქმნიან სხვაობით ელემენტს. გადატანის სიგნალის ხანგრძლივობა განისაზღვრება გაზრდილი დაყოვნების მქონე არა ელემენტის დაყოვნების დროით. გამოსავლიდან “გად.” იმპულსი გაანულებს ყველა ძირითად RS -ტრიგერს 1_1-1_n პირველის გარდა. პირველი RS -ტრიგერი განულებს იმ შემთხვევაში, თუ ამ დროს მოცემული ოემფმის შესასვლელზე “შეკრ.” მეორე ოპერანდის მიწოდება დამთავრებულია. გადატანის იმპულსი მიეწოდება აგრეთვე შემდეგი ოემფმის გადატანის შესასვლელს “გად.”. თუ ამ დროს მოცემულ ოემფმში შესასვლელზე “შეკრ.” მეორე ოპერანდის მიწოდება დამთავრებულია, გადატანის იმპულსი გადაიყვანს ერთ-ერთ ძირითად RS -ტრიგერს ერთიანის მდგომარეობაში, სხვა შემთხვევაში გადადის ერთის მდგომარეობაში პირველი დამატებითი RS -ტრიგერი 2_1 , სადაც ხდება მისი დამახსოვრება. შემდეგი ოემფმის მეორე ოპერანდის დამთავრების შემდეგ დამატებითი RS -ტრიგერის სხვაობითი ელემენტის გამოსასვლელზე ისევ დაფორმირდება გადატანის ეს იმპულსი, რომელიც გადაიყვანს მოცემული ოემფმის შესაბამის RS -ტრიგერს.

გადატანის იმპულსის დამახსოვრება აუცილებელია, რამდენადაც წინააღმდეგ შემთხვევაში მოხდება წინა ოემფმდან გადატანის იმპულსისა და მეორე ოპერანდის ზედდება. ამ მიზნით ყოველ ოემფმში ჩართულია ელემენტი და1. თუ

ოემფში გასასვლელზე “გად.” ფორმირებულია იმპულსი და იმავდროულად მიეწოდება შესასვლელზე “შეკრ.” მეორე ოპერანდი, მაშინ დაიკეტება ელემენტები და1 და და2. ამით გამოირიცხება პირველი RS -ტრიგერის S - და R - შესასვლელებზე ერთიანების გამოჩენა. შედეგად იგი დარჩება ერთის მდგომარეობაში.

ანალოგიურად მუშაობს მოწყობილობა გამოკლების დროს ინფორმაციის გამოკლების სალტეზე მიწოდებისას “გამ.” ამ დროს ძირითადი RS -ტრიგერები თანმიმდევრულად გადადის ნულოვან მდგომარეობაში, დაწყებული ერთიანის მდგომარეობაში მყოფი ბოლო ტრიგერიდან.

განხილული მეთოდის შემთხვევაში ოემფში ოპერანდები მიეწოდება მიმდევრობით, ამიტომ მისი სწრაფქმედება დიდი არ არის. შემოთავაზებულია ანალოგიური სიგნალების დამუშავების მეთოდი, რომლის მიხედვითაც ოემფის შესასვლელებზე ოპერანდები მიეწოდება პარალელურად.

განვიხილოთ ორი A და B ოპერანდის შეკრების ალგორითმი. მფმის შესასვლელზე პირველი A და მეორე B ოპერანდების თანრიგი მიეწოდება ერთდროულად. თუ ოემფს ჩავითვლით წინასწარ განულებულად, მაშინ თითოეულ j -ურ ($j = \overline{1, k}$)–ზე ოპერანდების მიწოდების შემდეგ მივიღებთ $S_j = a_j + b_j$ ჯამს. ამ დროს უნდა განვიხილოთ ორი შემთხვევა:

1. $s_j = a_j + b_j < n, \quad p_i = 0;$
2. $s_j = a_j + b_j \geq n, \quad p_i = 1,$

სადაც n - ათვლის სისტემის ფუძეაა.

პირველი შემთხვევის დროს გადატანა უფროს თანრიგში არ ხდება. ამიტომ ოემფის თანრიგები ფუნქციონირებენ ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად. როცა $s_i \geq n$ და $p_i = 1$, მაშინ გვაქვს ორი ქვეშემთხვევა:

- ა) $b_{j+1} \leq b_j;$
- ბ) $b_{j+1} > b_j.$

ა) შემთხვევის დროს გადატანის იმპულსი p_j i -ური ოემფიდან უშუალოდ მიეწოდება $(j+1)$ ოემფის “გად.” შესასვლელს და ემატება ჯამს.

ბ) შემთხვევის დროს გადატანის იმპულსი p_j i -ური ოემფიდან მიეწოდება $(j+1)$ ოემფის “გად. _{$j+1$} ” შესასვლელს იმ დროს, როცა ჯერ კიდევ არაა

დამთავრებული მეორე b_{j+1} ოპერანდის მიწოდება შეკრების შესასვლელზე -“შეკრ. $_{j+1}$ ”. ამ დროს ხდება b_{j+1} ოპერანდისა და p_j გადატანის სიგნალების ზედდება, რომელიც იწვევს ამ უკანასკნელის დაკარგვას. იმისათვის, რომ გამოირიცხოს ასეთი შემთხვევა, ხდება გადატანის დამახსოვრება შუალედურ მეხსიერების ელემენტზე და გაიცემა შემდეგი თანრიგის ოქმფმის გადატანის შესასვლელზე მეორე ოპერანდის მიწოდების დამთავრების შემდეგ.

აღნიშნული ოქმფმის ფუნქციონირება მცირედ განსხვავდება წინა ოქმფმის მუშაობისგან, ამიტომ დაწვრილებით არ განვიხილავთ. აღვნიშნავთ მხოლოდ, რომ მოცემული ოქმფმ იძლევა სწრაფქმედებაში მოგებას.

ოქმფმში ოპერანდების შეტანის მაქსიმალური დროა - $(n-1)\tau$, სადაც τ - ოქმფმის ორობითი თანრიგების გადართვის გასაშუალებული დროა. დავუშვათ, რომ გვაქვს გადატანების მაქსიმალური რაოდენობა, ანუ გადატანას ვიღებთ პირველ ოქმფმში ($k=1$) და დანარჩენ ოქმფმში ორივე ოპერანდის თანრიგების ჯამი ტოლია $(n-1)$ -ის. მაშინ ოქმფმში პირველი და მეორე ოპერანდის მიმდევრობითი შეტანის და შეკრების საერთო დრო განისაზღვრება ასე:

$$(t_{\Sigma})_{\max} = ((n-1) + (n-1) + k - 1)\tau = (2n + k - 3)\tau,$$

სადაც k არის ამჯამავის თანრიგთა რაოდენობა, ანუ ამჯამავში ოქმფმების რაოდენობა.

მოცემულ ოქმფმში ოპერანდები მიეწოდება ერთდროულად, ამიტომ $(t_{\Sigma}^*)_{\max}$ დრო შეიძლება განისაზღვროს როგორც მეორე ოპერანდის და აჯამვის მაქსიმალური დრო.

ამრიგად,

$$((t_{\Sigma}^*)_{\max}) = ((n-1) + k - 1)\tau = (n + k + 2)\tau.$$

აქედან გამომდინარე მოგება შეკრების დროში შეადგენს

$$\eta = 2n + k - \frac{2}{n + k + 2}.$$

η -სა და ამჯამავში ოქმფმების k რაოდენობას შორის დამოკიდებულების გათვლითი მონაცემები მოცემულია ცხრილში:

ცხრილი 1.4

k	4	8	10	16	20	26	32
η	1,75	1,56	1,42	1,37	1,32	1,26	1,22

ანალოგური სიგნალების დამუშავების შემოთავაზებული მეთოდები და საშუალებანი საშუალებას იძლევიან დამუშავებული იქნას მონაკვეთების შეკრების ხერხი.

შემოთავაზებული ხერხი მდგომარეობს ჯამური სიგრძის მონაკვეთის მიღებაში შესაკრებთა თანრიგობრივი მონაკვეთების ერთმანეთთან მიდგმით. ამასთან, მონაკვეთთა სიგრძეებს რიცხვის თანრიგების მიხედვით შეუსაბამებენ რიცხვის ციფრის ერთიანებს q -ურ ათვლის სიტემაში და მონაკვეთებს ანიჭებენ წონებს. შედეგად მიიღება ჯამური სიგრძის მონაკვეთები რიცხვის თანრიგების მიხედვით, ანუ შესაბამისი წონებით. ამასთან, თუ რომელიმე ჯამური მონაკვეთის სიგრძის შესაბამისი ერთიანების რაოდენობა აჭარბებს ან ტოლია q -სა, მაშინ მის სიგრძეს ამცირებენ q ერთეულით და შესაბამისად ერთი ერთეულით ზრდიან მაღალი წონის მქონე მონაკვეთის სიგრძეს. განვიხილოთ ხერხის განხორციელების მაგალითი.

დავუშვათ, რომ $q=10$ და გვაქვს ორი შესაკრები, რომელთაგან თითოეული შედგება ორი მონაკვეთისაგან. პირველი შესაკრების ერთი მონაკვეთის სიგრძე შეესაბამება 7 ერთეულს და აქვს წონა 10, ხოლო მეორე მონაკვეთის სიგრძე - 8 ერთეულს წონით 1. მეორე შესაკრების პირველი მონაკვეთის სიგრძე შეესაბამება 5 ერთეულს და აქვს წონა 10, ხოლო მეორე მონაკვეთი არის 5 ერთეულიანი წონით 1.

თუ დავუშვებთ, რომ ციფრების ერთეულები ტოლია, მაგალითად 5 მმ სიგრძის მონაკვეთისა, მაშინ შესაკრებებისათვის მივიღებთ სურათს, რომელიც მოცემულია ნახ. 3.4-ზე.

მონაკვეთების შეკრება ხდება ბიჯურად:

I ბიჯი - ხდება ერთნაირი წონის მონაკვეთების ერთმანეთთან მიდგმა და მიიღება რეზულტატური მონაკვეთები. ჩვენი მაგალითისთვის მივიღებთ რეზულტატს (ნახ. 3.5).

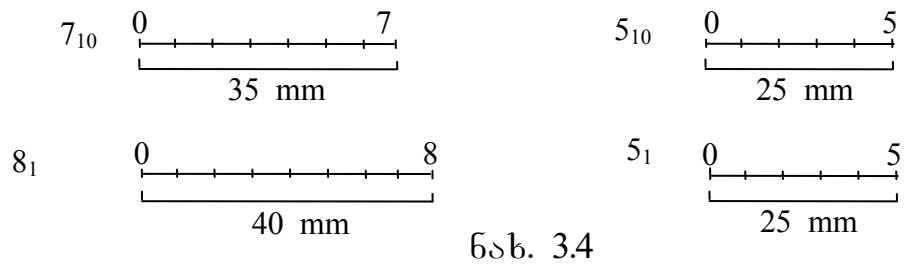
II ბიჯი - თუ რეზულტატური მონაკვეთების სიგრძე მეტი ან ტოლია 10 ერთეულის (ანუ 50 მმ), მაშინ მათი სიგრძეები უნდა შემცირდეს 10 ერთეულით ე.ი. 50 მმ-ით. ჩვენს მაგალითში მივიღებთ 2 ერთეულის (10მმ) სიგრძის მონაკვეთს წონით 10 და 3 ერთეულის სიგრძის (15 მმ) მონაკვეთს წონით 1 (ნახ. 3.6).

III ბიჯი - უახლოესი მაღალი წონის მქონე რეზულტატური მონაკვეთის სიგრძე იზრდება ერთი ერთეულით. ჩვენს მაგალითში 100 წონის მქონე მონაკვეთის სიგრძე იზრდება ერთი ერთეულით, ე.ი. იქნება 5 მმ. ამრიგად, მივიღებთ ნახ. 3.7-ზე ნაჩვენებ შედეგს.

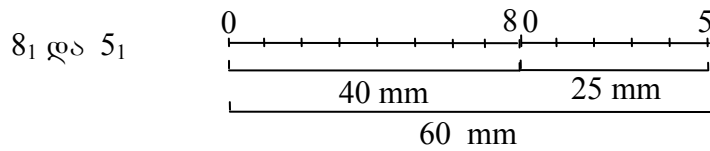
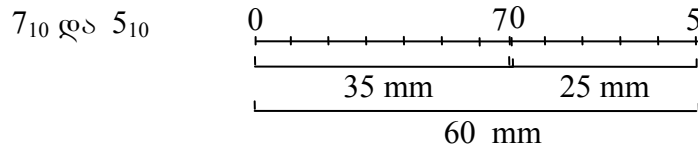
წარმოდგენილი ხერხი შეიძლება რეალიზებული იქნას სათვლელ, ე.წ. “ლოგარითმულ სახაზავებზე”, თუ ავირებთ n სახაზავს, სადაც n -შესაკრებების მონაკვეთების რაოდენობაა. თითოეულ სახაზავს მიენიჭება წონები q^0, q^1, \dots, q^{n-1} . ციფრების ერთეულად შეიძლება ავიღოთ 1 მმ სიგრძის მონაკვეთი, ხოლო q -ს სახით - ნებისმიერი რიცხვი. ჩვეულებრივ, ათვლის ათობითი სისტემისთვის $q=10$.

წარმოდგენილი მეთოდის რეალიზაციის მოცემული ხერხი სათვლელ სახაზავზე მოითხოვს დიდ დროით და შრომით დანახარჯებს. უფრო მოსახერხებელი და პრაქტიკულია მოცემული ხერხი რეალიზებული იქნას ელექტრონული მოწყობილობით.

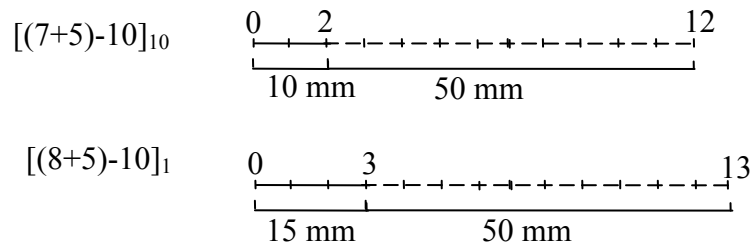
მონაკვეთების ამჯამავის i -ური ($i = \overline{1, n}$, სადაც n - შესაკრებების თანრიგობრიობაა) თანრიგის ბლოკ-სქემა წარმოდგენილია ნახ. 3.8-ზე.



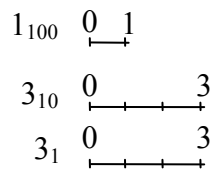
ნახ. 3.4



ნახ. 3.5



ნახ. 3.6



ნახ. 3.7

ამჯამავი შედგება ოპტოელექტრონული ათობითი ამჯამავისა 1 და გადაადგილების ფოტოელექტრონული გარდამქმნელისგან 2.

ამჯამავი მუშაობს შემდეგნაირად. ფოტოელექტრონული გარდამქმნელის 2 კოდურ შკალას გადაწვევენ პირველი შესაკრების მონაკვეთის სიგრძის ტოლი მანძილით. შედეგად ვიღებთ ერთეულოვან კოდს, რომელიც მიეწოდება ამჯამავს I და შეიტანება მასში. შემდეგ ხდება კოდური შკალის განმეორებითი გადაწევა მეორე

ოპერანდის მონაკვეთის სიგრძის ტოლი მანძილით. მიღებული ერთეულოვანი კოდი იჯამება ამჯამავის I შემცველობასთან.

როგორც ვხედავთ, წარმოდგენილ ხერხში მონაკვეთების სიგრძის ერთეულები გატოლებულია რიცხვის ციფრების ერთიანებთან და მინიჭებული აქვთ წონები. აქედან გამომდინარე, აჯამვის მონაკვეთების აჯამვის სიზუსტე არ არის დამოკიდებული დაბალი წონის მქონე ციფრების მონაკვეთების სიგრძეზე, ამის შედეგად მიიღება დადებითი ეფექტი, რომელიც გამოიხატება შეკრების სიზუსტის გაზრდაში.

“ლოგარითმული სახაზავის” შემთხვევაში შეკრების ხერხის სიზუსტე დამოკიდებულია რიცხვის (და არა ციფრის) ერთეულის სიგრძის ზომაზე. თუ ერთიანის სიგრძე ფიქსირებულია, როგორც ეს არის გაკეთებული “ლოგარითმულ სახაზავში”, მაშინ რიცხვის თანრიგების გაზრდით იზრდება რიცხვის მონაკვეთის საერთო სიგრძე, რომელიც პრაქტიკულად შეზღუდულია. თუ რიცხვის ერთეულის მონაკვეთის სიგრძე ტოლია 1 მმ-ის, მაშინ გაზომილი მონაკვეთის მესამე უმცროსი თანრიგი შეიძლება დადგინდეს მხოლოდ მიახლოებით (პრაქტიკულად 0,5 მმ-ით), ხოლო ოთხი და მეტი თანრიგების ფაქტიურად არ გაითვალისწინება და იგნორირდება.

წარმოდგენილი ხერხის შემთხვევაში რიცხვის თითოეული თანრიგი გამოისახება ფრაგმენტის საკუთარი სიგრძით, ამიტომ მისი სიზუსტე შეკრებისას თეორიულად შეუზღუდავია, ხოლო პრაქტიკულად დამოკიდებულია ფოტოელექტრონული 2 გარდამქნელის დასაშვებუნარიანობაზე.

3.4. ოპტოელექტრონულ მრავალფუნქციურ მოდულებზე ათობითი რიცხვების კონვერული დამუშავების მეთოდი

ოქმფმ ახალი ფუნქციური თვისებების მქონე ოპერაციული მოწყობილობების ორგანიზების საშუალებას იძლევა, რომლებიც ძირითადი მახასიათებლებით მნიშვნელოვნად გამოირჩევა ანალოგიური დანიშნულების ელექტრონული საშუალებებისგან. საკმაოდ პერსპექტიულად ითვლება კონვერული ტიპის

ოპერაციული მოწყობილობები, რომელთა დანიშნულებაა დიდი ზომის მონაცემთა მასივების დამუშავების ამოცანების გადაწყვეტა.

მოცემულ პარაგრაფში შემოთავაზებულია ათობითი რიცხვების კონვერტირების შეკრების ეფექტური მეთოდი და მოწყობილობა მისი რეალიზაციისთვის [95].

დავუშვათ, რომ $A = A_n A_{n-1} \dots A_i \dots A_2 A_1$ n -თანრიგა ათობითი რიცხვია, სადაც A_i - ათობითი ციფრებია, წარმოდგენილი ერთეულოვან კოდში-

$$A_i = a_1 a_2 \dots a_j \dots a_9,$$

სადაც $a_j \in \{0,1\}$. ამასთან ერთეულოვან - ნორმალურ კოდში, თუ $A_i \geq 1$

$$\exists (a_j = 1)(\overline{a_{j+1}, a_9} = 0) \& (\overline{a_1, a_{j-1}} = 1),$$

ხოლო ერთეულოვან -პოზიციურ კოდში -

$$\exists (a_j = 1)(\overline{a_{j+1}, a_9} = 0) \& (\overline{a_1, a_{j-1}} = 0).$$

თუ $A_i = 0$, მაშინ $a_j = 0, j = \overline{1,9}$.

ამრიგად A_i შეიძლება წარმოვადგინოთ სიმრავლეების $A_i = A_i^1 \cup A_i^0$ სახით, სადაც ერთეულოვან - ნორმალური კოდის შემთხვევაში $A_i^1 = \{a_1, \dots, a_j\}$ და $A_i^0 = \{a_{j+1}, \dots, a_9\}$, ხოლო ერთეულოვან - პოზიციური კოდის შემთხვევაში $A_i^1 = \{a_j\}$ და $A_i^0 = \{a_1, \dots, a_{j-1}\} \cup \{a_{j+1}, \dots, a_9\}$.

განვიხილოთ ორი A და B ათობითი n - თანრიგა რიცხვის შეკრების პროცესი ერთეულოვან - ნორმალურ კოდში, როცა B ოპერანდი წინასწარ არის შეტანილი ოპტოელექტრონული ამჯამავის თანრიგებში, ხოლო $A_i (i = \overline{1, n})$ ოპერანდის თანრიგები მიეწოდება თანმიმდევრულად. ამასთან დავუშვათ, რომ $Card A_i^1 = j$, ხოლო $Card B_i^1 = l$.

კონვერტირული აჯამვის პროცესი მდგომარეობს ნულების და ერთების ყოველ ტაქტში A_i^0, A_i^1, B_i^0 და B_i^1 სიმრავლეებს შორის გადანაწილებაში. პირველ t_1 ტაქტში გადანაწილებისას მივიღებთ-

$$(A_i^1)^{t_1} := (A_i^1)^{t_0} \cup b_{l+1} \text{ და } (B_i^1)^{t_1} := (B_i^1)^{t_0} \cup a_j,$$

სადაც $b_{l+1} \in (B_i^0)^{t_0}, t_0$ -სიმრავლეების საწყისი მდგომარეობაა. მეორე ოპერანდის მდგომარეობა გავუტოლოთ C_i ჯამს, როცა $(C_i^1)^{t_1} = (B_i^1)^{t_1}$. მეორე t_2 ტაქტში მივიღებთ $(A_i^1)^{t_2} := (A_i^1)^{t_1} \cup b_{l+2}$ და $(C_i^1)^{t_2} := (C_i^1)^{t_1} \cup a_{j-1}$ და ა. შ.. აჯამვის პროცესი გრძელდება j ტაქტის განმავლობაში, ე. ი. სიმრავლის $(A_i^1)^{t_j} = \phi$ მიღებამდე. თუ $j-k$ ($k < j$) ტაქტზე ამჯამავე მივიღებთ შედეგს, რომლისთვისაც $Card(C_i^1)^{t_{j-k}} = 10$, მაშინ $(C_i^1)^{t_{j-k}} = \phi$ და შესაბამისად ხდება ერთიანის (a_{j-k}) მომზადება შემდეგ თანრიგში გადასატანად. $j+1$ ტაქტზე, $(C_{i+1}^1)^{t_{j+1}} := (C_{i+1}^1)^{t_j} \cup a_{\{j-k\}}$, სადაც $a_{\{j-k\}} \in A_i^1$.

ამრიგად, i -თანრიგში მივიღებთ ჯამს $(C_i^1)^{j+1}$, რომლისთვისაც სამართლიანია შემდეგი მდგომარეობები:

$$Card(C_i^1)^{t_{j+1}} = \begin{cases} Card A_i^1 + Card B_i^1 + a_{j-k}, & \text{თუ } (Card A_i^1 + Card B_i^1 + a_{j-k}) < 10 \\ Card A_i^1 + Card B_i^1 + a_{j-k} - 10, & \text{თუ } (Card A_i^1 + Card B_i^1 + a_{j-k}) \geq 10 \end{cases}$$

სადაც $a_{j-k} \in A_{i-1}^1$.

აღნიშნული იძლევა საშუალებას დავასკვნათ, რომ A_i და B_i თანრიგების ჯამი არის რეკურსიული ფუნქცია

$$C_i^{t_i} = + C_i^{t_{i-1}} \\ C_i^{t_{i-1}} = (A_i^1)^{t_{i-1}} + (B_i^1)^{t_{i-1}}$$

სადაც $+$ სიმბოლოთი აღვნიშნავთ აჯამვის ოპერატორს ერთეულოვან-ნორმალურ კოდში, რომელიც განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$(A_i^1)^{t_i} + (B_i^1)^{t_i} = \begin{cases} (C_i^1)^{t_{i-1}} \cup a_i, & \text{თუ } Card[(B_i^1)^{t_i} \cup a_i] < 10 \\ \phi, & \text{თუ } Card[(B_i^1)^{t_i} \cup a_i] = 10 \end{cases} \quad (3-1)$$

სადაც $a_i \in A_i^1$.

მიღებული გამოსახულება სამართლიანია მაშინ, როცა $Card A_i^1 \geq 1$, წინააღმდეგ შემთხვევაში $a_i = \phi$.

როცა $l=10$ და არსებობს უმცროსი თანრიგიდან გადატანა, მაშინ

$$(C_i^1)^{t_{i-1}} + a_{i-1} = \begin{cases} (C_i^1)^{t_{i-1}} \cup a_i, & \text{თუ } Card[(C_i^1)^{t_i} \cup a_i] < 10 \\ \phi, & \text{თუ } Card[(C_i^1)^{t_i} \cup a_i] = 10 \end{cases}, \quad (3-2)$$

სადაც $a_i \in A_i^1$.

(3-1) და (3-2) გამოსახულებები შეიძლება გარდაიქმნას შემდეგნაირად:

$$(C_i^1)^t + (B_i^1)^t := \begin{cases} (C_i^1)^{t-1} \cup a_i \cup a_i^1, & \text{თუ } \text{Card}[(B_i^1)^t \cup a_i \cup a_i^*] < 10 \\ \phi, & \text{თუ } \text{Card}[(B_i^1)^t \cup a_i \cup a_i^*] = P \end{cases}, \quad (3-3)$$

სადაც $a_i \in A_i^1$ და $a_i^1 \in A_{i-1}^1$, ანუ არის წინა თანრიგიდან გადატანა.

მოცემული გამოსახულება წარმოადგენს საწყისს ოპტოელექტრონულ კონვეირულ ოპერაციულ მოწყობილობაში (ოეკმ) თანრიგების ჯამის ფორმირებისათვის. მოცემულ თანრიგში გადატანის მისაღებად ავიღოთ შემდეგი გამოსახულება:

$$(C_i^1)^t + (B_i^1)^t := \begin{cases} 0, & \text{თუ } \text{Card}[(B_i^1)^t \cup a_i \cup a_i^*] < 10 \\ 1, & \text{თუ } \text{Card}[(B_i^1)^t \cup a_i \cup a_i^*] = 10 \end{cases}, \quad (3-4)$$

ოეკმ წარმოადგენს ოემფმების რეგულარულ ჯაჭვს, რომელთაგან თითოეული მათგანი ასრულებს გარდაქმნის საკუთარ ეტაპს (3.3, 3.4).

დავუშვათ, რომ ოემფმ – ერთტაქტა მიმდევრობითი ავტომატებია. ნებისმიერ ოემფმში თითოეულ ტაქტში ხდება ინფორმაციის მიღება და მისი გადამუშავება ან მისი განულება. ამრიგად, ოემფმში ხდება წყვილად განულება და გარდაქმნების განხორციელება.

აქედან გამომდინარე, ოეკმის გამოსასვლელზე გარდაქმნების შედეგს მივიღებთ ყოველი ორი ტაქტის შემდეგ. ასეთი ოეკმის სტრუქტურა ნაჩვენებია ნახ. 3.9-ზე [95].

ოეკმში A და B ოპერანდები მიეწოდება თანრიგებად და ერთდროულად, ხოლო თანრიგები მიეწოდება პარალელურად ერთეულოვან კოდში. A და B ოპერანდების მიწოდება ხდება უმცროსი თანრიგით წინ. კონვეირის თითოეულ საფეხურზე გარდაქმნის არსი მდგომარეობს A ნაწილში ერთიანების რაოდენობის შემცირებასა და B ნაწილში ერთიანების რაოდენობის გაზრდაში (ან პირიქით). პროცესი გრძელდება მანამ, ვიდრე A ნაწილში ერთიანები აღარ იქნება, ან B ნაწილში ერთიანების რაოდენობა არ მიაღწევს 10-ს. ბოლო შემთხვევაში ხდება კონვეირის ამ საფეხურზე B ნაწილის განულება და დამატებით უჯრაში (დუ) ერთიანის ჩაწერა.

შემდეგ ტაქტზე განუღებება ეს ოემფმ, მაგრამ დუის განუღებება არ ხდებება, რომლის შემცველობა ოპერანდების შემდეგი თანრიგების მოსვლის დროს A ნაწილის ერთიანის ნაცვლად მიემატება B ოპერანდის ერთიანებს, ხოლო მის მაგივრად ჩაიწერება ნული.

ოემფმში ერთი ათობითი თანრიგის შეკრების დრო განისაზღვრება ერთეულოვან - ნორმალურ კოდში წარმოდგენილი ციფრში ორობითი თანრიგების რაოდენობით.

აქედან გამომდინარე, ათობითი რიცხვის ერთი თანრიგის შეკრების დრო იქნება 9τ , სადაც τ - ერთი მანქანური ტაქტის ხანგრძლივობაა. ოემფმის გამოსასვლელზე ყოველი თანრიგის შეკრების შედეგი კონვეირის სრული გაქანების, ე.ი. შესაკრებთა უმცროსი თანრიგის ჯამის მიღების შემდეგ, გაიცემა ყოველ 2τ დროში. აქედან გამომდინარე, n -თანრიგა ათობითი რიცხვის შეკრების დრო ოეკმში იქნება:

$$t_{\Sigma} = t_{გაქ} + t_{დაშ},$$

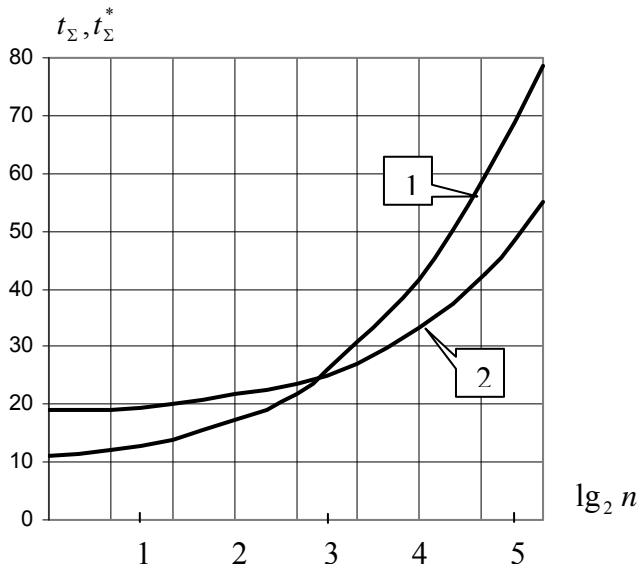
სადაც $t_{დაშ} = n * 2\tau$ არის ოეკმის დამუხრუჭების დრო ანუ დრო, რომელიც საჭიროა შესაკრებების უმაღლესი თანრიგების შესაკრებად, რომლებიც მიეწოდება წინა (უმცროსი) თანრიგების შეკრების შემდეგ.

ამრიგად, ორი n -თანრიგა რიცხვების შეკრების დრო განისაზღვრება როგორც:

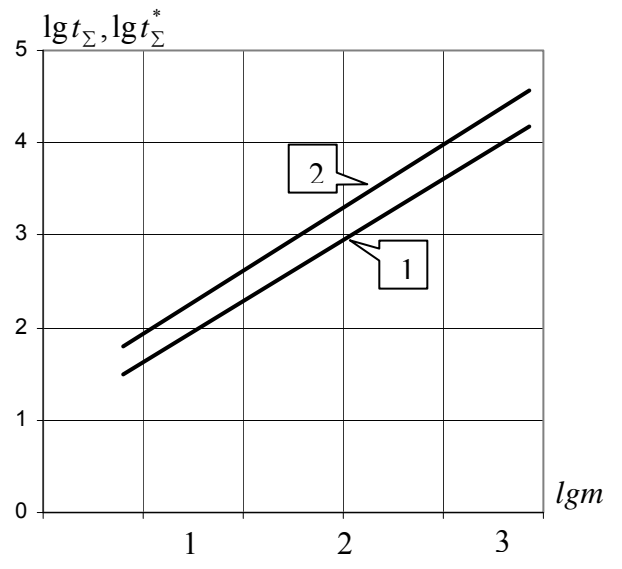
$$t_{\Sigma} = 9\tau + n * 2\tau = (9 + 2n) * \tau.$$

ოეკმსათვის შეკრების დროის დამოკიდებულება n -თან მოცემულია ნახ. 3.10-ზე (I მრუდი). იქვეა მოცემული შეკრების დროის დამოკიდებულება n -თან მიმდევრობითი გადატანის მქონე ოპტოელექტრონული ამჯამვისათვის [78], რომელშიც ორი n -თანრიგა რიცხვის შეკრების დრო განისაზღვრება როგორც:

$$t_{\Sigma}^* = 18\tau + (n - 1)\tau = (17 + n)\tau.$$



ნახ. 3.10



ნახ. 3.11

როგორც ნახ. 3.10-ზე ჩანს, რიცხვების თანრიგების გაზრდისას ოეკმსთვის შეკრების დროითი მაჩვენებელი უარესდება მიმდევრობითი გადატანის ოპტოელექტრონულ ამჯამავთან შედარებით.

ვნახოთ, როგორ იცვლება ეს სურათი m -რაოდენობის n -თანრიგა რიცხვების ორი მასივის შეკრების შემთხვევაში.

ამ შემთხვევაში, შეიძლება წარმოვიდგინოთ, რომ არსებობს (n^*m) -თანრიგა ორი რიცხვი, მაშინ

$$t_{\Sigma} = (9 + mn) \tau .$$

მიმდევრობითი გადატანის ოპტოელექტრონული ამჯამავისთვის m^*n -თანრიგა რიცხვების ორი მასივის შეკრების დრო განისაზღვრება როგორც:

$$t_{\Sigma}^* = \frac{17 + n}{r} * m \tau .$$

მასივში n - თანრიგა რიცხვების შეკრების დროის მასივში რიცხვების რაოდენობაზე დამოკიდებულების შესაბამისი მრუდები მოცემულია ნახ. 3.11-ზე (10-თანრიგა რიცხვებისთვის).

როგორც ნახ. 3.11-დან ჩანს, ამ შემთხვევაში სწრაფქმედებით ოეკმს (I მრუდი) გააჩნია არსებითი უპირატესობა მიმდევრობითი გადატანის ოპტოელექტრონულ ამჯამავთან შედარებით (II მრუდი). მაგალითად, ასი 10-

თანრიგა რიცხვის შესაკრებად ოეკმში საჭიროა 1009 ტაქტი, მაშინ როცა ოპტოელექტრონულ ამჯამავში საჭიროა 1350 ტაქტი.

ათობითი რიცხვების შეკრების წარმოდგენილი მეთოდი იძლევა საშუალებას შემცირდეს აპარატურული საშუალებები და m, n -თანრიგა ათობითი რიცხვების შეკრების დრო.

მე- 3 თავის დასკვნები:

8. დამტკიცებულია მრავალფუნქციურ მოდულებზე ფუნქციის რეალიზაციის კომპოზიციური მეთოდის კორექტულობა რანჟირებული ფუნქციების შემთხვევაში;
9. შემოთავაზებულია ერთეულოვან კოდებში წარმოდგენილი ათობით რიცხვებზე ოპერაციების განხორციელების მეთოდები და საშუალებაში, რომლებიც საშუალებას იძლევიან მკვეთრად გაიზარდოს მათი ეფექტურობა;
10. შემოთავაზებულია ანალოგურ ფორმაში წარმოდგენილი რიცხვებზე ოპერირების მეთოდები და საშუალებანი, რომლებიც ზრდიან ინფორმაციის დამუშავების სწრაფქმედებას;
11. შემოთავაზებულია ათობითი რიცხვების კონვეირული დამუშავების მეთოდები და საშუალებანი; ნაჩვენებია მათი ეფექტურობა რიცხთა მასივების დამუშავებისას.

თავი 4. ციფრული სისტემის ეფექტურობის ამაღლების არქიტექტურული მეთოდების დამუშავება

4.1. გამომთვლელი საშუალებების მრავალფუნქციური ტერმინალური მოწყობილობების დამუშავება

ადამიანი-ოპერატორი პერსონალურ კომპიუტერთან "ურთიერთობას ახორციელებს" ინტერფეისი "ადამიანი-კომპიუტერის" საშუალებით. დღეისათვის კარგადაა შესწავლილი და განხორციელებული ინტერფეისი "ადამიანი-კომპიუტერის" პროგრამული მხარე [97]. შედარებით ნაკლები ყურადღება ეთმობა ინტერფეისის აპარატურულ მხარეს, რაც გამოწვეულია დისპლეის და კლავიატურის ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლების ოპტიმალური ვარიანტის მიღწევის სურვილით.

საზოგადოდ დისპლეის და კლავიატურის ხედვითობა ბევრ ფაქტორზეა დამოკიდებული, მაგრამ მათ შორის უმთავრესია სიმბოლოების კონტრასტულობა ფონთან მიმართებაში და კუთხური ზომა.

როგორც წესი, არჩევენ ორი ტიპის კონტრასტს: პირდაპირი და უკუ. რაოდენობრივად კონტრასტის სიდიდე განისაზღვრება ფორმულით [98]:

$$K_{პირ.}=(B_{ფ}-B_s)/B_{ფ}, \quad K_{უკუ}=(B_s-B_{ფ})/B_s,$$

სადაც $B_{ფ}$ და B_s არის შესაბამისად ფონისა და სიმბოლოს სიკაშკაშე. როგორც ვხედავთ, სიმბოლოების ხედვითობაზე დიდ გავლენას ახდენს გარე განათების, ანუ ფონის სიკაშკაშის დონე. პირდაპირი კონტრასტის დროს გარე განათებულობის გაზრდას თან სდევს კონტრასტის მატება, რაც თავის მხრივ აუმჯობესებს სიმბოლოების ხედვითობას. პირდაპირი კონტრასტი დამახასიათებელია ჩვეულებრივი კლავიატურისათვის, რადგან კლავიშების ღია ფონზე დატანილია მუქი ფერის სიმბოლოები და მათ შორის კონტრასტი იქმნება კლავიშის ფონიდან და სიმბოლოებიდან არეკლილი სინათლის სხივებით.

ვნახოთ რა პროცესებთანაა დაკავშირებული დისპლეის ეკრანზე სიმბოლოების აღქმა. ნორმალური სამუშაო რეჟიმის დროს ეკრანის სამუშაო ფანჯრის ფერი ღიაა, ხოლო მასზე ასახული შრიფტი მუქია. ერთი შეხედვით ადგილი აქვს პირდაპირ კონტრასტს, მაგრამ გარე განათებასთან (ფონის სიკაშკაშესთან) მიმართებაში დისპლეის ეკრანი ქმნის უკუკონტრასტს, სხვა შემთხვევაში ოპერატორი ეკრანის ნათებას საერთოდ ვერ შეამჩნევდა. როგორც წესი, ეკრანის ნათება შეიმჩნევა მაშინ, როცა მისი სიკაშკაშე მეტია, ვიდრე ფონისა.

აქედან გამომდინარე, გარე განათების (ფონის სიკაშკაშის) მატების შემთხვევაში უკუკონტრასტის $K_{კუ}$ მნიშვნელობა ეკრანის სიკაშკაშისათვის მოიკლებს და შესაბამისად შემცირდება პირდაპირი კონტრასტი ეკრანის სიკაშკაშესა (ამ შემთხვევაში ფონსა) და მასზე ასახულ სიმბოლოებს შორის.

საჭირო კონტრასტულობის სიდიდის უზრუნველყოფა აუცილებელია, მაგრამ არასაკმარისი პირობაა იმისათვის, რომ ოპერატორმა ნორმალურად აღიქვას სიმბოლო. ამისათვის კიდევ საჭიროა ვიცოდეთ, თუ ეს კონტრასტი როგორ აღიქმება ოპერატორის მიერ მოცემულ გარე განათების პირობებში. მისი შეფასებისათვის გამოიყენება კონტრასტის ზღვრის ცნება, რომელიც გულისხმობს სიმბოლოსა და ფონის სიკაშკაშეებს შორის მინიმალური განსხვავების, რომელიც კი შეიძლება გაირჩეს თვალით, ფარდობას ფონის სიკაშკაშესთან. ცხადია, კონტრასტულობის ზღვარი დაკავშირებულია აგრეთვე სიმბოლოს ზომასთან, ე.ი. რაც უფრო დიდი ზომისაა სიმბოლო, მით უფრო მცირეა კონტრასტულობის ზღვარი.

ნახ.4.1-ზე ნაჩვენებია კონტრასტულობის ზღვრის დამოკიდებულება ადაპტირებად სიკაშკაშესთან და სიმბოლოს ზომებთან [99]. კონტურული ხაზებით ნაჩვენებია ეს დამოკიდებულება კლავიატურისათვის, ხოლო წყვეტილით - მონიტორისათვის.

პირობითად დავუშვათ, რომ სიმბოლოების კუთხური ზომები ოპერატორისათვის დისპლეიზე და კლავიატურაზე ერთნაირია. მაშინ ოპერატორისათვის ერთნაირი აღქმის პირობები, ანუ ერთნაირი კონტრასტულობის ზღვარი $K_{ზღვ}$, როგორც მონიტორზე, ასევე კლავიატურაზე იქნება, როცა ეს მრუდები ერთმანეთს კვეთავენ. მაგალითად, როცა სიმბოლოების კუთხური ზომა ცნობილია და $\alpha=1/$, მრუდების გადაკვეთა შესაძლებელია ფონის 10^2 კანდ./მ² სიკაშკაშის დროს (წერტილი A). რეალურ პირობებში ფონის სიკაშკაშის ზუსტი დაცვა შეუძლებელია. მაშინ დისპლეისა და კონტრასტულობის ზღვარი $K_{ზღვ}$ უზრუნველყოფილი უნდა იქნას დისპლეის ეკრანის სიკაშკაშის ცვალებადობით.

თუ გაიზარდა $B_{გ}$, ვთქვათ 100^3 კანდ./მ²-მდე, მაშინ კლავიატურის სიმბოლოების აღქმის პირობები გაუმჯობესდება, რადგან შემცირდება კონტრასტულობის ზღვარი (წერტილი B), მაგრამ იმავდროულად გაურესდება

დისპლეიზე სიმბოლოების აღქმა (წერტილი C). იმისათვის, რომ გაუმჯობესდეს დისპლეიზე სიმბოლოების აღქმა, საჭიროა გაზრდილი იქნას მონიტორის სიკაშკაშე ისე, რომ წერტილები B და C ერთმანეთს შეუთავსდეს.

როგორც ვხედავთ, ჩვეულებრივი კლავიატურისათვის დამახასიათებელია პირდაპირი კონტრასტი, რადგან სიმბოლოები კლავიშებზე აღიქმება ფონის სიკაშკაშიდან გამომდინარე არეკლილი სხივებით, ხოლო დისპლეისათვის - უკუკონტრასტი, რადგან მასზე სიმბოლოები აღიქმება ეკრანის ნათების სიკაშკაშიდან გამომდინარე. შედეგად, ძნელდება ორივე მოწყობილობისათვის ისეთი კონტრასტის მიღწევა, როცა კონტრასტულობის ზღვარი ორივესათვის ერთნაირი იქნება.

ცალსახად შეიძლება ითქვას, რომ ოპერატორისათვის მუშაობის კომფორტული პირობები იქმნება მაშინ, როცა B_{θ} -საგან დამოკიდებულებით მრუდები ერთმანეთს კი არ კვეთავენ, არამედ ერთმანეთს ემთხვევიან. ეს კი შესაძლებელია მაშინ, როცა ორივე მოწყობილობისათვის დამახასიათებელი იქნება პირდაპირი ან უკუკონტრასტი.

ორივე მოწყობილობისათვის პირდაპირი კონტრასტი მიიღწევა მაშინ, როცა პკ დაკომპლექტებულია ჩვეულებრივი კლავიატურით და თხევადკრისტალური დისპლეით (როცა თხევადკრისტალურ ხელსაწყოებს უკუგანათება არ აქვთ), ე.ი. როდესაც ორივე მოწყობილობაზე სიმბოლოების აღქმა ხორციელდება ფონის ინტენსივობით არეკლილი სხივებით.

ორივე მოწყობილობის უკუკონტრასტი მიიღწევა მაშინ, როცა გამოყენებულია დისპლეი ელექტრონულ სხივურ მილაკზე ან თხევადკრისტალზე უკუგანათებით და თხევადკრისტალური კლავიატურა უკუგანათებით.

პირველ შემთხვევაში სიმბოლოების ხედვითობა მთლიანადაა დამოკიდებული ფონის სიკაშკაშეზე და ოპერატორი იძულებულია გარე განათების ცვლილებით მიაღწიოს სიმბოლოების მაღალ ხედვითუნარიანობას, რაც ყოველთვის არაა შესაძლებელი.

მეორე შემთხვევაში შესაძლებელია როგორც ფონის სიკაშკაშის რეგულირება, ასევე მონიტორის და კლავიატურის სიკაშკაშის რეგულირება. როგორც წესი, ოპერატორი მიმართავს ამ უკანასკნელს. აქედან გამომდინარე, უდავოა, რომ

უპირატესობა უნდა მიენიჭოს ისეთ კლავიატურას და მონიტორს, რომლებსათვისაც დამახასიათებელია უკუკონტრასტი.

ასეთ თვისებებს ფლობს დისპლეი ელექტრონულ სხივურ მილაკზე ან თხევადკრისტალური უკუგანათებით და კლავიატურა თხევადკრისტალური კლავიშებიანი ეკრანებით და უკუგანათებით. მაგრამ ამ უკანასკნელთათვის დამახასიათებელია დასაშვებუნარიანობის დაბალი ხარისხი და ხედვის მცირე კუთხე. თხევადკრისტალური ინდიკატორების დასაშვებუნარიანობა არის არაუმეტეს 0,7 მმ და ხედვის კუთხე - არაუმეტეს 40⁰-სა ვერტიკალში და ჰორიზონტალში -80⁰.

ასეთი კლავიატურით ჰკის დაკომპლექტება მართალია უზრუნველყოფს დისპლეის და კლავიატურის უკუკონტრასტს, მაგრამ მნიშვნელოვნად ამცირებს კლავიშებზე სიმბოლოების აღქმის შესაძლებლობას.

ამრიგად შესაძლებელია ჩამოვყალიბოთ მოთხოვნები უკუკონტრასტის მქონე კლავიატურისათვის [99]:

- კლავიატურის კლავიშის ეკრანის დასაშვებუნარიანობა არ უნდა ჩამორჩებოდეს დისპლეისას, მაგალითად ელექტრულ სხივური მილაკისას;
- კლავიშის ეკრანის ნათების ინტენსივობა არ უნდა ჩამორჩებოდეს დისპლეის ნათების ინტენსივობას;
- კლავიშის ეკრანზე სიმბოლოების ხედვის კუთხე არ უნდა იყოს დისპლეის ეკრანზე სიმბოლოების ხედვის კუთხეზე ნაკლები;
- კლავიშის ეკრანზე შესაძლებელი უნდა იყოს სიმბოლოების ზომის ცვლილება.

ასეთ მოთხოვნებს დააკმაყოფილებდა კლავიატურა უკუკონტრასტით, თუ მისი კლავიშის ეკრანი გადაწყვეტილი იქნებოდა ნახევარგამტარული (შუქდიოდებზე) მატრიცის სახით. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული ერგონომიული თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია, რომ მონიტორზე და კლავიშებზე სიმბოლოების ხედვის კუთხე იყოს მაღალი, მათთვის დამახასიათებელი იყოს უკუკონტრასტი და მაღალი დასაშვებუნარიანობა. ელექტრულ სხივურ მილაკზე აგებული დისპლეისთან მიმართებაში ყველა ამ პარამეტრს უზრუნველყოფს ნახევარგამტარულ მატრიცაზე აგებული დისპლეი. ამასთან შუქდიოდური მატრიცებისათვის დამახასიათებელი მაღალი დასაშვებუნარიანობა საშუალებას იძლევა, რომ კლავიატურის კლავიშებზე

რეგულირებული იქნას სიმბოლოების ზომები. ეს კი, როგორც ნახ.4.1-დან ჩანს, მნიშვნელოვანია კონტრასტულობის ზღვრის შემცირებისათვის.

შემოთავაზებული მოწყობილობანი ძნელად შეიძლება მივაკუთვნოდ ტერმინალური მოწყობილობების რომელიმე კლასს, კერძოდ კი შეტანის ან გამოტანის მოწყობილობებს. ამიტომ მათი დასახელება გამოდის ძირითადი ფუნქციიდან, რომლისათვისაც ისინი არიან დანიშნულნი.

შემოთავაზებულია მრავალფუნქციური კლავიატურა (მფკლ), რომელიც დანიშნულია ტექსტური რედაქტორის ფარგლებში სხვადასხვა ენაზე შექმნილი ტექსტური დოკუმენტების, აგრეთვე ნებისმიერი სიმბოლოს პკში შეტანისათვის. ამრიგად, მფკლ აღმოფხვრის ტრადიციულად არსებულ შეზღუდვებს, რომელსაც ადებს კლავიატურა პკის სტრუქტურას და საშუალებას იძლევა სრულად იქნას გამოყენებული პკის პროგრამული და აპარატურული შესაძლებლობები.

მფკლ საშუალებას იძლევა:

- კლავიატურის სიმბოლურ კლავიშებზე ოპერატიულად იქნას შეცვლილი და ასახული სხვადასხვა შრიფტი;
- ამაღლებული იქნას კლავიატურის ერგონომიული და საექსპლოატაციო თვისებები, რამდენადაც ყოველ სიმბოლურ კლავიშზე გამოირიცხება რამოდენიმე შრიფტის დატანა;
- გაფართოებული იქნას პკის გამოყენების სფერო ტექსტური დოკუმენტების დამუშავებით, რომლებიც შედგენილნი სხვადასხვა შრიფტით არიან სხვადასხვა ბუნებრივ და ხელოვნურ ენებზე, აგრეთვე სპეციალური სიმბოლოების (მაგალითად, მათემატიკური, მუსიკალური, ქიმიური და სხვა) გამოყენებით;
- გამარტივებული იქნას პროგრამირების საკითხები სიმბოლური კლავიშების მაკრობრძანებებთან იდენტიფიცირებით.

შემოთავაზებული ფუნქციების განხორციელებისათვის მფკლის კლავიშები აღჭურვილია ინდივიდუალური დისპლეებით, რომლებიც იმართებიან სპეციალური სქემებით. მაშინ მფკლის სტრუქტურა შეიძლება წარმოდგენილი იქნას შემდეგნაირად (ნახ. 4.2), სადაც შს - პკში შეტანის სქემაა, რომელიც არ განსხვავდება კლავიატურის ტრადიციული სქემისაგან; მის - მიღებისა და ინდიკაციის სქემაა.

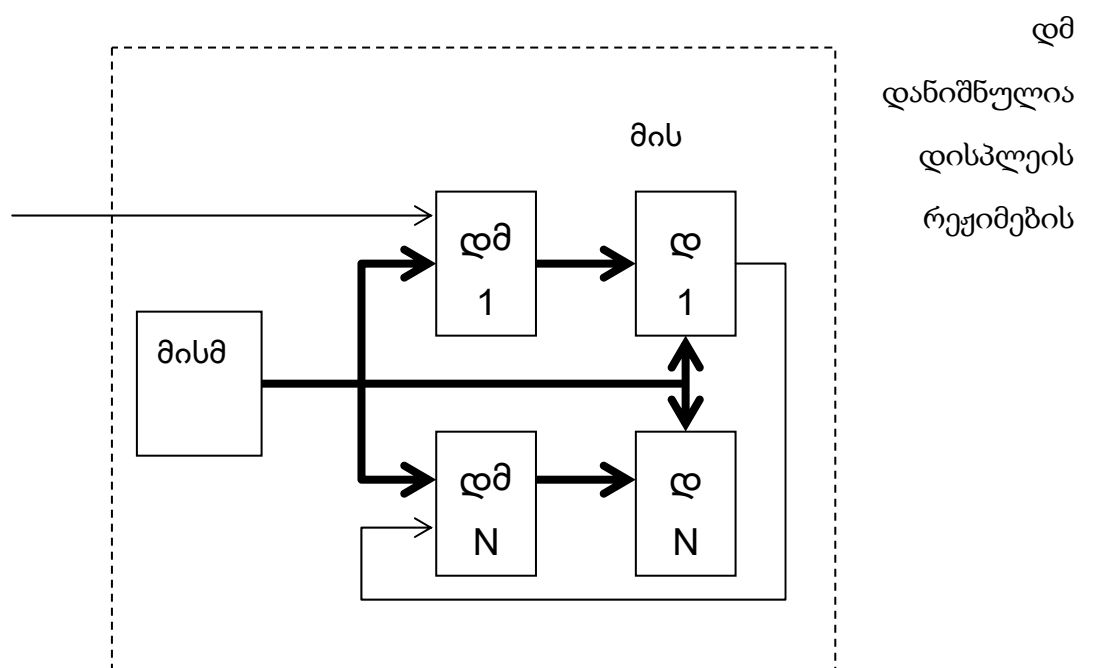
მფკლს შეუძლია ოთხ რეჟიმში მუშაობა:

- i -ური ($i = \overline{1, N}$, სადაც N -მფკლში კლავიშების რაოდენობაა) კლავიშის მდგომარეობის ჩაქრობა;
- i -ურ კლავიშზე ინფორმაციის სტატიკური ასახვა ნორმალური სიკაშკაშით (ძირითადი რეჟიმი);
- i -ურ კლავიშზე ინფორმაციის სტატიკური ასახვა დადაბლებული სიკაშკაშით;
- i -ურ კლავიშზე გამოსახულების ციმციმი.

კლავიშების დისპლეი წარმოადგენს მრავალფუნქციური კვანტრონების (მფკ) მატრიცას ზომებით $n \times m$ ($n, m = 1, 2, \dots$). მფკები ერთმანეთში გაერთიანებულნი არიან როგორც ოემფმ და წარმოადგენენ $n \times m$ -თანრიგა ოპტოელექტრონულ ძვრის რეგისტრს.

კლავიშების ოემფმები ერთმანეთთან მიმდევრობით არიან დაკავშირებულნი, რომლის შედეგადაც წარმოქმნიან ვირტუალურ ოე ძვრის რეგისტრს. მფკების გაერთიანება ოემფმის სახით და ვირტუალური ძვრის რეგისტრის სტრუქტურა ნაჩვენებია ნახ.4.3.

მაშინ მისი შეიძლება წარმოდგენილი იქნას ბლოკ-სქემით, რომელიც ნაჩვენებია ნახ.4.4-ზე. ნახ. 4.4 -ზე გამოყენებულია შემდეგი აღნიშვნები: დ-კლავიშის დისპლეია; N -კლავიშების რაოდენობა; დმ-დისპლეის მართვის სქემა; მისმ-მისის მართვის სქემა.

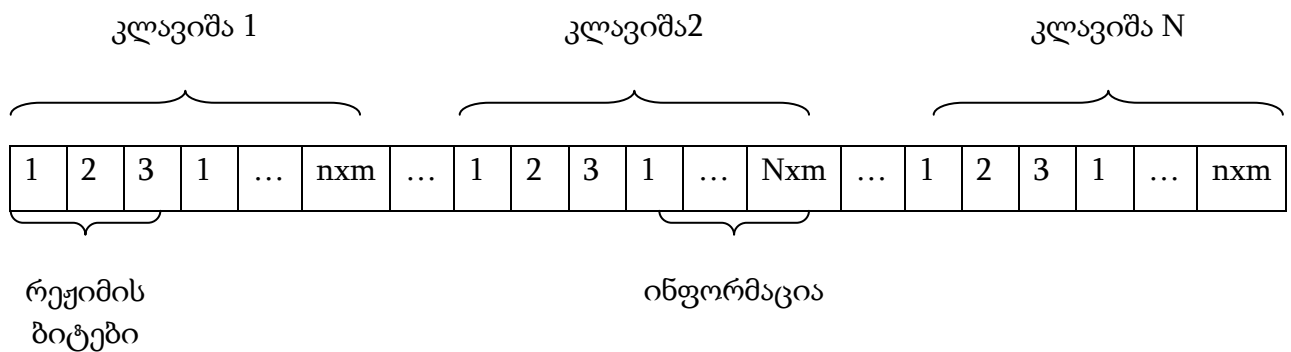


ნახ.4.4

მოცემისათვის, ხოლო მისმ ახორციელებს დისპლეს მუშაობის სინქრონიზაციას, ინფორმაციის მიღების სინქრონიზაციას და იძლევა დისპლეს ეკრანის ციმციმის რეჟიმს.

მფკების სამუშაო რეჟიმში მოყვანა შედგება ორი ფაზისაგან: პკდან ინფორმაციის მიღება და დისპლეს ეკრანებზე ასახვა.

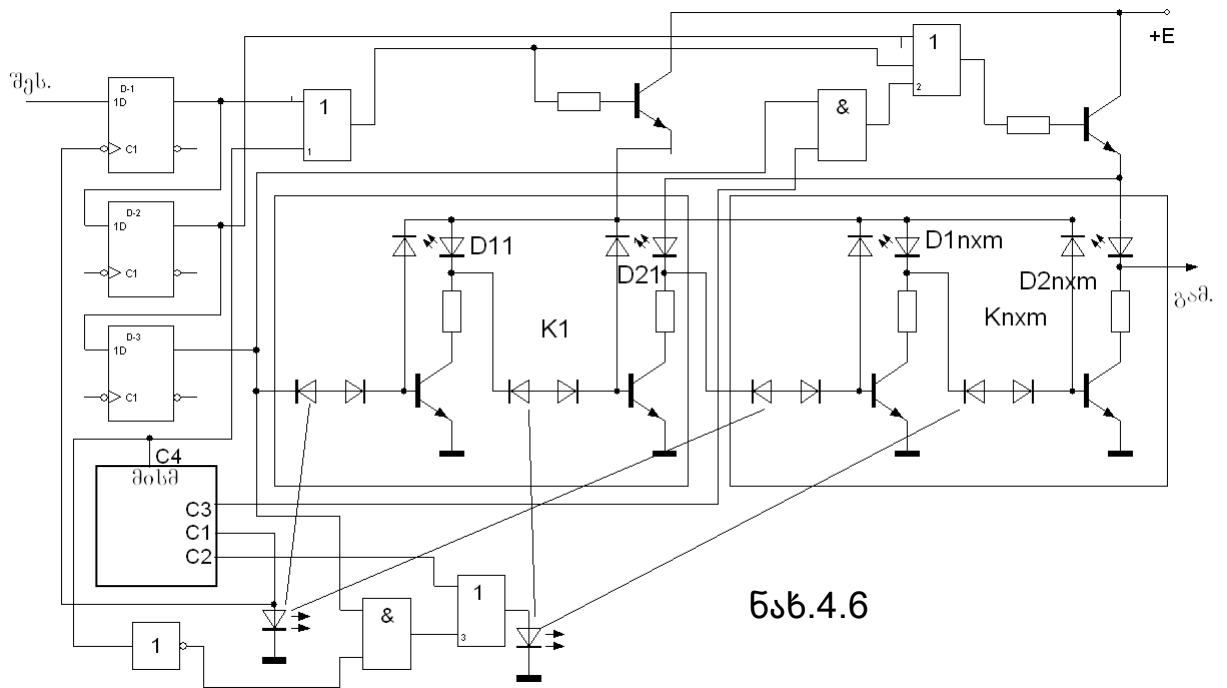
პკის ადაპტერიდან ინფორმაციის მფკებში ჩატვირთვისათვის გაიცემა ფაილი მიმდევრობით კოდში ზომით $[(n \times m) + 3] / N$ ბიტი. ფაილის სტრუქტურა ნაჩვენებია ნახ.4.5-ზე.



ნახ.4.5

რამდენადაც დისპლეს მუშაობის მიმდევრობითი შეერთება ნახ. 4.3 -ზე ნაჩვენებია აღმავალი ნომრებით, ამიტომ პკდან ფაილის გაცემა უნდა მოხდეს მაღალი ნომრით წინ.

დისპლეს სქემა და მისი მართვა ერთი კლავიშის შემთხვევისათვის ნაჩვენებია ნახ.4.6 -ზე.



ნახ.4.6

დისპლეს ყოველი კვანტრონი აგებულია ორსაფეხუროვანი სქემით. პირველი საფეხური სინქრონიზირდება სიგნალით $C1$, ხოლო მეორე საფეხური - $C2$ -ით. კვანტონების მდგომარეობის ინდიკაცია ხორციელდება $D1, D2$ შუქდიოდებით.

ტრიგერები 1-3 დანიშნულია დისპლეს რეჟიმების დამახსოვრებისათვის. ტრიგერებში დაფიქსირებული კოდები და შესაბამისი მუშაობის რეჟიმები ნაჩვენებია ცხრილ 4.1-ში.

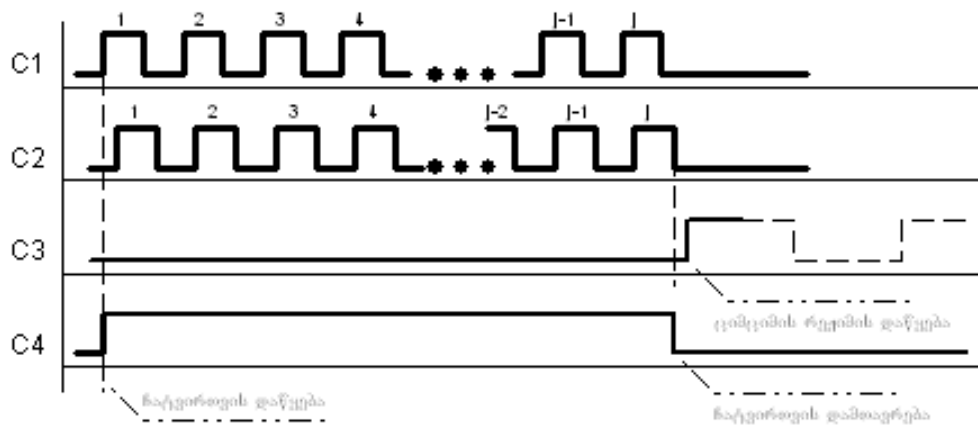
ცხრილი 4.1

T1	T2	T3	რეჟიმი
0	0	0	ჩაქრობა
1	0	0	ძირითადი რეჟიმი
0	1	0	სიკაშკაშის დაკლება
0	0	1	ციმციმი

დისპლეს სიკაშკაშის შემცირება ხორციელდება კვანტრონის პირველი საფეხურის კვების გამორევით.

ციმციმის რეჟიმი მოიცემა დაბალი სიხშირის $C3$ სიგნალით მისმდან. გარდა ამისა, ამ დროს ან3 ელემენტის გამოსასვლელზე მუდმივად გაიცემა მაღალი პოტენციალი, რომელსაც გახსნილ მდგომარეობაში უჭირავს ყოველი კვანტრონის მეორე საფეხურის შესასვლელი. სიგნალი $C3$ უკანა ფრონტით შეწყვეტს კვანტრონის მეორე საფეხურის კვების წრედს, რომლითაც ხორციელდება კვანტრონის სიკაშკაშის გადასვლა ნორმალურიდან შემცირებულში. $C3$ სიგნალის წინა ფრონტის აღდგენის შემდეგ, კვანტრონის მეორე საფეხურის კვების წრედი აღდგება. შედეგად, აღდგება კვანტრონის ნათების ნორმალური სიკაშკაშე. ამის შედეგად მიიღწევა ციმციმის ეფექტი.

პკდან ჩატვირთვისას მისმი $C4$ გამოსასვლელზე გამოიმუშავებს მაღალ პოტენციალს და $C1$ და $C2$ გამოსასვლელზე ურთიერთინვერსიულ სიგნალებს. გაიღება ან1 ელემენტი, რომლის გამოსასვლელიდანაც მაღალი პოტენციალი გახსნის კვების წრედს კვანტრონებისათვის, რომლებიც უკვე იმუშავებენ ორტაქტა D -ტრიგერის რეჟიმში. ჩატვირთვის დამთავრების შემდეგ მისმი წვეტს $C4$ სიგნალის მიწოდებას და შედეგად კვანტრონების კვების წრედი მართვადი ხდება რეჟიმების შესაბამისი ტრიგერებიდან. მისმის ფუნქციონირება აღიწერება დროითი დიაგრამით, რომელიც ნაჩვენებია ნახ.4. 7-ზე.



ნახ.4. 7

ფკლის მართვა (საწყისი გაშვება და ჩატვირთვა) ხორციელდება პკდან. პკის ჩართვისას ავტომატურად ხდება ძირითადი შრიფტის (ლათინურის) ჩატვირთვა.

ამის შემდგომ სხვა შრიფტზე ან სპეციალურ სიმბოლოებზე გადასვლა ხდება კვის ბრძანებების მიხედვით ტექსტური რედაქტორის შესაძლებლობების ფარგლებში.

შემოთავაზებულია კვის შემდეგი ბრძანებები:

- $K1[i]$ - მფკლში i -ური შრიფტის (ფაილის) ჩატვირთვა;
- $K2[l]$ - მფკლში l ($l = \overline{1,4}$) რეჟიმის ჩატვირთვა;
- $K3[j]$ - j -ური კლავიშის ჩატვირთვა;
- $K4[j]$ - j -ური კლავიშის რეჟიმის ჩატვირთვა;
- $K5[i,j]$ - i -ური და j -ური კლავიშების შემცველობათა ურთიერთშენაცვლება $i, j = \overline{1, N}$, $i \neq j$.

მფკლის სახესხვაობას წარმოადგენს ინტელექტუალური კლავიატურა (იკ), რომელიც დანიშნულია კვი ბრძანებების და მონაცემთა შესატანად ინდიცირებული, ე.ი. კლავიშების საერთო მასივიდან გამორჩეული კლავიშებით. იკის ეს თვისება საშუალებას იძლევა გაზრდილი იქნას კლავიატურაზე მუშაობის მოხერხებულობა და სწრაფქმედება.

იკ აღჭურვილია ფრონტალური განათების კლავიშებით, რომელიც ჩაირთვება კვის ბრძანებით. კვიდან კლავიატურაში შემოსული სიგნალები განსაზღვრავენ მორიგ დასაჭერ კლავიშას ან ალტერნატიული კლავიშების ჯგუფს. ეს მომხმარებელს საშუალებას აძლევს დიალოგურ რეჟიმში ამოირჩიოს საჭირო კლავიშა არა კლავიშების საერთო მასივიდან, არამედ რამოდენიმე განათებული კლავიშიდან.

იკ მოითხოვს შესაბამის პროგრამულ უზრუნველყოფას, რომელიც მართავს კლავიატურის აპარატურას და კლავიშების ინდიცირებას. მოცემული პროგრამა ანალიზს უკეთებს ოპერატორის მოქმედებას და ამ ქმედების მიხედვით გამოიმუშავებს შემდგომ ალტერნატივებს ბრძანების ან მონაცემთა შეტანისათვის, რაც აისახება იკზე ანთებული კლავიშებით.

ინტერაქტიულ რეჟიმში მუშაობისას იკის პროგრამული უზრუნველყოფა ანთებული სიმბოლური, ფუნქციონალური და პროგრამირებადი კლავიშებით მომხმარებელს “კარნახობს” მორიგი ბრძანების პირველ ასოს, ანდა შესაბამის ფუნქციონალურ კლავიშას.

იკ მნიშვნელოვნად ამსუბუქებს მომხმარებლის მუშაობას, რომელსაც პკში ბრძანების ან მონაცემების შეტანისას ყურადღება არ გადააქვს ძირითადი სამუშაოდან. იკ განსაკუთრებით სასარგებლოა არაპროფესიონალი მომხმარებლებისათვის და დამწყები პროგრამისტებისათვის, აგრეთვე პკზე მუშაობის შესწავლის დროს.

სტრუქტურულად იკ მსგავსია მფკლისა. იკში ყოველ კლავიშში გამოყენებულია ორტაქტა კვანტრონი (ნახ. 4.6). ყველა კლავიშის კვანტრონები წარმოშობენ ვირტუალურ ძვრის რეგისტრს სიგრძით N თანრიგი [100].

დიალოგურ რეჟიმში მუშაობისას პკ ადაპტერის გამოსასვლელზე გასცემს ფაილს სიგრძით N ბიტი, რომელიც მიმდევრობითი კოდის სახით ჩაიტვირთება იკის კვანტრონებში.

მფკლისაგან განსხვავებით იკში გადატვირთვის ინიციატორი არის არა მომხმარებელი-ოპერატორი, არამედ იკის პროგრამული უზრუნველყოფა.

როგორც ზემოთ იყო ნაჩვენები, მფკლ საშუალებას იძლევა აღმოფხვრილი იქნას ის არსებული შეზღუდვები, რომელსაც ადებს კლავიატურა პკის სტრუქტურას, და სრულად იქნას გამოყენებული პკის შესაძლებლობები. შემოთავაზებული მფკლის კლავიშები აგებულია ნახევარგამტარული კვანტრონების ბაზაზე, რომელშიც უკუკავშირის სინათლის წყარო გამოყენებულია აგრეთვე კვანტრონის მდგომარეობის ინდიცირებისათვის. ამრიგად ხდება კვანტრონის ბუნებრივი ფუნქციური შესაძლებლობების დამატებით გამოყენება.

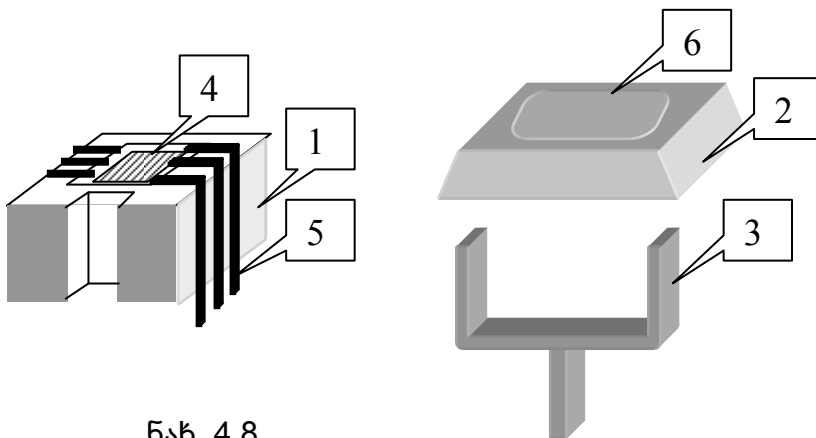
ასეთი ტექნიკური გადაწყვეტა მფკლს აძლევს უპირატესობას სხვა მსგავს კლავიატურებთან შედარებით, რომელთა კლავიშები აგებულია თხევადკრისტალური დისპლეების გამოყენებით. როგორც ცნობილია, ასეთი კლავიატურები ექსპლუატაციისას მოითხოვენ კარგ გარე განათებას მაშინ, როცა პკის მონიტორისათვის ექსპლუატაციის ასეთი პირობები მიუღებელია. ამრიგად, თხევადკრისტალურ კლავიატურასა და მონიტორს შორის არსებული დისონანსი გარე განათებასთან მიმართებაში, მოიხსნება შემოთავაზებული კლავიატურის გამოყენების შემთხვევაში, რადგან ის და მონიტორი ითხოვენ ერთნაირ გარე განათებას.

თხევადკრისტალური კლავიატურების შემთხვევაში ოპერატორის ხედვის კუთხე შეზღუდულია და ვერტიკალში არის არაუმეტეს 40⁰-სა, ხოლო ჰორიზონტალში 80⁰ -მდეა, როცა მფკლის შემთხვევაში ეს პარამეტრი 150⁰-ზე მეტია. ცხადია, ეს ზრდის მფკლის საექსპლუატაციო მახასიათებლებს.

თხევადკრისტალურ ეკრანებში მიიღწევა მატრიცის ელემენტის ზომა 0,7x0,7 მმ, როცა შემოთავაზებულ კლავიატურაში მანათობელი ელემენტის ზომა შეიძლება იყოს 0,2x0,2 მმ. ეს ზრდის გარჩევითუნარიანობას და აუმჯობესებს გამოსახულების ხარისხს.

თხევადკრისტალური კლავიატურის გამოყენება შეზღუდულია იქ, სადაც არ არის, ანდა მიზანშეუწონელია გარე განათების გამოყენება (მაგალითად საბორტო ცსებში, ავტომობილის სალონებში და ა.შ.). ასეთ პირობებში წარმატებით შეიძლება იქნას გამოყენებული მფკლ.

თხევადკრისტალური ეკრანების გამოყენებისას კონსტრუქციულად ისინი განლაგებული უნდა იქნან კლავიშების ზედა სახურავზე, მათი კარგი განათების უზრუნველყოფის და ხედვის კუთხის შემცირების მიზნით, როგორც ეს არის გაკეთებული ზოგიერთ სერიულ კლავიატურაში. ასეთ შემთხვევაში თვითონ თხევადკრისტალური ეკრანი და მისი მართვის წრედები მუდმივ მოძრაობაშია კლავიშასთან ერთად, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს კლავიშის საიმედობას. კლავიშის საიმედოობის ამაღლებისათვის აუცილებელი ხდება კლავიშის კონსტრუქციის გართულება და ძვირადღირებული მასალების გამოყენება.



ნახ. 4.8

მფკლში შემოთავაზებულია კონსტრუქციული სიახლე, რომელიც მდგომარეობს იმაში, რომ ნახევარგამტარული ეკრანი კლავიშასთან ერთად არ მოძრაობს.

მფკლის კლავიშის კონსტრუქცია ნაჩვენებია ნახ. 4.8-ზე. კლავიშა ძირითადად შედგება სამი ნაწილისაგან: ფუძისა (1), სახურავისა (2) და ღერძისაგან (3). ფუძეზე (1) ხისტადაა დამაგრებული კვანტრონების ნახევარგამტარული მატრიცა (4) კორპუსირებული (ანდა უკორპუსო) მიკროსქემის სახით. ფუძე (1) მატრიცის გამომყვანების (5) საშუალებით მიერჩილება კლავიატურის პლატას. სახურავში (2) ამოჭრილია ფანჯარა (6), რომელშიც ჩასმულია გამჭვირვალე მასალა. ღერძი (3) ქვემოდან ჩაისმევა ფუძის (1) ჭდეებში (რომელშიც ის თავისუფლად მოძრაობს) და თავისუფალი წვეროებით ხისტად ჩაისმევა სახურავის (2) ჭდეებში. ღერძის (3) ქვემოთა ნაწილი დაკავშირებულია ზამბარასთან და მაგნიტთან გერკონის გადართვის მიზნით (ეს უკანასკნელები ნახაზე ნაჩვენებია არაა). კლავიშაზე დაწოლით მოძრაობაში მოდის მხოლოდ ღერძი (3) სახურავით (2), ხოლო ფუძე (1) მასზე მოთავსებული ნახევარგამტარული მატრიცით მოძრაობაში არ მოდის.

კლავიშის ასეთი კონსტრუქციისას სახურავზე დაჭერამდე ნახევარგამტარული მატრიცა იმყოფება კლავიშის სიღრმეში. ეს დამატებით უზრუნველყოფს ნახევარგამტარული ეკრანის გარე სინათლის წყაროსაგან დაცვას. მაგრამ, ამასთან ოპერატორის მუშაობის მოხერხებულობის მიზნით აუცილებელია, რომ ნახევარგამტარული მატრიცა ფუძეზე მიმაგრებული იქნას დახრილად, დაახლოებით 20° - 30° -ით ოპერატორის მიმართ.

ამრიგად, შემოთავაზებული კლავიატურა საშუალებას იძლევა შენარჩუნებული იქნას კლავიშის ტაქტილური პარამეტრი, იმავდროულად ტოვებს რა უძრავად კლავიშის ელექტრონულ სქემებს, რაც თავიდან გვაშორებს არასასურველ შედეგებს, რომელიც დაკავშირებულია ელექტრონული სქემების ვიბრაციებთან.

სპეციალური დანიშნულების ცსებში ალფავიტურ-ციფრული ინფორმაციის შეტანისათვის ფართოდ გამოიყენება ათობითი კლავიატურა. ეს არის ტიპური შემთხვევა, როცა ხდება ცნობილი მოწყობილობის ფუნქციური

შესაძლებლობების გაფართოება. ამ შემთხვევაში ფუნქცია დომინანტია ცსში ათობითი ინფორმაციის შეტანის ფუნქცია, ხოლო შეძენილი - ალფავიტური ინფორმაციის შეტანის ფუნქცია. ასეთ მოწყობილობებზე მოთხოვნის გაზრდასთან ერთად შეიქმნა მრავალი ათობითი კლავიატურიდან ალფავიტური ინფორმაციის შეტანის ხერხი.

განვიხილოთ რამოდენიმე ფართოთ ცნობილი ხერხი:

ხერხი 1. გულისხმობს ორთანრიგა ათობითი კოდის გამოყენებას, რომელთაგან პირველი სიმბოლოს კლავიშის ციფრია, ხოლო მეორე - ჩამონათვალში ასოს რიგითი ნომერია, ე.ი. ციფრები 1, 2 და 3 (ნახ.4.9). შევნიშნავთ, რომ ყველა განხილულ ხერხში სიმბოლოები დატანილია კლავიშებზე გარკვეული რიგით [101].

ხერხი 2. ხდება კლავიშაზე იმდენჯერ დაჭერა, რა რიგითი ნომერიც აქვს სიმბოლოს კლავიშაზე. ამასთან, თუ საჭიროა ისეთი სიმბოლოს შეტანა, რომელიც ამავე კლავიშაზეა, მაშინ საჭიროა კურსორის გადატანა შესაბამისად ამავე სიმბოლოზე [102].

ხერხი 3. წინა შემთხვევის მსგავსად ხდება კლავიშაზე დაწოლა რამოდენიმეჯერ. ამასთან მორიგი სიმბოლოს შეტანის წინ კეთდება გარკვეული პაუზა.

შემოთავაზებული ხერხი გულისხმობს ფერადი კლავიშების გამოყენებას და ყოველ მათგანზე ფერადი სიმბოლოების დატანას [103]. კლავიშები დალაგებულნი არიან ფერების მიხედვით შესაბამისად სვეტში ან სტრიქონში. კლავიშებზე სიმბოლოები განლაგებულნი არიან კლავიშების ფერების განლაგების შესაბამისად (ნახ.4.10).

შემოთავაზებული ხერხის შემთხვევაში სიმბოლოების შეტანა ხდება ორთანრიგა კოდის გამოყენებით, რომლის პირველი თანრიგი არის სიმბოლოს შესაბამისი კლავიშის ციფრი, ხოლო მეორე თანრიგი - სიმბოლოს ფერის შესაბამისი ფერის კლავიშებიდან ერთ-ერთის ციფრი. თავდაპირველად ხდება ორთანრიგა კოდის პირველი ციფრის შეტანა, ხოლო შემდეგ - მეორე ციფრის შეტანა. მაგალითად, A ასოს შეტანისათვის ჯერ უნდა დავაწვეთ კლავიშა "2"-ს, ხოლო შემდეგ წითელი კლავიშებიდან ერთ-ერთს. ამ შემთხვევაში უფრო მოსახერხებელია დავაწვეთ

კლავიშა "1"-ს. *F* სიმბოლოს შეტანისათვის ორჯერ უნდა დავაწვეთ კლავიშა "3"-ს, ვინაიდან *F* სიმბოლო მინიჭებული აქვს ამ კლავიშას, რომელიც ამავე დროს არის სიმბოლოს შესაბამისი ფერის.

ათობითი კლავიატურიდან ალფავიტური სიმბოლოების შეტანის პროცესში მნიშვნელოვანია შეტანის დროის და შეტანის მოხერხებულობის მაჩვენებლები. სიმბოლოს შეტანის პროცესი შედგება რამოდენიმე ფაზისაგან: კლავიატურაზე საჭირო სიმბოლოს პოვნა, კლავიატურაზე თითის გადატანა და კლავიშაზე დაწოლა.

სიმბოლოს შეტანის მოხერხებულობა შევაფასოთ მოძრაობების რაოდენობით, რომელსაც აკეთებს ოპერატორი სიმბოლოს შეტანისას, ე.ი. რაც უფრო მცირე რაოდენობის და სახესხვაობის მოძრაობებით სარგებლობს ოპერატორი შეტანისას, მით უფრო მოხერხებულია სიმბოლოს შეტანის ხერხი. სიმბოლოს შეტანისას ასეთი მოძრაობებია: კლავიშაზე თითის გადატანა (*A*), კლავიშაზე ერთხელ დაჭერა (*B*), კლავიშაზე ორჯერ დაჭერა (*C*), კლავიშაზე სამჯერ დაჭერა (*D*), დაყოვნება (*E*) და სხვა (*F*).

ცხრილი 4.2

ხერხი	დაჭერათა რაოდენობა	თითის გადატანის რაოდენობა	პაუზა	სულ მოქმედება
ხერხი 1	16	15	-	31
ხერხი 2	16	7	-	23
ხერხი 3	15	6	8	29
შემოთავაზებული	14	5	-	19

შემოთავაზებული და ცნობილი ხერხების შედარებითი ანალიზი გავაკეთოდ სიტყვების «computer»-ის და «imnaishvili»-ის ათობითი კლავიატურიდან შეტანის მაგალითზე.

ცხრილ 4.2-ში მოტანილია სიტყვა «computer»-ის, ხოლო ცხრილ 4.3-ში სიტყვა «imnaishvili»-ის შეტანისათვის მოქმედებათა რაოდენობები.

ცნობილი და შემოთავაზებული ხერხების შედარებითი ანალიზი მოხერხებულობაზე მოცემულია ცხრილ 4.4-ში.

როგორც ცხრილებიდან ჩანს, შემოთავაზებული ხერხის შემთხვევაში უმჯობესდება როგორც სიმბოლოების შეტანის სწრაფქმედება, ასევე შეტანის მოხერხებულობა.

ცხრილი 4.3

ხერხი	დაჭერათა რაოდენობა	თითის გადატანის რაოდენობა	პაუზა	სულ მოქმედება
ხერხი 1	16	15	-	42
ხერხი 2	16	7	-	39
ხერხი 3	15	6	11	48
შემოთავაზებული	14	5	-	39

ცხრილი 4.4

ხერხი	მომრაობები						მომრაობათა რაოდენობა
	A	B	C	D	E	F	
ხერხი 1	√	√					2
ხერხი 2	√	√	√	√	√		5
ხერხი 3	√	√	√	√		√	5
შემოთავაზებული	√	√					2

როგორც ნახ.4.10-დან ჩანს, კლავიშებს 1-დან 9-მდე თითოეულს მინიჭებული აქვს სამი სიმბოლო და დაჯგუფებულნი არიან სამ ფერად. კლავიშების ასეთი დაჯგუფება მოხერხებულია იმ შემთხვევაში, როდესაც ალფავიტში სიმბოლოების რაოდენობა არ აჭარბებს 27-ს. როდესაც ალფავიტში სიმბოლოების რაოდენობა 27-ზე მეტია, შემოთავაზებულია კლავიშების დაჯგუფების შემდეგი ხერხი. კლავიშებს 1-დან 8-მდე ანიჭებენ ოთხ სიმბოლოს, ხოლო მე-9 კლავიშას ორ სიმბოლოს და აჯგუფებენ ოთხ ფერად, ამასთან ერთ-ერთ ფერად ჯგუფში გაერთიანებულია სამი კლავიშა, ხოლო დანარჩენებში - ორ-ორი კლავიშა.

4.2. მრავალფუნქციურ მოდულებზე ოპერაციული მოწყობილობების დამუშავება

ერთი და იმავე გამოთვლითი და ლოგიკური ოპერაციების შესრულებისას ერთგვაროვან გამომთვლელ გარემოს ტრადიციულ ავტომატებთან შედარებით დიდი უპირატესობები გააჩნიათ [35], მაგრამ მათი გამოყენება და დანერგვა ყოვლდება ტექნოლოგიური სირთულეებისა და გამოთვლით საშუალებებში მათი გამოყენების საკითხების არასაკმარისი დამუშავების გამო. ამიტომ დამპროექტებლები მიზნად ისახავენ გამოთვლითი გარემოს ისეთი სტრუქტურების შექმნას, რომელთა გამოყენებაც შესაძლებელი იქნება ტრადიციულ გამოთვლით სქემებში [104].

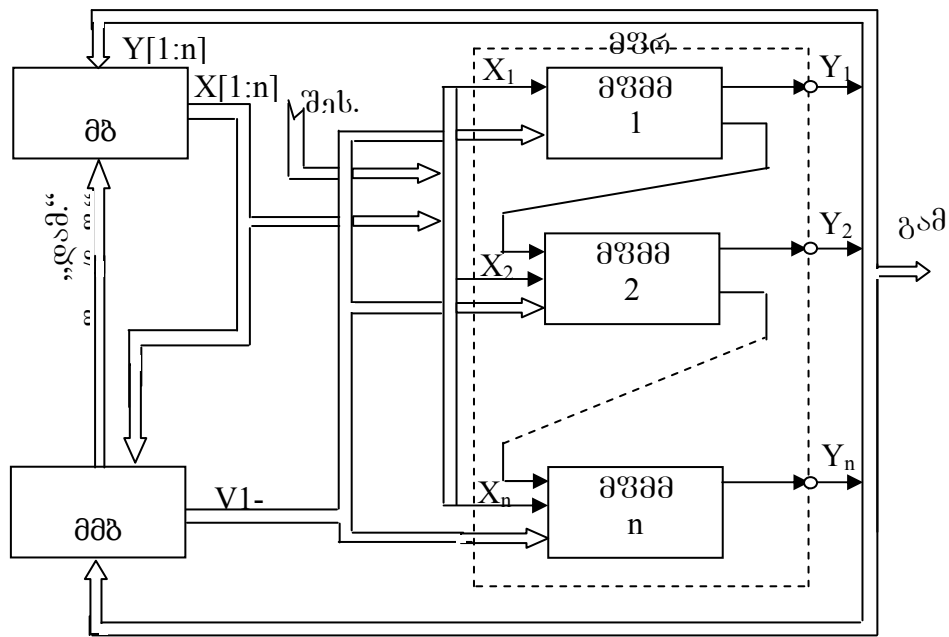
ასეთი სტრუქტურის ერთ-ერთ ვარიანტს წარმოადგენს ქვემოთ განხილული მფმმებზე აგებული მიკროპროგრამული ოპერაციული მოწყობილობა (მპომ) [105], რომელშიც შეხამებულია ერთგვაროვანი გამომთვლელი გარემოს და ტრადიციული გამომთვლელი ავტომატების საუკეთესო თვისებები.

მპომ განკუთვნილია არითმეტიკული ოპერაციების - აჯამვის, შეკრების, გამოკლების, გამრავლების, გაყოფის და რიგი სხვათა შესასრულებლად, რომელთა რეალიზაცია საბოლოოდ დაიყვანება კონიუნქციის, *mod2*-ით შეკრებისა და ძვრის ოპერაციების შესრულებაზე.

მპომის ბლოკ-სქემა ნაჩვენებია ნახ. 4.11-ზე. მპომ შედგება სამი ძირითადი კვანძისაგან – მრავალფუნქციური რეგისტრისაგან (მფრ), რომელიც შედგება n მფმმ-გან, მეხსიერების ბლოკისაგან (მბ) და მიკროპროგრამული მართვის ბლოკისაგან (მმბ).

მფრის ყოველი მფმმ სინთეზირებულია ორტაქტა სქემის სახით და განკუთვნილია ორტაქტა სტატიკური რეგისტრის ფუნქციის, უფროსი თანრიგების მიმართულებით ძვრის რეგისტრის და ლოგიკური ფუნქციების რეალიზაციისათვის.

მფრის i -ური მფმმის ფუნქციური სქემა წარმოდგენილია ნახ. 4.12-ზე [61,62].



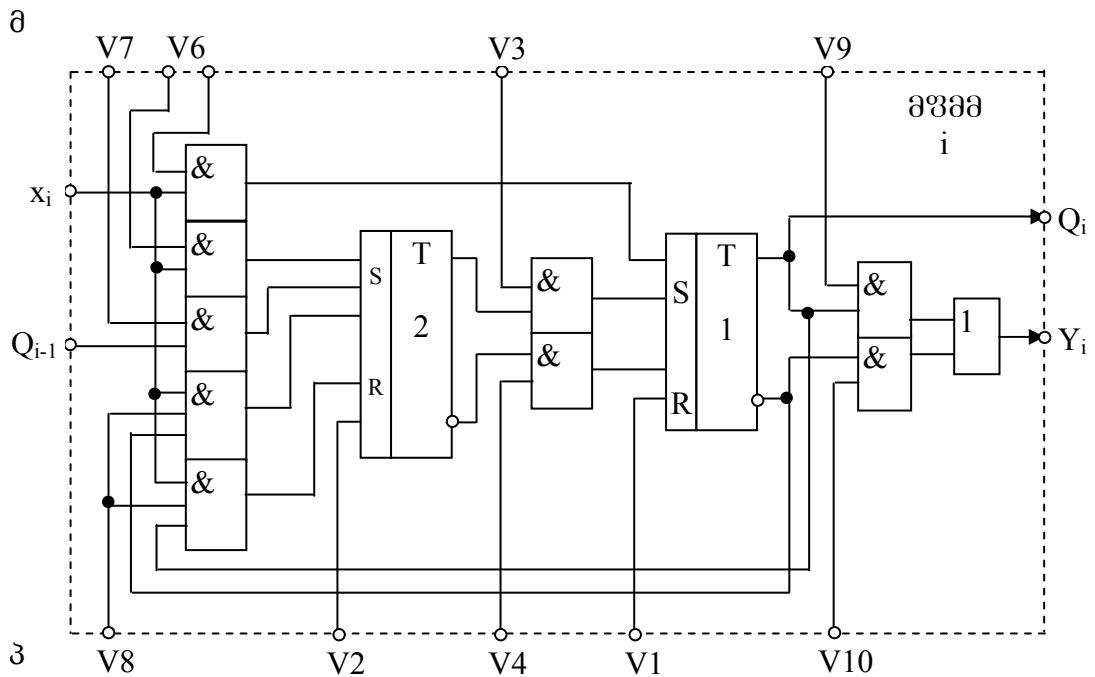
ნახ. 4.11

მგრის i -ური მფმმის შესასვლელზე მიეწოდება შემდეგი სიგნალები: x_i -მბდან მიწოდებული $X=x_n...x_1$ კოდის i -ური თანრიგი; Q_{i-1} -მეზობელი $(i-1)$ -ური მფმმის შემცველობა; V_1-V_{10} - მმართველი სიგნალები, რომლებიც მიეწოდებიან მმბდან და უზრუნველყოფენ ცხრ. 4.5-ში ჩამოთვლილი ფუნქციების შესრულებას.

ცხრილი 4.5

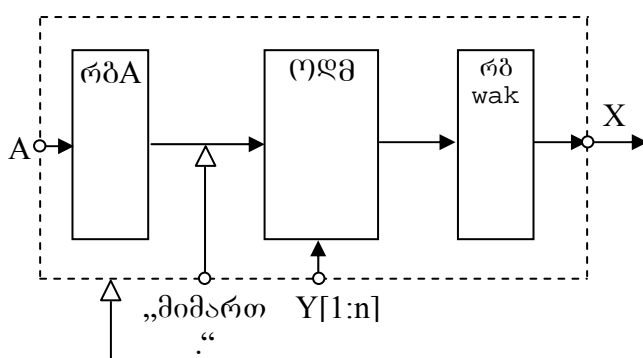
მმართ. სიგნალი	ოპერატორი	შინაარსი
$V1$	$T1_i=0$	$T1$ ძირითადი RS -ტრიგერის ნულოვან მდგომარეობაში დაყენება
$V2$	$T2_i=0$	$T2$ დამხმარე RS -ტრიგერის ნულოვან მდგომარეობაში დაყენება
$V3$	$T1_i=T1_i \vee T2_i$	$T1$ ძირითადი და $T2$ დამხმარე RS -ტრიგერების შემცველობების დიზიუნქცია
$V4$	$T1_i=T1_i \& T2_i$	$T1$ ძირითადი და $T2$ დამხმარე RS -ტრიგერების შემცველობის კონიუნქცია
$V5$	$T1_i=T1_i \vee x_i$	x_i შემავალი ოპერანდის და $T1$ ძირითადი RS -ტრიგერის შემცველობის დიზიუნქცია
$V6$	$T2_i=T2_i \vee x_i$	x_i შემავალი ოპერანდის და $T2$ დამხმარე RS -ტრიგერის შემცველობის დიზიუნქცია
$V7$	$T2_i=T2_i \vee Q_{i-1}$	$(i-1)$ -ური მფმმისა და $T2$ დამხმარე RS -ტრიგერის შემცველობების დიზიუნქცია

მმართ. სიგნალი	ოპერატორი	შინაარსი
V8	$T2_i := x_i \oplus T1_i$	x_i შემავალი ოპერანდისა და $T1$ ძირითადი RS -ტრიგერის შემცველობის $mod2$ -ით შეკრება
V9	$Y_i := T1_i$	Y_i გამოსასვლელზე $T1$ ძირითადი RS -ტრიგერის შემცველობის გაცემა პირდაპირ კოდში
V10	$Y_i := \overline{T1_i}$	Y_i გამოსასვლელზე $T1$ ძირითადი RS -ტრიგერის შემცველობის გაცემა ინვერსიულ კოდში



ნახ. 4.12

მზომის მზ შედგება სამი კვანძისაგან (ნახ. 4.13): rg_A - სამისამართო რეგისტრი; ოპერატიული დამახსოვრების მოწყობილობა (odm); rg_{wak} - წაკითხვის რეგისტრი. მზ აღჭურვილია ინფორმაციის წაკითხვის ან ჩაწერის რეჟიმის არჩევის («წაკ./ჩაწ.») და მზთან მიმართვის ნებადამრთველი («მიმართ.») მმართველი სალტეებით,

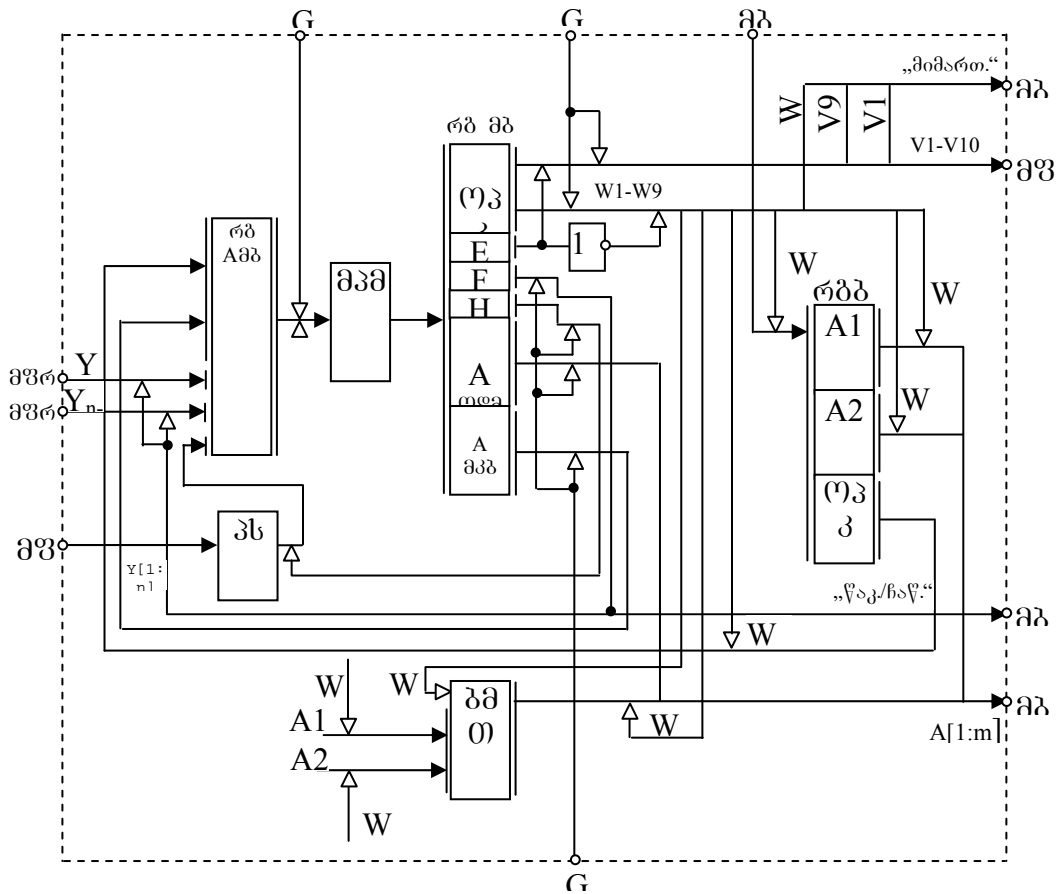


ნახ. 4.13

სამისამართო სალტეებით ($A[1:m]$), შესასვლელი ($Y[1:n]$) და გამოსასვლელი ($X[1:n]$) საინფორმაციო სალტეებით.

მმბ წარმოადგენს მიკროპროგრამული მართვის კვანძს. მიკროპროგრამული მეხსიერების სახით შეიძლება ნახევრადმდუმივი ან გადაპროგრამირებადი მეხსიერების გამოყენება, რაც mfmმის ფუნქციური შესაძლებლობების უფრო სრული გამოყენების შესაძლებლობას იძლევა. გამოიყენება ჰორიზონტალური მიკროპროგრამირება. უნდა აღინიშნოს, რომ მიკროპროგრამული მართვის მოწყობილობაში გათვალისწინებულია mfmმების როგორც საერთო (ერთდროული), ასევე ინდივიდუალური მართვაც. ასეთი მიდგომა აფართოებს mfmმის ფუნქციურ შესაძლებლობებს. mfmმის ინდივიდუალური მართვისას, მაგალითად, შესაძლებელია არითმეტიკული ოპერაციების რეალიზება როგორც ფიქსირებული,

ასევე



ნახ. 4.14

მცურავი მბით.

მმბის სქემა წარმოდგენილია ნახ. 4.14-ზე. იგი შეიცავს მიკროპროგრამულ მეხსიერებას (mkm), მიკრობრძანებების რეგისტრს (rgმბ), ბრძანებების მთვლელს

(bmT), მიკრობრძანებების სამისამართო რეგისტრს (rgAმბ), ბრძანებების რეგისტრს (rgbr) და mfr=0 პირობის გამომუშავების სქემას (ps).

მმზ უზრუნველყოფს VI-V10 და W1-W9 სიგნალების გამომუშავებას. VI-V10 მმართველი სიგნალების დანიშნულება მოყვანილი იქნა mfrის აღწერისას, ხოლო W1-W9 მმართველი სიგნალების დანიშნულება წარმოდგენილია ცხრილ 4.6-ში.

ცხრილი 4.6

მმართ. სიგნალი	ოპერატორი	შინაარსი
W1	rgA: = bmt	bmt ბრძანებათა მთვლელის შემცველობის გაცემა
W2	rgwak: = odm	მზის odm-ის შემცველობის წაკითხვა rgA სამისამართო რეგისტრში ჩაწერილი მისამართით
W3	rgbr: = rgwak	ბრძანების მიღება წაკითხვის რეგისტრიდან rgwak ბრძანებათა რეგისტრში rgbr
W4	rgA: = A1	ბრძანების პირველი A1 მისამართის ჩაწერა rgA სამისამართო რეგისტრში
W5	rgA: = A2	ბრძანების მეორე A2 მისამართის ჩაწერა rgA სამისამართო რეგისტრში
W6	rgAmp: = opk	ბრძანებათა რეგისტრიდან rgbr ოპერაციის კოდის ok გაცემა
W7	bmT: = bmT+1	bmT ბრძანებათა მთვლელის შემცველობის ერთით გაზრდა
W8	bmT: = A1	ბრძანების პირველი A1 მისამართის ჩაწერა bmT ბრძანებათა მთვლელში
W9	bmT: = A2	ბრძანების მეორე A2 მისამართის ჩაწერა bmT ბრძანების მთვლელში

mpom-ში გამოიყენება ბრძანების ორმისამართიანი ფორმატი (ნახ. 4.15), რომელიც მოიცავს ოპერაციის კოდის opk და A1, A2 ოპერანდების სამისამართო კოდის ველებს. opk-ის, A1 და A2 ველების თანრიგების რაოდენობა დამოკიდებულია შესასრულებელი ოპერაციების რაოდენობასა და მზის მოცულობაზე და შეირჩევა კონკრეტული მოსაზრებებით.

ბრძანების ფორმატის ამ ტიპს ორგანულად შეესაბამება პირობითი გადასვლის ბრძანება. პირობითი გადასვლის ბრძანების ფორმატი წარმოდგინდება ნახ. 4.16-ზე ნაჩვენები სახით.

opk	A1	A A2
-----	----	------

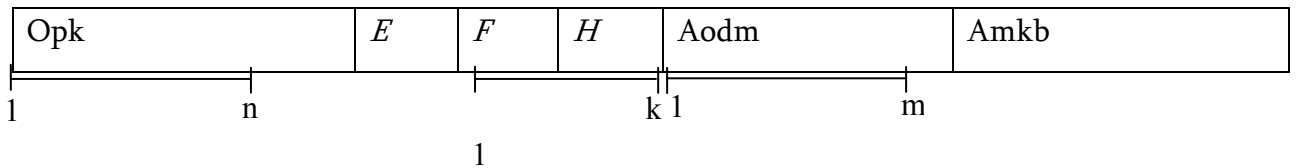
ნახ. 4.15

pgk	A1	A2
-----	----	----

ნახ. 4.16

ბრძანების ფორმატის პირველი ველი აჩვენებს პირობითი გადასვლის ოპერაციის კოდს (pgk), ორი სხვა ველი - ბრძანებების მისამართებს, რომლებზედაც ხდება გადასვლა მართვის გადაცემის ნიშნის მნიშვნელობის ანალიზის შედეგად.

მმბ-ის მიკრობრძანების ფორმატს ჰორიზონტალური მიკროპროგრამირებისას აქვს ნახ. 4.17-ზე ნაჩვენები სახე.



ნახ. 4.17

მიკრობრძანების პირველი ველი opk განკუთვნილია მიკროოპერაციების კოდირებისათვის, რომლებიც სრულდებიან mfrში. რადგან გამოიყენება ჰორიზონტალური მიკრო-პროგრამირება, mfmმებს საშუალება აქვთ შეასრულონ ათი სხვადასხვა ფუნქცია, ამიტომ $n=10$. ველი opk გამოიყენება ასევე W1-W9 მმართველი სიგნალების გამომუშავებისათვის. V1-V10 და W1-W9 სიგნალების გასამიჯნად მიკრობრძანების ფორმატში გათვალისწინებულია ერთბიტიანი ველი E. როდესაც $E=0$ გამომუშავდება W1-W9 სიგნალები, ხოლო როცა $E=1$ - მმართველი სიგნალები V1-V10.

opk და E ველები V1-V10 და W1-W9 მმართველი სიგნალებისათვის კოდირდება შემდეგნაირად (ცხრ. 4.7).

მბში გამოყოფილია მუშა უჯრედები ნომრებით 1-დან I-მდე. მუშა უჯრედები $\overline{I}, \overline{l}$ გამოიყენებიან ბუფერული მეხსიერების სახით. მუშა უჯრედების რაოდენობის განსაზღვრა დამოკიდებულია mpomის კონკრეტულ დანიშნულებაზე, ე. ი. ამოსახსნელი ამოცანების სირთულეზე. I შეირჩევა მუშა უჯრედების მაქსიმალურად შესაძლებელი დანახარჯების მოსაზრებებით. ამოცანების უმრავლესობისათვის სავსებით საკმარისია, რომ $I=8$. მუშა უჯრედების დამისამართებისათვის მიკრობრძანებების ფორმატში გამოყოფილია Aodm ველი $k=3$ თანრიგების

რაოდენობით. A_{odm} ველის საშუალებით ხდება odm -ის პირველი რვა თანრიგის დამისამართება. ამასთან odm -ის მისამართის უფროსი თანრიგები შეივსებიან ნულებით.

ცხრილი 4.7

მმართველი სიგნალი	opk	E
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
1	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1
2	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0	1
3	0 0 1 0 0 0 0 0 0 0	1
4	0 0 0 1 0 0 0 0 0 0	1
5	0 0 0 0 1 0 0 0 0 0	1
6	0 0 0 0 0 1 0 0 0 0	1
7	0 0 0 0 0 0 1 0 0 0	1
8	0 0 0 0 0 0 0 1 0 0	1
9	0 0 0 0 0 0 0 0 1 0	1
10	0 0 0 0 0 0 0 0 0 1	1
1	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0
2	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0	0
.....
9	0 0 0 0 0 0 0 0 1 0	0
	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0

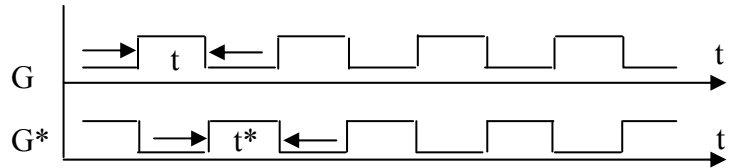
მიკრობრძანების მოცემული ფორმატისათვის გამოიყენება მიკრობრძანებების უშუალო დამისამართება.

ველი A_{mkb} უზღვევს შემდეგი მიკრობრძანების მისამართს. ამ ველის თანრიგების რაოდენობა დამოკიდებულია mpm -ის მოცულობაზე და მუდმივი დამახსოვრების მოწყობილობების ტიპზე.

ველი F მართავს მბის რეჟიმებს- «წაკ./ჩაწ.»

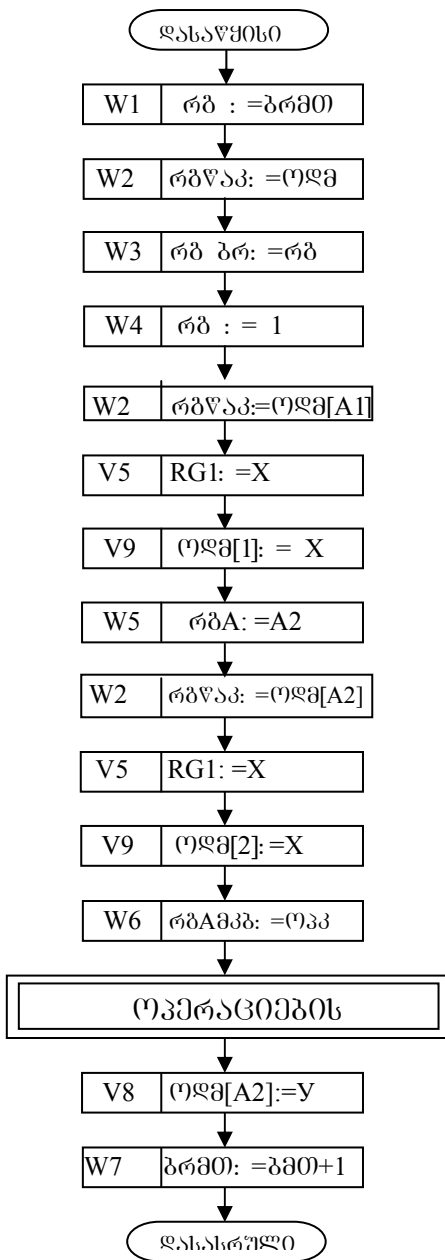
ველი H განკუთვნილია $mfr=0$ პირობის გამომუშავებისათვის.

მმბის მუშაობა სინქრონიზირდება სწორკუთხა იმპულსების ორფაზა გენერატორიდან. იმპულსების მსვლელობის თანმიმდევრობა ნაჩვენებია ნახ. 4.18-ზე. G იმპულსების t ხანგრძლივობა განისაზღვრება mpm თან მიმართვის ხანგრძლივობით, ხოლო G^* იმპულსების t^* ხანგრძლივობა - მბთან მიმართვის ციკლით.



ნახ. 4.18

მმბ უზრუნველყოფს მიკრობრძანებების და ბრძანებების ციკლების შესრულებას. მიკრობრძანებების ციკლი ითვალისწინებს მიკრობრძანების ამორჩევას და დანიშნულების მიხედვით გადაცემას. მიკრობრძანების ციკლის სიგრძე მხოლოდ ორი ტაქტია - G და G^* . ბრძანების ციკლი ითვალისწინებს მბდან ბრძანების ამორჩევას და მის დამუშავებას. ბრძანების ციკლის სიგრძე დამოკიდებულია შესასრულებელი ოპერაციის სირთულეზე. ბრძანების ციკლის ყოველი ოპერაცია მოითხოვს მიკრობრძანების ციკლის შესრულებას. ნახ. 4.19-ზე ნაჩვენებია ბრძანებების შესრულების მიკროპროგრამის ბლოკ-სქემა. მიკროპროგრამის ოპერაციულ წვეროებზე მითითებულია მიკროოპერაციების შინაარსი და მმართველი სიგნალები, რომლებიც საჭიროა მათი შესრულებისათვის.



ნახ. 4.19

მმზ ფუნქციონირებს შემდეგნაირად. მუშაობის დაწყებამდე, ე. ი. სატაქტო იმპულსების გენერატორის გაშვებამდე, როგორც მმზში, ასევე მმზში ყველა რეგისტრი განულდება. bmT ში ჩაიწერება კოდი - «00 . . . 01000» (ანუ რვა). ამის შემდეგ ხდება სატაქტო იმპულსების გენერატორის გაშვება.

მიკროპროგრამის რეალიზაცია იწყება მიკრობრძანების ციკლის შესრულებით. $G1$ იმპულსის დროს mkm დან მისამართით $A_{mkb}=0$ აირჩევა პირველი ბრძანება, რომელიც ჩაიწერება rgm რეგისტრში. პირველი მიკრობრძანება ითვალისწინებს WI მმართველი სიგნალის გამომუშავებას, რომელიც ასრულებს $rgA:=bmT$ მიკროოპერაციას. WI მმართველი სიგნალის გამომუშავება ხორციელდება G^* სიგნალით. ამასთან ერთად rgm დან შემდეგი მიკრობრძანების მისამართი mkA გადაიწერება rgm ში. პირველი მიკრობრძანების კოდირება ნაჩვენებია ნახ. 4.20-ზე.

Opk	E	E	H	Aodm	Amk
1000000000	0	“წაკ.”	0	000	000...001

ნახ. 4.20

ამის შემდეგ იწყება მეორე მიკრობრძანების ციკლის შესრულება და ა. შ.

$mpom$ ზე რეალიზდება თანრიგობრივი ლოგიკური ოპერაციები. რადგან ამ ოპერაციებისთვის გამოსასვლელი ფუნქცია დამოკიდებულია მხოლოდ i -ური თანრიგების მნიშვნელობებზე, $mpom$ ში ყველაზე მარტივად ლოგიკური ოპერაციები რეალიზდება.

$mpom$ ში რეალიზდება როგორც სინგულარული ლოგიკური ფუნქციები, ასევე ორცვლადიანი ფუნქციები. მრავალბიჯიანი ოპერაციების საშუალებით შესაძლებელია რთული გადამრთველი ფუნქციების შესრულება ცვლადების ნებისმიერი რიცხვით, მასივის ლოგიკური შეკრება და გამრავლება ვექტორზე, ბულის მატრიცების ლოგიკური შეკრება, გამრავლება და ინფორმაციის ლოგიკური დამუშავების სხვა სახეობები.

$mpom$ აგრეთვე განკუთვნილია შეკრების, გამოკლების, გამრავლების, გაყოფის და ნებისმიერი სხვა არითმეტიკული ოპერაციის შესასრულებლად,

რომელთა რეალიზაციაც საბოლოო ჯამში დაიყვანება კონიუნქციის, $mod2$ -ით შეკრების და ძვრის ოპერაციების თანმიმდევრულ შესრულებაზე.

ლოგიკური ფუნქციების რეალიზაციის ილუსტრირების მიზნით განვიხილოთ mpomის ფუნქციონირება კონიუნქციის, დიზიუნქციის და $mod2$ -ით შეკრების რეალიზაციისას.

ამასთან ვივარაუდოთ, რომ ოპერანდები განლაგებულია მზის odm-ის პირველ და მეორე უჯრედებში.

ორი ორობითი ოპერანდის თანრიგობრივი კონიუნქციის ფუნქცია სრულდება შემდეგნაირად.

პირველ ტაქტში t_1 mfmms ძირითადი 1 და დამხმარე 2 RS-ტრიგერები $[1 : n]$ შესაბამისად სიგნალებით V1 და V2 დგებიან ნულოვან მდგომარეობაში.

t_2 ტაქტში, როდესაც $F=0$, W2 სიგნალით ხორციელდება $rg\check{a}k:=odm$ [1] ($X=x_1...x_n$) ოპერაცია. ამის შედეგად X ოპერანდი $rg\check{a}k$ -დან მიეწოდება mfmms $X[1 : n]$ საინფორმაციო შესასვლელზე.

t_3 ტაქტში გამომუშავდება V5 სიგნალი, რის შედეგადაც X ოპერანდი ჩაიწერება mfmms ძირითად RS-ტრიგერებში 1.

t_4 ტაქტში მეორდება W2 და $F=0$ სიგნალები და სრულდება $rg\check{a}k:=odm$ [2] ($Y=y_1...y_n$) ოპერაცია.

t_5 ტაქტში გამომუშავდება V6 სიგნალი და Y ოპერანდი $X[1 : n]$ საინფორმაციო შესასვლელების გავლით ჩაიწერება mfmms დამხმარე RS-ტრიგერებში 2.

t_6 ტაქტში V4 სიგნალით სრულდება კონიუნქციის ოპერაცია შესაბამისი mfmms ძირითად 1 და დამხმარე 2 RS-ტრიგერებს შორის და შედეგი ჩაიწერება ძირითად RS-ტრიგერებში 1.

თანრიგობრივი დიზიუნქციის ფუნქციის შესრულების თანმიმდევრობა ანალოგიურია წინა ფუნქციისა, მაგრამ V4 სიგნალის ნაცვლად ბოლო t_6 ტაქტში საჭიროა V3 სიგნალის გამომუშავება.

თანრიგობრივი დიზიუნქციის ფუნქცია ასევე რეალიზდება V5 (ან V6) სიგნალის გამომუშავებისას იმავდროულად mfmms $X[1 : n]$ საინფორმაციო შესასვლელზე მეორე Y ოპერანდის მიწოდებით. მაგრამ ამ დროს mfmms

ძირითად 1 (ან დამხმარე 2) RS -ტრიგერებში წინასწარ ჩაიწერება X ოპერანდი. თუ ამასთან ერთად mfm -ის ძირითად 1 და დამხმარე 2 RS -ტრიგერებში წინასწარ ჩაწერილია სხვადასხვა ოპერანდები, მაგალითად X და X' და $V5$ და $V6$ სიგნალები გამომუშავდებიან ერთდროულად, მაშინ შესაბამის RS -ტრიგერებში მივიღებთ $(Y \vee X)$ და $(Y \vee X')$. შემდეგ ტაქტში $V3$ სიგნალით შესაძლებელია $(Y \vee X) \vee (Y \vee X')$ ოპერაციის, ან $V4$ სიგნალით $(Y \vee X) \& (Y \vee X')$ ოპერაციის შესრულება და ა. შ.

$mod2$ -ით შეკრების ფუნქცია შემდეგნაირად სრულდება.

t_1 ტაქტში $V1$ და $V2$ სიგნალებით ხორციელდება $mfm[1:n] := 0$ ოპერაცია.

t_2 ტაქტი: $F=0$, $rg\check{a}k := odm [1]$ ($X=x_1...x_n$).

t_3 ტაქტი: $T2[1:n] := X[1:n]$.

t_4 ტაქტში ერთდროულად გამომუშავდება $V3$ და $V4$ სიგნალები და რეალიზდება ოპერაცია $T2[1:n] := T2[1:n]$.

t_5 ტაქტი: $F=0$, $rg\check{a}k := odm [2]$ ($Y=y_1...y_n$).

t_6 ტაქტში გამომუშავდება $V8$ სიგნალი, რის შედეგადაც დამხმარე RS -ტრიგერებში 2 დგება ჯამი $Y \oplus X$.

აქვე შესაძლებელია ლოგიკური ოპერაციების $(Y \oplus X) \vee (X \vee Z)$ ან $(Y \oplus X) \& (X \vee Z)$ განხორციელება, სადაც Z -მესამე ცვლადია და სხვ.

ძირითადი RS -ტრიგერების 1 შემცველობის ორობითი კოდის ძვრის ფუნქცია ხორციელდება სამი ტაქტის განმავლობაში.

პირველ t_1 ტაქტში ხდება $V2$ სიგნალით დამხმარე RS -ტრიგერების 2 განულება.

მეორე t_2 ტაქტში გამომუშავდება $V7$ სიგნალი და ძირითადი RS -ტრიგერების 1 შემცველობა დაძრული სახით გადაიწერება დამხმარე RS -ტრიგერებში 2.

t_3 ტაქტში $V3$ და $V4$ სიგნალებით დამხმარე RS -ტრიგერების 2 შემცველობა გადაიწერება ძირითად RS -ტრიგერებში 1.

$X=x_1...x_n$ და $Y=y_1...y_n$ ოპერანდების შეკრება არის მრავალბიჯიანი ოპერაცია, რომლის რეალიზაციისთვისაც ვიღებთ შემდეგ ალგორითმს:

- 1) იკრიბება X და Y ოპერანდები $mod2$ -ით - $S_j = S_{j-1} \oplus P_{j-1}$, სადაც $j=1, 2, \dots$ - შეკრების ციკლის ნომერია, $j \leq n$. როდესაც $j=1$, მაშინ $S_0 = X$ და $P_0 = Y$;
- 2) ვპოულობთ S_{j-1} და P_{j-1} ოპერანდების კონიუნქციას - $P_j^* = S_{j-1} \& P_{j-1}$;

- 3) ხორციელდება P_j^* -ის ერთი თანრიგით ძვრა უფროსი თანრიგების მიმართულებით $-P_j=L1(P_j^*)$;
- 4) თუ $P_j \neq 0$, მაშინ $j: = j+1$ და 1-3 ეტაპები განმეორდება, სხვა შემთხვევაში შეკრების პროცესი მთავრდება.

შემოთავაზებული ალგორითმის თანახმად, მაგალითად განვიხილოთ ორი ოპერანდის შეკრება $X=0.0101011$ და $Y=0.0011010$.

$$j=1 \left\{ \begin{array}{ll} \text{ბიჯი 1} & S_1:=X \oplus Y=0.0110001. \\ \text{ბიჯი 2} & P_1^*:=X \& Y=0.0001010. \\ \text{ბიჯი 3} & P_1=L1(P_1^*)=0.0010100. \\ \text{ბიჯი 4} & P_1 \neq 0. \end{array} \right.$$

$$j=2 \left\{ \begin{array}{ll} \text{ბიჯი 1} & S_2:=S_1 \oplus P_1=0.0100101. \\ \text{ბიჯი 2} & P_2^*:=S_1 \& P_1=0.0010000. \\ \text{ბიჯი 3} & P_2=L1(P_2^*)=0.0100000. \\ \text{ბიჯი 4} & P_2 \neq 0. \end{array} \right.$$

$$j=3 \left\{ \begin{array}{ll} \text{ბიჯი 1} & S_3:=S_2 \oplus P_2=0.0000101. \\ \text{ბიჯი 2} & P_3^*:=S_2 \& P_2=0.0100000. \\ \text{ბიჯი 3} & P_3=L1(P_3^*)=0.1000000. \\ \text{ბიჯი 4} & P_3 \neq 0. \end{array} \right.$$

$$j=4 \left\{ \begin{array}{ll} \text{ბიჯი 1} & S_4:=S_3 \oplus P_3=0.1000101. \\ \text{ბიჯი 2} & P_4^*:=S_3 \& P_3=0.0000000. \\ \text{ბიჯი 3} & P_4=L1(P_4^*)=0.0000000. \\ \text{ბიჯი 4} & P_4=0. \end{array} \right.$$

ვინაიდან $P_4=0$, აჯამვის პროცესი მთავრდება.

ჩავთვალოთ, რომ X და Y ოპერანდები განლაგებულია მბის odm-ის პირველ და მეორე უჯრედებში. აჯამვა ხორციელდება ტაქტებად, მიკროპროგრამის მიხედვით, რომელიც წარმოდგენილია ნახ. 4.21-ზე.

განხილული მდგომარეობა ახდენს ყველა ელემენტარული ოპერაციის რეალიზებას, რითაც უზრუნველყოფილია ოპერაციული მოწყობილობის ალგორითმული უნივერსალობა. მაგრამ, მისი ეფექტურობისა და ფუნქციონირების მოქნილობის გასაზრდელად, გამოყენების სფეროს გასაფართოებლად, აუცილებელია, რომ მფრმა ტიპური ელემენტარული ოპერაციების კრებულში შეასრულოს 4.8 ცხრილში ჩამოთვლილი ფუნქციები.

ცხრილში A და B -თი აღნიშნულია ორობითი სიტყვები.

ცხრ. 4.8-ში ჩამოთვლილი ფუნქციები ეფექტურად რეალიზდებიან მფრმზე სით. მათი სარეალიზაციო მფრმის ფუნქციური სქემა ნახ. 4.22-ზეა ნაჩვენები.

i -ური მფრმის შესასვლელზე მიეწოდება შემდეგი სიგნალები:

$X_i - X = X_{n-1} \dots X_0$ კოდის i -ური თანრიგი;

Q_{i-1} -მეზობელი $(i-1)$ -ური მფრმის შემცველობა;

Q_{i+1} -მეზობელი $(i+1)$ -ური მფრმის შემცველობა;

P_{i-1} - გადატანა მეზობელი $(i-1)$ -ური მფრმდან.

მფრმის მმართველ შესასვლელზე მიეწოდება $V1-V9$ სიგნალები, რომლებიც უზრუნველყოფენ შემდეგი ფუნქციების შესრულებას (ცხრ. 4.9).

მოცემულ მფრმზე რეალიზდება ცხრ. 4.8-ში ჩამოთვლილი ყველა ელემენტარული ოპერაცია ციკლური ძვრების გარდა. ციკლური ძვრების რეალიზაციისათვის მფრმში, რომლებიც აგებულია მფრმზე (ნახ. 4.22), აუცილებელია დამატებითი ლოგიკური ელემენტები. ასეთი მფრმის ბლოკ-სქემა ნაჩვენებია ნახ. 4.23-ზე.

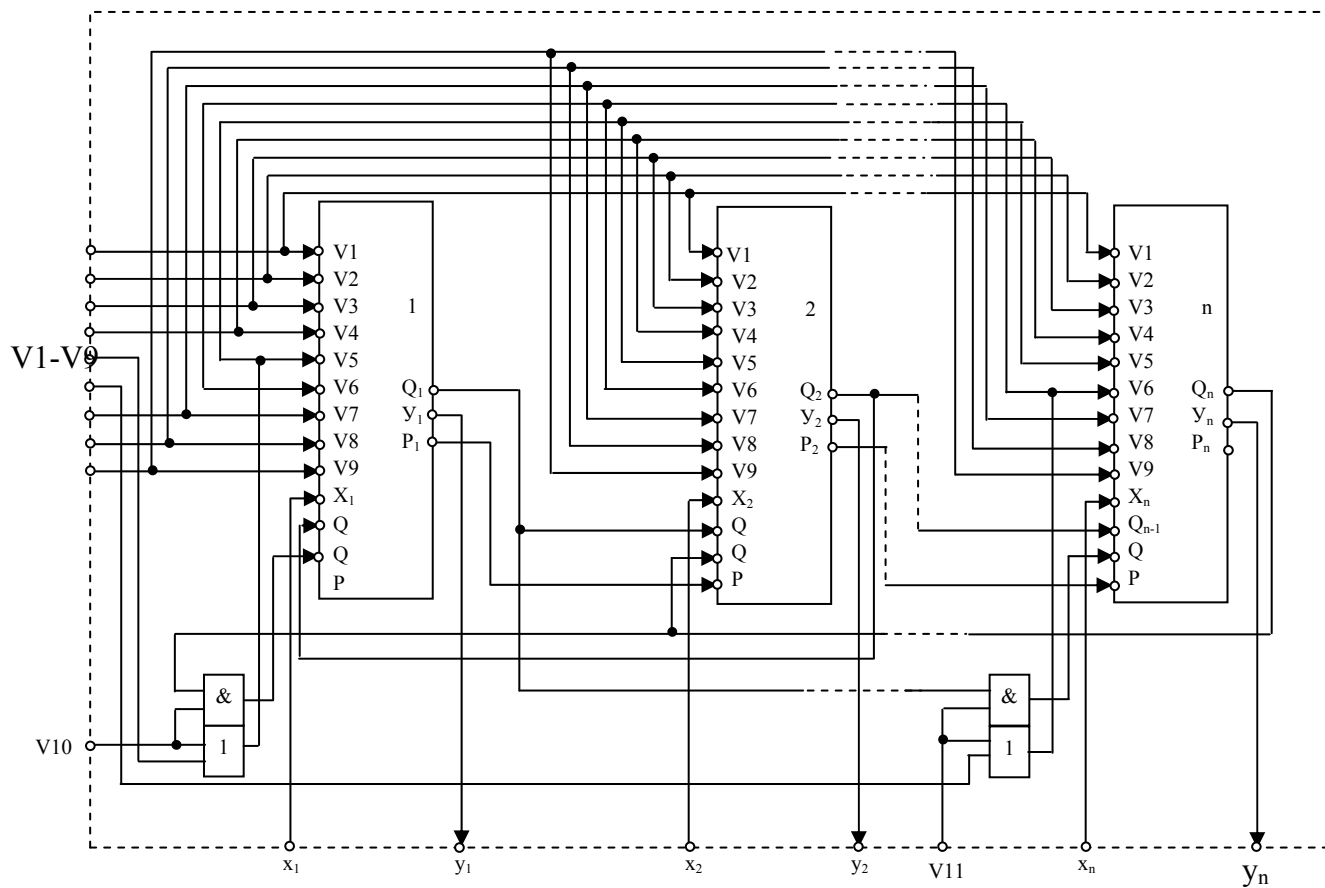
ცხრილი 4.8

ოპერაციის აღნიშვნა	ოპერაციის შემცველობა
$A+I$	სიტყვის შემცველობის ერთით გაზრდა
$A-I$	სიტყვის შემცველობის ერთით შემცირება
$A+B$	ორი სიტყვის შეკრება

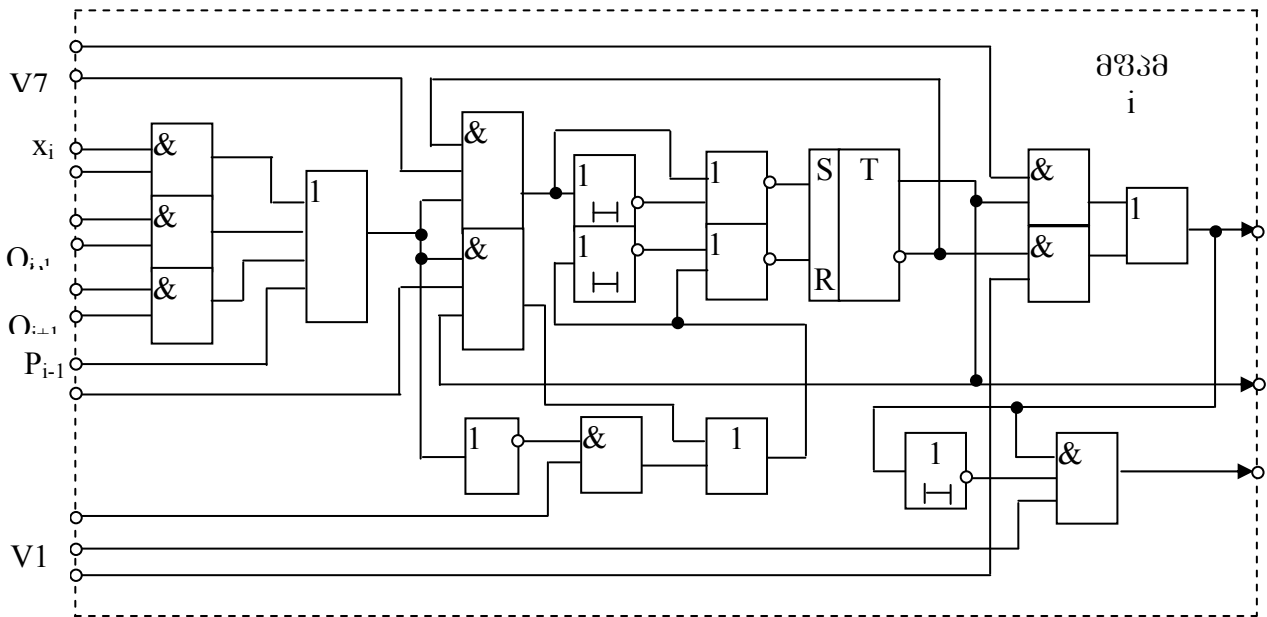
$A-B$	ორი სიტყვის გამოკლება
$A \vee B$	ორი სიტყვის თანრიგობრივი დიზიუნქცია
$A \& B$	ორი სიტყვის თანრიგობრივი კონიუნქცია
$A \oplus B$	ორი სიტყვის $mod2$ -ით თანრიგობრივი შეკრება
$LI(A)$	სიტყვის ძვრა უფროსი თანრიგების მიმართულებით
$RI(A)$	სიტყვის ძვრა უმცროსი თანრიგების მიმართულებით
$\Leftarrow LI(A)$	სიტყვის ციკლური ძვრა უფროსი თანრიგების მიმართულებით
$\Rightarrow RI(A)$	სიტყვის ციკლური ძვრა უმცროსი თანრიგების მიმართულებით
\overline{A}	სიტყვის ინვერსია
$A := 0$	სიტყვის განულება

მფრში დამატებით არის ორი მმართველი შესასვლელი $V10$ და $V11$, რომლებიც ახორციელებენ ციკლურ ძვრებს შესაბამისად უფროსი ($T1[1:n] := LI(T1[1:n])$) და უმცროსი ($T1[1:n] := RI(T1[1:n])$) თანრიგების მიმართულებით.

მოდულიზირებული მკომ მოტანილი მმფრის საფუძველზე სინთეზირდება ნახ. 4.11-ზე წარმოდგენილი ბლოკ-სქემით.



Биб. 4.23



ნახ. 4.22

მოდულიზებული მკომის მზ არ განსხვავდება მოწყობილობისგან, რომელიც წარმოდგენილია ნახ. 4.13-ზე, ამიტომ მას აღარ განვიხილავთ.

მზგან განსხვავებით, მმზ რამდენადმე განსხვავდება მართვის მოწყობილობისგან, რომლის სქემაც წარმოდგენილია ნახ. 4.14-ზე. ეს განპირობებულია, უმთავრესად, მფრში სეიანი მფმმის გამოყენებით. მმზს სქემა მოდიფიცირებული მპომთვის წარმოდგენილია ნახ. 4.24-ზე.

როგორც ნახაზიდან ჩანს, მმზ დამატებით შეიცავს ხუთ *RS*-ტრიგერს და ორ დაყოვნების ელემენტს მფმმის მართვისთვის, კერძოდ *V1*, *V3*, *V4* და *V7-V9* სიგნალების გამომუშავებისათვის. *V1-V11* და *W1-W10* მმართველი სიგნალების გარდა, მმზ დამატებით გამოიმუშავებს *W11* მმართველ სიგნალს, რომელიც განკუთვნილია *T1-T5* ($T[1:5] := 0$) ტრიგერების საწყისი დაყენებისათვის.

ბრძანების შესრულების მიკრობრძანების ბლოკ-სქემა ნაჩვენებია ნახ. 4.25-ზე.

უნდა აღვნიშნოთ, რომ ოპერაციის შესასრულებლად პირველი ოპერანდი, ამოღებული მბდან $A1$ მისამართით, მოთავსებულია mfr -ში, ხოლო მეორე ოპერანდი, ამოღებული $A2$ მისამართით - მბის rg წაკ-ში.

ცხრილი 4.9

მმართველი სიგნალი	შესასრულებელი ფუნქცია
$V1$	$T[1:n] := 0$
$V2$	$T[1:n] := X[1:n]$
$V3$	$T[1:n] := T1[1:n] \vee X[1:n]$
$V4$	$T[1:n] := T1[1:n] \& X[1:n]$
$V5$	$T[1:n] := L1(T[1:n])$
$V6$	$T[1:n] := R1(T[1:n])$
$V7$	$Y[1:n] := T[1:n]$
$V8$	$Y[1:n] := \overline{T[1:n]}$
$V9$	შეკრება/გამოკლება

ოპერაციების შესრულებისას მმბის მუშაობის თავისებურება ვლინდება ზოგიერთი მმართველი სიგნალის დამახსოვრებაში $T1-T5$ ტრიგერებში. ამ ტრიგერებისათვის ჩაწერის ნებადართვის სიგნალს წარმოადგენს $V9$, ე. ი. $V3, V4, V7, V8, V9$ მმართველი სიგნალების დამახსოვრება აუცილებელია ორი ოპერანდის შეკრების ამოცანის შესრულებისას. ეს სიგნალები $T1-T5$ ტრიგერებში იწვევს $W11$ სიგნალის გამომუშავებამდე, რომელიც მათ ანულებს.

ორი ოპერანდის შეკრება ხდება ტაქტებად.

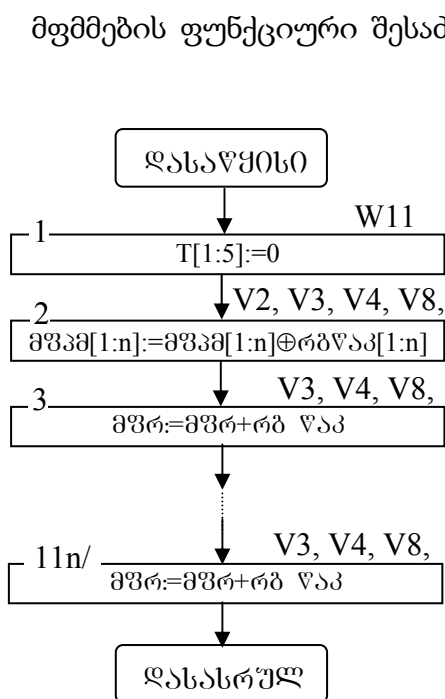
$t1$ პირველ ტაქტში გამომუშავდება $W11$ სიგნალი, რომელიც ანულებს $T1-T5$ ტრიგერებს.

მეორე ტაქტში გამომუშავდება $V2, V3, V4, V8$ და $V9$ სიგნალები. ამასთან მეორე ოპერანდი x შესასვლელებიდან მიეწოდება mfm -ებს, რომლებიც მზადდებიან $mod2$ -ით შეკრებისთვის (რადგან mfm -ში იმყოფება პირველი ოპერანდი X). ამ დროს mfm -ს შესასვლელებზე დაყოვნების ელემენტით $V9$ სიგნალი იგვიანებს ერთი

ტაქტით, რაც თავიდან გვაცილებს გადატანის ყალბი სიგნალის გამოჩენას mfmm-ის P_i გამოსასვლელელებზე. G^* სატაქტო სიგნალის შეწყვეტის შემდეგ, რადგან მოიხსნება მმართველი $V2$ სიგნალი, mfmm-ში ხორციელდება X და Y ოპერანდების $mod2$ -ით შეკრება. ამ დროს ხდება დანარჩენი $V3, V4, V5$ და $V9$ სიგნალების დამახსოვრება $T1-T5$ ტრიგერებში. გარდა ამისა, mfmm-ში $V8, V9$ სიგნალებით იხსნება გადატანის წრედები და იწყება მათი გავრცელება.

სატაქტო სიგნალის ხანგრძლივობა გათვლილია ერთი mfmm-ის ელემენტების გადართვის მაქსიმალურ დროზე, მაგრამ გადატანის სიგნალის გავრცელების თანმიმდევრობა mfmm-ის მაქსიმალურად შესაძლო რაოდენობაში მოითხოვს ბევრად მეტ დროს. ამ დროითი შეუსაბამობის თავიდან ასაცილებლად სატაქტო სიგნალის ხანგრძლივობასა და შემდგომ ტაქტებში გადატანის ერთეულის გავრცელებას შორის გამომუშავდება $V3, V4, V8$ და $V9$ სიგნალები. ამ სიგნალების გამოჩენა გავლენას არ ახდენს mfmm-ის მუშაობაზე, რადგან ისინი დამახსოვრებულნი არიან $T1-T5$ ტრიგერებში. $V3, V4, V8$ და $V9$ სიგნალების გამომუშავება გრძელდება $nx11/7$ ტაქტის განმავლობაში (სადაც n - ოპერანდების თანრიგების რაოდენობაა), რის შემდეგაც გადატანის ერთიანის გავრცელება და რასაკვირველია ორი ოპერანდის შეკრება მთავრდება.

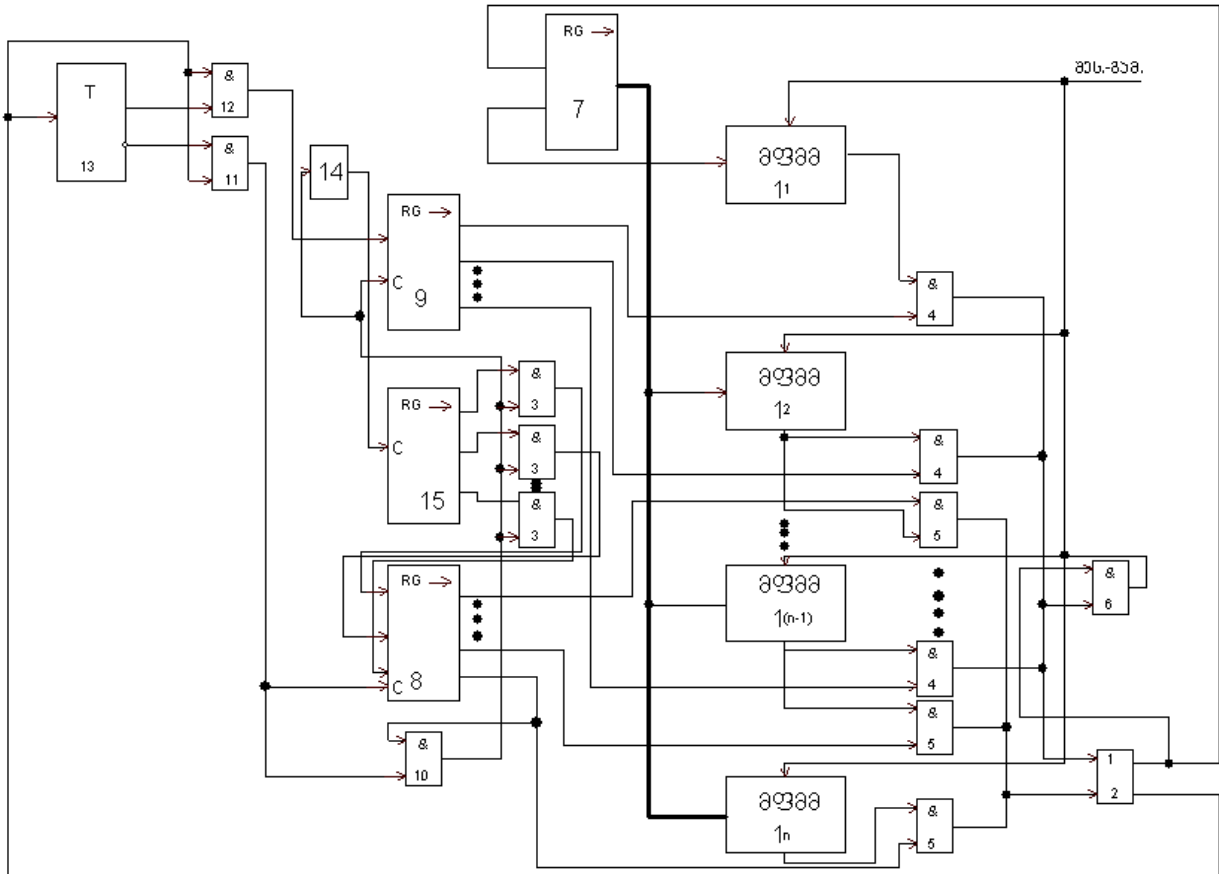
ორი ოპერანდის შეკრების მიკროპროგრამა ნაჩვენებია ნახ. 4.26-ზე. mfmm-ში გადატანის გავრცელების პროცესი პირობითად ნაჩვენებია «+» სიმბოლოთი.



მფმმების ფუნქციური შესაძლებლობები შესაძლებელია გამოყენებული იქნას ოპერაციული მოწყობილობის საიმედოობის გაზრდის მიზნით. ასეთი მოწყობილობის ბლოკ-სქემა ნაჩვენებია ნახ. 4.27-ზე [107]. ოპერაციული მოწყობილობაში ინფორმაციის დამუშავებისათვის გამოყენებულია ერთნაირი მფმმები 1, ამასთან თითოეულის ფუნქციური სიმძლავრე k არაა დამოკიდებული მოწყობილობაში გამოყენებული მფმმების რაოდენობაზე n . ინფორმაციის დამუშავების

პროცესში მონაწილეობას იღებს ყველა მფმმ, მაგრამ შედეგი აიღება n -დან მხოლოდ ორი ნებისმიერი მფმმ-დან. ისინი მუშაობენ სინქრონულად და ასრულებენ ერთნაირ ფუნქციებს $F=\{f_1, f_2, \dots, f_k\}$ -დან. ყოველი ფუნქციის შესრულების შემდეგ ხდება შედეგების შედარება. თუ შედარების ოპერაციით გამოვლინდა, რომ ამ ორი მფმმის მიერ ფუნქციის შესრულების შედეგები ერთმანეთს არ ემთხვევა, ხდება ამ ორი მოდულის ჩანაცვლება სხვა მოდულით.

მოწყობილობა მუშაობს შემდეგნაირად. თავდაპირველად მოწყობილობა მოდის საწყის მდგომარეობაში: ციკლური ძვრის რეგისტრში 7 შეიტანება მოდულის გარკვეული რაოდენობის ფუნქციაზე აწყობის კოდების თანმიმდევრობა, რომლებიც განლაგებულნი არიან იმ თანმიმდევრობით, ფუნქციების რა თანმიმდევრობაცაა საჭირო $F=\{f_1, f_2, \dots, f_k\}$ -დან ოპერაციის შესრულებისათვის; ციკლური ძვრის რეგისტრების 8,9 პირველ თანრიგებში შეიტანება 1-ები; T -ტრიგერი 13 და მფმმები 1 განულებულია.



ნახე 4.27

ნებისმიერი ფუნქციის შესასრულებლად $F=\{f_1, f_2, \dots, f_k\}$ -დან ხდება ყველა მფმმის აწყობა რეგისტრიდან 7 მოწოდებული აწყობის კოდის საშუალებით. მფმმების მიერ ამ ფუნქციის რეალიზაციის შემდგომ ორი მოდულიდან, რომლებიც ამორჩეულია რეგისტრების 8,9 მიერ, შედარების მოწყობილობაზე გაიცემა შედეგები. თუ ეს შედეგები ერთმანეთს ემთხვევა, მაშინ შედარების მოწყობილობიდან რეგისტრში 7 გაიცემა სიგნალი აწყობის ამ კოდიდან შემდეგი ფუნქციის აწყობის კოდზე გადასვლისა. ამავე სიგნალის მეშვეობით მფმმში მიღებული შედეგი მიწოდება თავისავე შესასვლელს, როგორც შემდგომი ფუნქციის არგუმენტი. თუ მიღებული შედეგები ერთმანეთს არ ემთხვევა, მაშინ რეგისტრში 8 ერთიანი წინაცვლებს წინ ერთი ერთეულით. შედეგად რეგისტრით 9 ამორჩევა იგივე მფმმ, ხოლო რეგისტრით 8 - სხვა მფმმ და ა.შ.

ამდენად, მოცემულ მოწყობილობაში საჭიროა რეგისტრების 8,9 მეშვეობით გამომოშავდეს კოდები ორი ერთიანით. ამ მიზნით დამატებით გამოიყენება

ერთიანის ძვრის რეგისტრი 15 და T -ტრიგერი 13. სქემათა ეს ჯგუფი გამოიმუშავებს ორი ერთიანის ჯუფდებას n -დან, სადაც n არის ოპერაციულ მოწყობილობაში მემემბის რაოდენობა და შესაბამისად ძვრის რეგისტრების 8,9 თანრიგთა რაოდენობა.

როგორც ვხედავთ, მოცემულ მოწყობილობაში სტრუქტურული გადაწყობის გზით მიიღწევა აპარატურული რეზერვირება, რომლის საიმედოება გაითვლება ცნობილი მეთოდებით.

ასეთი ტიპის მოწყობილობების ეფექტურობისათვის მნიშვნელოვანია სტრუქტურის გადაწყობის ალგორითმების და შესაბამისი აპარატურული უზრუნველყოფის მისაღები ვარიანტის შერჩევა. ამ საკითხებს ეძღვნება შემდეგი შრომები [108 -118]. ნაშრომი [112] ეძღვნება ოემემის საიმედოობის შეფასების საკითხებს.

ოემემ, რომელიც დანიშნულია ათობითი რიცხვების წარმოდგენისათვის, შედგება მიმდევრობით ჩართული ცხრა კვანტრონისაგან [78]. ერთეულოვან-ნორმალური კოდირების დროს ყოველი ათობითი ციფრის მნიშვნელობა განისაზღვრება მიმდევრობით აღზნებული კვანტრონების რაოდენობით, ხოლო ერთეულოვან-პოზიციური კოდირების დროს - აღზნებული კვანტრონის პოზიციით. ორივე შემთხვევაში კვანტრონების აღზნება იწყება პირველი ნომრით.

ჩავთვალოთ, რომ ოემემში სიმრავლიდან $\{0, \dots, 9\}$ ციფრების მოსვლის ალბათობა ერთნაირია და ტოლია $P_n=0,1, n=\overline{0,9}$.

ერთეულოვან-ნორმალური კოდის დროს i -ური კვანტრონის აღზნების ალბათობა იქნება:

$$P_i^n = 1 - \sum_{\text{ციფრი}=0}^i P_{\text{ციფრი}} = 1 - 0,1 * i, (i = \overline{1,9}). \quad (1)$$

აქედან გამომდინარე, მოდულში i -ური კვანტრონის მუშაობის დაყვანილი დრო იქნება:

$$t_i^n = P_i^n * t^{\text{მოდ}}, \quad (2)$$

სადაც $t^{\text{მოდ}}$ - ოემემის მუშაობის დროა.

ჩავსვამთ რა (1) გამოსახულებას (2)-ში, მივიღებთ:

$$t_i^n = (1 - 0,1xi) t^{\text{მოდ}}, (i = \overline{1,9}).$$

ციფრების ერთეულოვან-პოზიციური ჩაწერისას კვანტრონების მუშაობის დევანილი დროები ერთნაირია, რამდენადაც $P_{ცფრი}=0,1$ და გამოითვლება შემდეგნაირად:

$$t_{i}^{პ} = 0,1xt^{მოდ}, (i = \overline{1,9}).$$

განსაზღვრება 4.1. კვანტრონის მტყუნებაში ვიგულისხმობთ მოვლენა, როცა ის კარგავს ოპტიკური ინფორმაციის მიღების, შენახვის და გაცემის თვისებას.

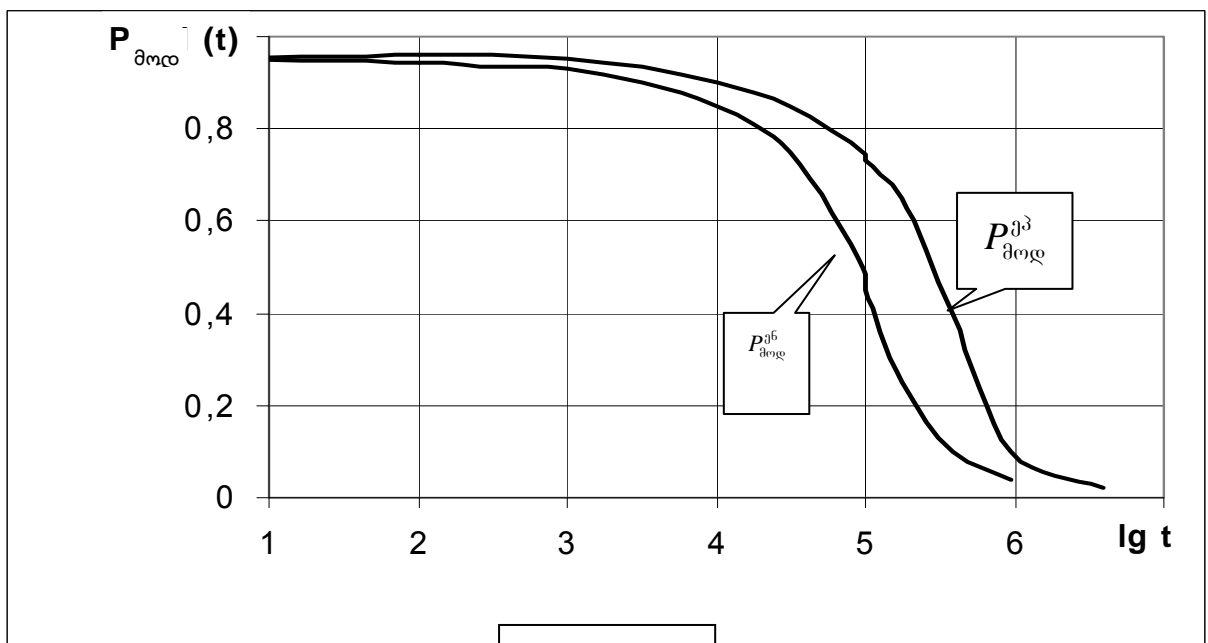
აქედან გამომდინარე, კვანტრონის მტყუნებათა ინტენსივობა λ_k განისაზღვრება მისი კომპონენტების მტყუნებათა ინტენსივობიდან გამომდინარე.

განსაზღვრება 4.2. ოემფმის მტყუნებაში ვიგულისხმობთ მოვლენა, როცა ადგილი აქვს მოდულში შემავალი ცხრა კვანტონიდან ერთ-ერთის მტყუნებას.

ერთეულოვან-ნორმალური ჩაწერისას i -ური კვანტრონის უმტყუნო მუშაობის ალბათობა $t^{მოდ}$ დროის განმავლობაში მტყუნებათა ნორმალური განაწილებისას განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$P_{ენ}(t^{მოდ}) = e^{-\lambda_k^{ენ} * t^{ენ}} = e^{-\lambda_k^{ენ} * t^{მოდ} * (1-0,1*i)}, (i=\overline{1,9}).$$

ნახ. 4.28-ზე წარმოდგენილია $P_{მოდ}^{ენ}(t^{მოდ})$ და $P_{მოდ}^{პ}(t^{მოდ})$ -ების დამოკიდებულებანი $t^{მოდ}$ დროისაგან.

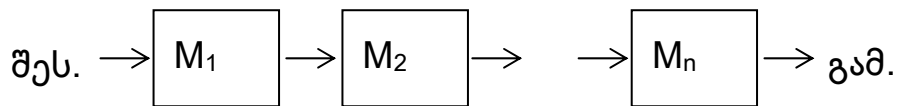


ნახ.4.28

როგორც ნახ. 4.28-დან ჩანს, ოემფმს ერთეულოვან-პოზიციური ჩაწერით გააჩნია საიმედოობის უფრო მაღალი მაჩვენებელი, ვიდრე აქვს ოემფმს ერთეულოვან-ნორმალური ჩაწერით, მიუხედავად იმისა, რომ გათვლებით მიღებულია $\lambda^{n_k} < \lambda^{p_k}$.

4.3. მრავალფუნქციურ მოდულებზე აგებული გამომთვლელი სტრუქტურის ფუნქციური შესაძლებლობების ანალიზი

თანამედროვე გამომთვლელ სტრუქტურებში ფართოდაა გავრცელებული შესასვლელი ცვლადების თანმიმდევრული გარდაქმნის ხერხი. ასეთი მიდგომა განაპირობებს უნივერსალური გამომთვლელი სტრუქტურების შექმნას, რომელშიც დასამუშავებელი ინფორმაცია ვრცელდება მხოლოდ ერთი მიმართულებით. ასეთ გამომთვლელ სტრუქტურებში ინფორმაციის დამუშავება დაიყვანება ცვლადების ტაქტურ გარდაქმნამდე i -ური მოდულიდან j -ურ მოდულში გადაცემისას, სადაც $i < j$, $i = \overline{1, n-1}$, $j = \overline{2, n}$. ამრიგად გამომთვლელი სტრუქტურა შეიძლება წარმოდგენილი იქნას სქემით, რომელიც მოცემულია ნახ. 2.29-ზე.



ნახ.2.29

დავუშვათ, რომ ყოველი მოდული M_i ($i = \overline{1, n}$) მონოფუნქციურია და ასრულებს ფუნქციას f . მაშინ გამომთვლელი სტრუქტურის მიერ რეალიზებული სისტემური ფუნქცია შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:

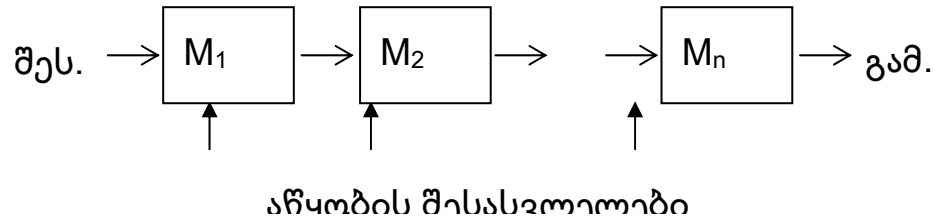
$$\mathfrak{F} \Leftrightarrow f^1 \rightarrow f^2 \rightarrow \dots \rightarrow f^n.$$

ცხადია, რომ ასეთი გამომთვლელი სტრუქტურის მიერ რეალიზებული სისტემური ფუნქცია ერთია და შესაბამისად მისი ფუნქციური სიმძლავრე $L=1$.

დავუშვათ, რომ გამომთვლელ სტრუქტურაში მონოფუნქციური ბაზური მოდულების ნაცვლად გამოიყენება მფმ-ები, რომელთა საკუთარი ფუნქციური სიმძლავრე $k \geq 2$.

განსხვავებით მონოფუნქციური მოდულებისაგან, მფმებში აუცილებლად მოითხოვება მისი აწყობა შესაბამისი ფუნქციის რეალიზაციისათვის და აქედან

გამომდინარე მას უნდა გააჩდეს ფუნქციაზე აწყობის შესასვლელიც. ამრიგად მფმებზე რეალიზებული გამომთვლელი სტრუქტურა წარმოიდგინება შემდეგნაირად (ნახ.4.30):



ნახ.4.30

მოცემულ გამომთვლელ სტრუქტურაში გამოიყენება მფმების ფუნქციებზე აწყობის როგორც საერთო, ასევე ინდივიდუალური აწყობებები. საერთო აწყობის შემთხვევაში ყველა n მფმ ასრულებს ერთიდაიგივე ფუნქციას F -დან. გამომთვლელი სტრუქტურის აწყობის სიტყვა განისაზღვრება კორტეჯით

$$H_{საერთო} = \langle H_i^1, H_i^2, \dots, H_i^n \rangle,$$

სადაც $H_i^j (j = \overline{1, n})$ j -ური მფმის აწყობის სიტყვაა.

ინდივიდუალური აწყობის დროს მფმები აიწყობა ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად, ამიტომ აწყობის სიტყვა იქნება

$$H_{ინდ.} = \langle H_i^1, H_l^j, \dots, H_e^n \rangle,$$

სადაც $H_l^j \in M, l = \overline{1, k}$.

დავუშვათ, ომ გვაქვს გამომთვლელი სტრუქტურის საერთო აწყობა, ე.ი. $H_i \Leftrightarrow f_i$. მაშინ გამომთვლელი სტრუქტურის მიერ რეალიზდება სისტემური ფუნქცია

$$\mathfrak{F}_i \Leftrightarrow f_i^1 \rightarrow f_i^2 \rightarrow \dots \rightarrow f_i^n.$$

როგორც აღნიშნული იყო, ყოველი აწყობა H_i განსაზღვრავს მფმის შესაბამის f_i ფუნქციას, ამიტომ სისტემური ფუნქციების რაოდენობა სიმრავლეში $\mathfrak{F}^* = \{\mathfrak{F}_i\}$ ემთხვევა აწყობათა რაოდენობას. აქედან გამომდინარე, $Card M_{საერთო} = Card \mathfrak{F}^* = k$. ამრიგად გამომთვლელი სტრუქტურის ფუნქციური სიმძლავრე საერთო აწყობის შემთხვევაში იქნება $L=k$.

სისტემური ფუნქცია \mathfrak{F}_i სრულდება ფუნქციების F სიმრავლეთა საფუძველზე, ამასთან $\mathfrak{F}_i \Leftrightarrow F_i$, სადაც $F_i \subseteq F$, ანდა სიმრავლეთა, რომელშიც ელემენტები არ მეორდება. ამიტომ \mathfrak{F}^* -ში შეიძლება გამოყოფილი იქნას სისტემური ფუნქციების ორი სახე:

- სისტემური ფუნქციები \mathfrak{F}_i , რომელთათვისაც შემადგენელი ფუნქციები F_i - დან არ მეორდება, ე.ი.

$$\exists(f_j, f_e \in F_i)[(f_j \neq f_e) \& (j \neq e)],$$

სადაც

- სისტემური ფუნქციები \mathfrak{F}_i , რომელთათვისაც შემადგენელი ფუნქციები F_i - დან მეორდება, ე.ი.

$$\exists(f_j, f_e \in F_i)[(f_j = f_e) \& (j \neq e)].$$

გამომთვლელ სტრუქტურათა შორის გამოიყოფა სამი ქვეკლასი, რომელთათვისაც შესაბამისად სრულდება პირობები: $n=k$, $n>k$ და $n<k$.

ეს ქვეკლასები \mathfrak{F} სისტემურ ფუნქციაში f_j და f_e ფუნქციების ჯუფდებით საშუალებას იძლევიან სინთეზირებული იქნას გამომთვლელ სტრუქტურათა რამოდენიმე ვარიანტი.

განვიხილოთ თითოეული ვარიანტი ცალ-ცალკე.

1. $n=k$,

ამასთან \mathfrak{F}_i სისტემური ფუნქციის რეალიზაციის სქემას შეიძლება ქონდეს შემდეგი სახე:

ამის საფუძველზე სისტემური ფუნქცია \mathfrak{F}_i შეიძლება წარმოდგენილი იქნას $k=n$ ელემენტისაგან შემდგარი კორტეჟით - $\mathfrak{F}_i \Leftrightarrow \langle f_1, \dots, f_k \rangle$. სხვა

სისტემური ფუნქციისათვის \mathfrak{F}_m მოითხოვება კორტეჟის სხვა მიმდევრობა, მაგალითად $\mathfrak{F}_i \Leftrightarrow \langle f_2, f_1, \dots, f_k \rangle$, რომელიც მიიღება კორტეჟის ელემენტების გადანაცვლებით.

კორტეჟის $n=k$ ელემენტის ყველა შესაძლო გადანაცვლების რაოდენობა განაპირობებს გამომთვლელი სტრუქტურის ფუნქციონალურ სიმძლავრეს. ამრიგად,

$$L_1 = \text{Card}\{\mathfrak{F}_i\} = k! = n!.$$

$$2. n=k, \quad f_j = f_e.$$

დავუშვათ, რომ კორტეჟში, რომელიც შეესაბამება \mathbb{N}_i სისტემურ ფუნქციას, მეორდება f ფუნქციები. იმისგან დამოკიდებულებით, თუ რამდენჯერ მეორდება f ფუნქცია კორტეჟებში, მათი რაოდენობა განისაზღვრება როგორც $\sum_{m=1}^n C_n^m$. ვითვალისწინებთ რა ამას და იმასაც, რომ კორტეჟებში შეიძლება განმეორდნენ f განსხვავებული სხვა ფუნქციებიც, გამომთვლელი სტრუქტურის ფუნქციონალური სიმძლავრის ფორმულა იღებს სახეს:

$$3. n > k, \quad f_j = f_e.$$

აქ ადგილი აქვს რამოდენიმე შემთხვევას:

ა) მრავალფუნქციურ მოდულებში ნომრებით 1-დან $k \lfloor n/k \rfloor$ -მდე ფუნქციები მეორდებიან და ნომრებით $(k \lfloor n/k \rfloor + 1)$ - დან n -მდე არ მეორდებიან. მაშინ გამომთვლელი სტრუქტურის ფუნქციონალური სიმძლავლე იქნება:

$$L_{3a} = k(n - k \lfloor n/k \rfloor)! \left(\sum_{m=2}^k C_k^m (k - m)! \right)^{\lfloor n/k \rfloor}.$$

ბ) მრავალფუნქციურ მოდულებში ფუნქციები ნომრებით 1-დან $k \lfloor n/k \rfloor$ -მდე და აგრეთვე ნომრებით $(k \lfloor n/k \rfloor + 1)$ - მდე არ მეორდებიან. მაშინ

$$L_{3b} = (k!)^{\lfloor n/k \rfloor} (n - k \lfloor n/k \rfloor)!$$

გ) მრავალფუნქციურ მოდულებში ნომრებით 1-დან $k \lfloor n/k \rfloor$ -მდე ფუნქციები არ მეორდებიან და მეორდებიან ნომრებით $(k \lfloor n/k \rfloor + 1)$ -დან n -მდე.

მაშინ

$$L_{3c} = k!(n - k \lfloor n/k \rfloor) \sum_{m=2}^{n-k \lfloor n/k \rfloor} [G_{n-k \lfloor n/k \rfloor}^m \cdot (n - m - k)!]$$

დ) ფუნქციები მეორდებიან მფმებში 1-დან $k \lfloor n/k \rfloor$ ნომრის ჩათვლით, აგრეთვე მფმებში $(k \lfloor n/k \rfloor + 1)$ -დან n -ის ჩათვლით. მაშინ გამომთვლელი სტრუქტურის ფუნქციური სიმძლავლე იქნება:

$$L_{3d} = k \left(\sum_{m=2}^k C_k^m (k - m)! \right)^{\lfloor n/k \rfloor} \cdot (n - k \lfloor n/k \rfloor) \sum_{m=2}^{n-k \lfloor n/k \rfloor} [C_{n-k \lfloor n/k \rfloor}^m (n - m - k)!].$$

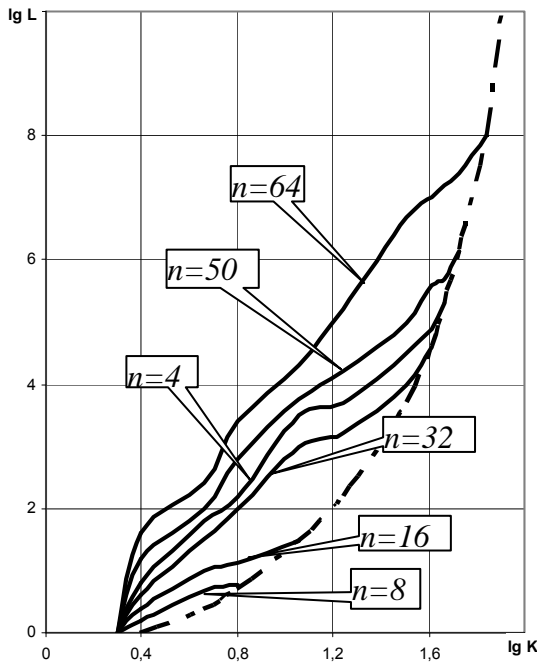
4. $n < k, f_j \neq f_e$.

ამ შემთხვევაში მფმების რაოდენობა გამომთვლელ სტრუქტურაში უფრო ნაკლებია, ვიდრე თითოეული მოდულის ფუნქციონალური შესაძლებლობები, ამიტომ

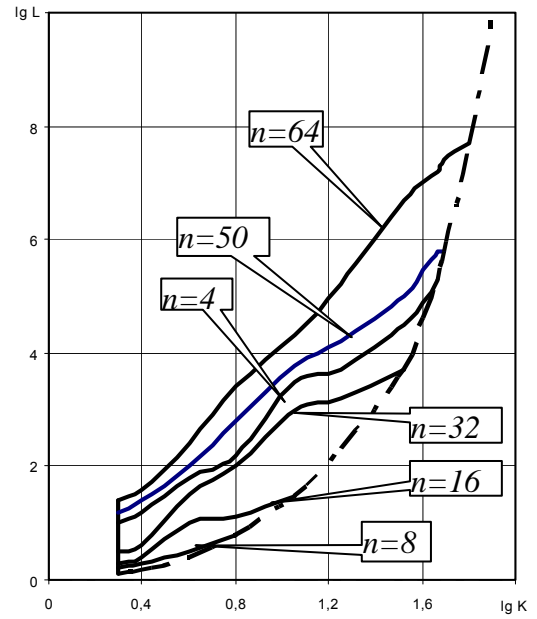
5. $n < k, f_j = f_e L_4 = n! C_k^n$.

$$L_5 = n \cdot C_k^n \sum [C_n^m (n - m)!].$$

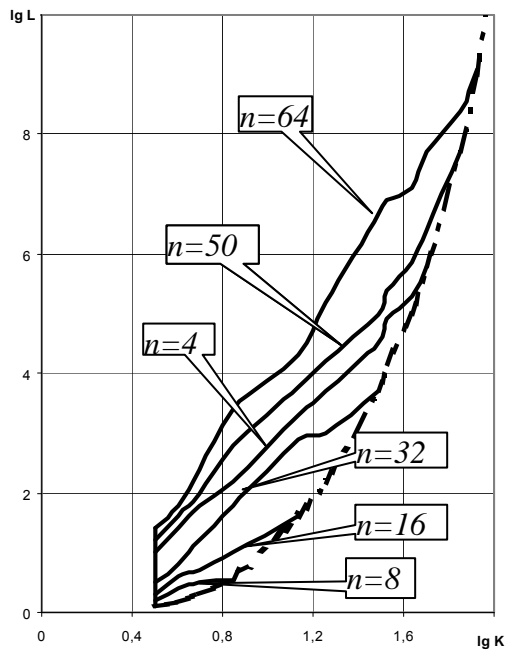
მოდულებში მრავალფუნქციურობის მიღწევა დაკავშირებულია მათი სირთულის გაზრდასთან. ამიტომ პრაქტიკული მოსაზრებით უფრო გამართლებულია გამომთვლელ სტრუქტურათა ის ვარიანტები, სადაც $n > k$. გამომთვლელი სტრუქტურის სინთეზისას, ჩვეულებრივ $n > k$. ფუნქციური სიმძლავრის L დამოკიდებულება მრავალფუნქციური მოდულის ფუნქციურ შესაძლებლობებზე k გამომთვლელი სტრუქტურების ორგანიზების 3ა, 3ბ, 3გ და 3დ ვარიანტებისათვის ნაჩვენებია შესაბამისად ნახ.-ებზე 4.31, 4.32, 4.33 და 4.34. გრაფიკები აგებულია შემთხვევებისათვის, როცა $n=8,16,32,40,50$ და 64. ამავე გრაფიკებზეა ნაჩვენები L -სა და n -ის დამოკიდებულებანი, როცა $n=k$.



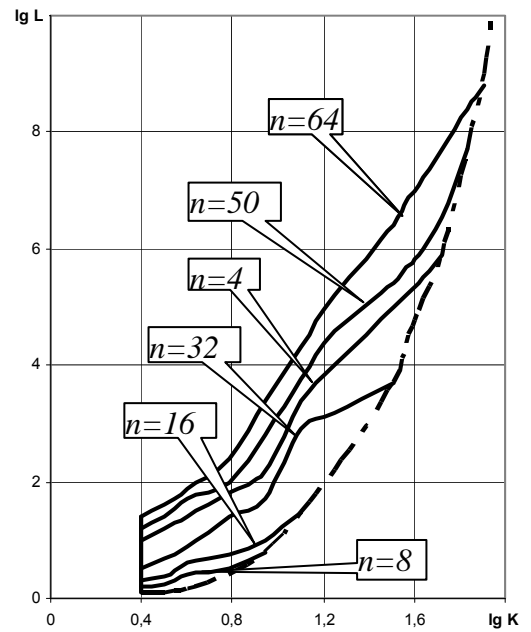
ნახ. 4.31



ნახ. 4.32



ნახ. 4.33



ნახ. 4.34

როგორც გრაფიკებიდან ჩანს, მრავალფუნქციური მოდულის k -ს გაზრდით მკვეთრად იზრდება გამომთვლელი სტრუქტურის ფუნქციური სიმძლავრე L . გრაფიკებზე L -ის ზრდის ტემპის გარკვეული ვარდნა შეიმჩნევა იმ რაიონებში, სადაც

$k=n/2$, ხოლო ზრდის მაქსიმალური ტემპი არის, როცა k უახლოვდება n -ს. გამომთვლელი სტრუქტურის ფუნქციური შესაძლებლობების გაზრდაზე დადებითად მოქმედებს აგრეთვე სტრუქტურაში მრავალფუნქციური მოდულების n რაოდენობის ზრდაც.

მე-4 თავის დასკვნები:

12. გაანალიზებულია ინტერფეისი “ადამიანი-კომპიუტერის” გაუმჯობესების გზები და ამ მიზნით შემოთავაზებულია მიდგომა კლავიატურის ფუნქციური შესაძლებლობების გაზრდით, რომელიც მომხმარებლისათვის უზრუნველყოფს პკის მონიტორზე და კლავიატურაზე სიმბოლოების აღქმის ერთნაირ პირობებს;
13. კლავიატურის ფუნქციური შესაძლებლობების გაზრდის მიზნით შემოთავაზებულია მისი მრავალფუნქციურ კვანტრონებზე აგების კონცეფცია და ათობითი კლავიატურიდან ანბანური ინფორმაციის შეტანის ხერხი, რომელიც ზრდის ინფორმაციის შეტანის სისწრაფეს და მოხერხებულობას;
14. შემოთავაზებულია მრავალფუნქციურ მოდულებზე ოპერაციული მოწყობილობების სინთეზის მეთოდები და ნაჩვენებია მათი ეფექტურობა სტრუქტურული რეგულარობის, ალგორითმული უნივერსალიზმის და მოქნილობის და საიმედოობის თვალსაზრისით;
15. ნაჩვენებია, რომ მფმებზე აგებული გამომთვლელი სტრუქტურა გამოირჩევა დიდი ფუნქციური სიმძლავრით და მისი შეფასებისათვის დამუშავებულია მათემატიკური მოდელები.

თავი 5. ციფრული სისტემები მრავალფუნქციურ ოპერაციულ მოწყობილობებზე

5.1. ელექტროენერჯის გასაღებისა და მომხმარებლებთან ანგარიშსწორების ავტომატიზებული სისტემა

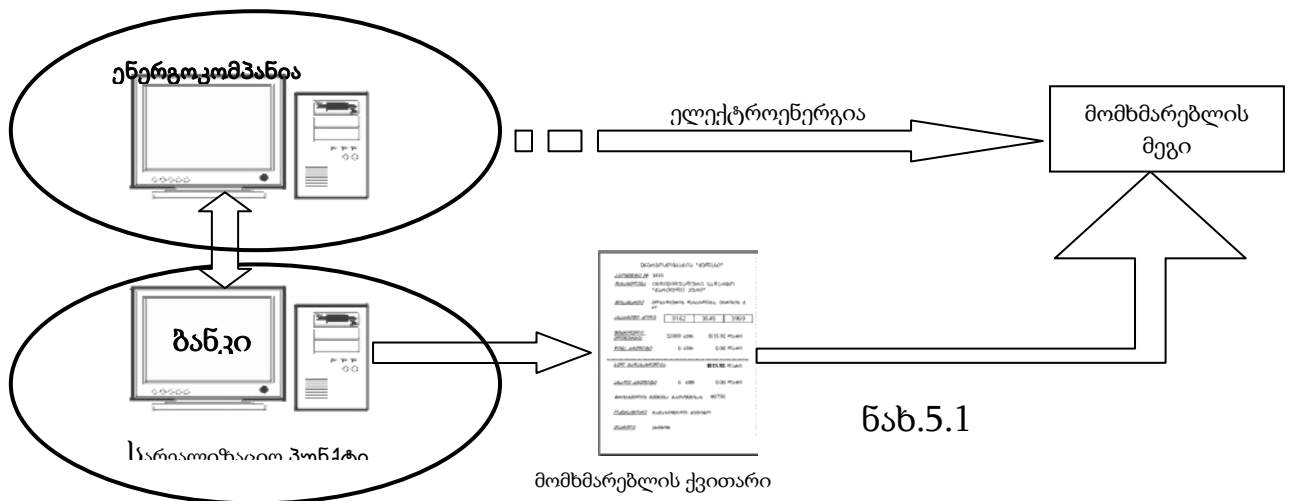
მრავალფუნქციურობის პრინციპში ფუნქცია-დომინანტის ცნების შემოტანა საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად გაფართოვდეს არსებული სპეციალიზებული მოწყობილობების ფუნქციური შესაძლებლობები, რაც თავის მხრივ მათ აძლევს ახალ თვისებებს. ასეთი მიდგომის მაგალითს წარმოადგენს ელექტროენერჯის მრიცხველის ფუნქციური შესაძლებლობების გაზრდა.

ელექტროენერჯის მრიცხველი განკუთვნილია მოხმარებული ელექტროენერჯის აღრიცხვისათვის (ფუნქცია-დომინანტი), მაგრამ ვერ წყვიტავს მოხმარებული ელექტროენერჯის საფასურის გადახდის პრობლემას. ამ პრობლემის გადაჭრის მიზნით მას ძირითად ფუნქციასთან ერთად უნდა მივანიჭოთ თვისებები, რომელიც გარკვეულ მოთხოვნებს წაუყენებს მომხმარებელს ელექტროენერჯის საფასურის გადახდის თვალსაზრისით.

მრავალფუნქციურობის განხორციელების ასეთი მიდგომით რეალიზებულია ელექტროენერჯის გასაღებისა და აბონენტებთან ანგარიშსწორების ავტომატიზებული სისტემა (ეგაასი) [120,121,122].

ეგაასი არის ელექტროენერჯის რეალიზაციისათვის მართვის თანამედროვე სისტემა ენერგოკომპანიის მამულობით. ეგაასი წარმოადგენს უქსელო წინასწარ გადახდის სისტემას, რომელშიც ინფორმაციის მატარებლად გვევლინება მომხმარებლის მიერ ელექტროენერჯის საფასურის გადახდის დამადასტურებელი ქვითარი.

ეგაასი არის სივრცეში განაწილებული აპარატურული, კომპიუტერულ-პროგრამული და ორგანიზაციული მეთოდების კომპლექსი. მისი სტრუქტურა წარმოდგენილია ნახ. 5.1-ზე.



ეგაასის ძირითადი ელემენტია მოწყობილობა ელექტროენერგიის გადახდისათვის (მეგი) [123,124], რომელიც წარმოადგენს აბონენტის ელექტროენერგიის მრიცხველის და მისადგმელი ციფრული ბლოკის ერთობლიობას. მეგის მისადგმელი მოწყობილობა შეიძლება გამოყენებული იქნას ცალფაზა ან სამფაზა ნებისმიერი ტიპის ინდუქციური ან ელექტრონული მრიცხველისათვის.

ამრიგად, ეგაასი სტრუქტურულად წარმოადგენს ერთმანეთთან ინფორმაციულ კავშირში მყოფ ენერგოკომპანიის ინფორმაციის მომზადებისა და ანალიზის კომპიუტერულ ქვესისტემას, ბანკის ელექტროენერგიის რეალიზაციის კომპიუტერულ ქვესისტემას და მომხმარებლის მეგის ერთობლიობას.

ეგაასის ფუნქციონირებისათვის აუცილებელია, რომ მოხდეს მეგების მონტაჟი აბონენტებთან, ორგანიზაცია გაუკეთდეს ელექტროენერგიის რეალიზაციის პუნქტს, რომელიც აღიჭურვება კომპიუტერული სისტემით, ამასთანავე კომპიუტერული სისტემა უნდა არსებობდეს ენერგოკომპანიაში (ნახ.5.1). ეს უკანასკნელი მთელ ენერგოკომპანიაზე ან მის ფილიალებზე მხოლოდ ერთია, ელექტროენერგიის რეალიზაციის სისტემა კი - რამოდენიმე.

ეგაასის სწორი ფუნქციონირებისათვის აუცილებელია, რომ ელექტროენერგიის რეალიზაცია ხდებოდეს ბანკის საშუალებით. ამიტომ, ბანკის სალაროში უნდა განთავსდეს ელექტროენერგიის რეალიზაციის კომპიუტერული ქვესისტემა.

ენერგოკომპანიაში განლაგებული კომპიუტერული ქვესისტემის დანიშნულებაა ელექტროენერგიის რეალიზაციის სისტემიდან (ბანკიდან) ინფორმაციის მიღება და ანალიზი, აგრეთვე საწყისი ინფორმაციის მომზადება აბონენტებზე ელექტროენერგიის რეალიზაციის ქვესისტემისათვის.

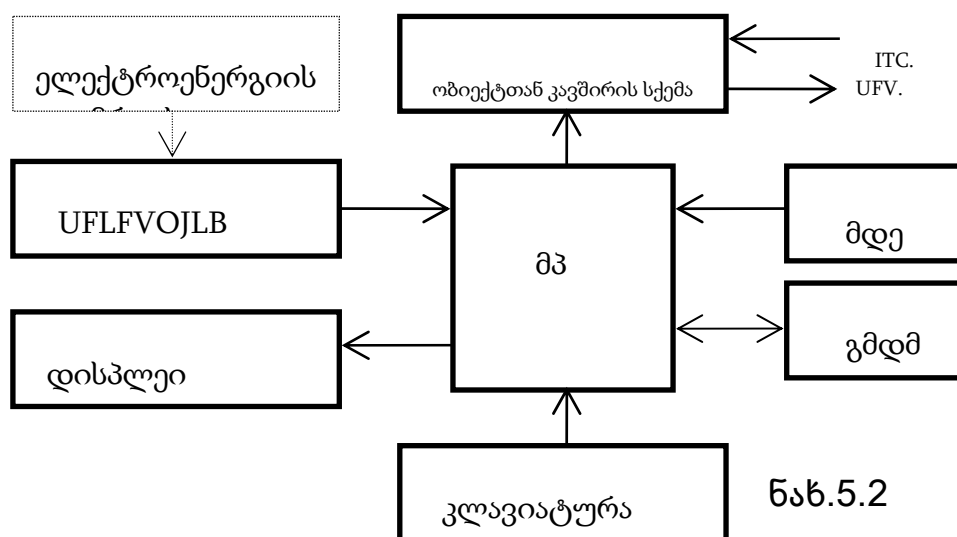
ეგასი არ გულისხმობს ინფორმაციის მიმოცვლის ფიზიკური არხების არსებობას კომპიუტერულ სისტემებსა და მომხმარებლების მეგებს შორის. ეს მნიშვნელოვანი მომენტია, რადგან ამით გამოირიცხება ფიზიკურ არხებში ინფორმაციის გაყალბების შესაძლებლობა.

ამრიგად ინფორმაციის მატარებლად მეგსა და გაყიდვის კომპიუტერულ სისტემას შორის გვევლინება თვითონ მომხმარებელი.

ინფორმაციის მიმოცვლა ენერგოკომპანიასა და ბანკს შორის ხორციელდება კომპიუტერული ქსელის ან ფლემ-მეხსიერების მეშვეობით (ეს უკანასკნელი სრულებით მისაღებია, რადგან ენერგოკომპანიას ინფორმაცია გაყიდვების შესახებ ესაჭიროება დღეში მაქსიმუმ ერთხელ).

მეგი დანიშნულია მომხმარებლისათვის ელექტროენერგიის მიწოდებისათვის ნაყიდი რაოდენობით. მეგი უზრუნველყოფს მომხმარებლის ჩართვას მკვებავ ქსელში ელექტროენერგიის საფასურის გადახდის და მასზე პირობითი კოდის აკრეფის შემდეგ, აგრეთვე მომხმარებლის გამორთვის ქსელიდან ელექტროენერგიის გადახდილი საფასურის ამოწურვისთანავე.

მეგის ბლოკ-სქემა ნაჩვენებია ნახ.5.2-ზე.



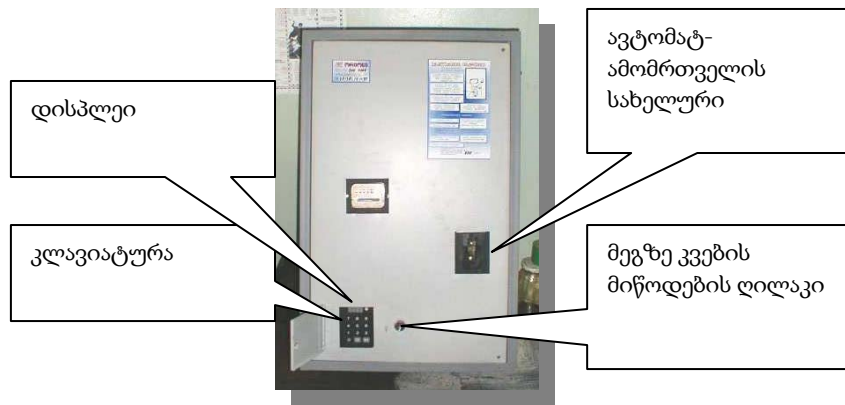
ნახ.5.2

მეგი შედგება მიკროკონტროლერისაგან (მკ), მუდმივი დამახსოვრების მოწმობილობისაგან (მდმ), გადაპროგრამირებადი მდმისაგან (გმდმ), კლავიატურისაგან 12 კლავიშით, რომელთაგან ათი ციფრული კლავიშია, ერთი ჩამოყრის კლავიშია და ერთიც გამიზნულია ინფორმაციის შეტანის ნებართვისათვის, ოთხთანრიგა შვიდსეგმენტიანი ინდიკატორისა, ელექტროენერგიის მრიცხველის გადამწოდის სქემისა, კვების ბლოკისა და ობიექტთან კავშირის სქემისაგან.

მეგის ფუნქციონირების პრინციპი. მდმში ყოველ მისამართზე განლაგებულია ნებისმიერი ოთხთანრიგა ათობითი კოდი $DDDD$, რომლის დამახსოვრებისათვის მოითხოვება ერთი ორობითი სიტყვა. მდმის საერთო მოცულობიდან ორი სიტყვის X და Y -ის მისამართები A_x და A_y დაფიქსირებულია ცალკე, კერძოდ გმდმში, ამასთან ყოველთვის $A_x \leq A_y$. მისამართი A_y არის ელექტროენერგიის შექმნის მარკერი, რომელიც წაინაცვლებს წინ შექმნილი ელექტროენერგიის შესაბამისი კოდის მეგში ჩატვირთვისას და მისი წაინაცვლება მოხდება ელექტროენერგიის შექმნილი მოცულობის შესაბამისად. მისამართი A_x არის ელექტროენერგიის ხარჯვის მარკერი. იგი თანდათანობით წაინაცვლებს წინ ელექტროენერგიის ხარჯვის მოცულობიდან გამომდინარე. როცა მოხდება ელექტროენერგიის შექმნა და მისი შესაბამისი კოდის მეგში ჩატვირთვა, მისამართი A_y გაუსწრებს A_x . ელექტროენერგიის ხარჯვასთან ერთად მატულობს A_x მისამართი. მათი გატოლების შემთხვევაში ელექტროენერგიის მიწოდება წყდება.

მეგის მუშაობა იწყება ორი ხერხით: როდესაც მომხმარებლის მიერ კლავიატურაზე აიკრიფება ოთხთანრიგა კორექტული პირობითი კოდი $KKKK$ ან როდესაც ჩაირთვება გადამწოდი, როცა მომხმარებელს შეწყვეტილი აქვს ელექტროენერგიის მიწოდება, მაშინ $A_x=A_y$. თუ მეგი ჩაირთვება მომხმარებლის მიერ კლავიატურიდან და აკრეფილია გარკვეული კოდი $KKKK$, მაშინ ხდება მისი შედარება თანმიმდევრულად კოდებთან $DDDD$ მდმიდან დაწყებული A_{y+1} მისამართიდან A_{y+i} ($i=1,2,\dots$) მისამართის ჩათვლით. თუ რომელიმე კოდი $Y+j$ ($j=1\dots i$) მისამართზე ამ i კოდიდან ემთხვევა აკრეფილ კოდს, მაშინ A_y იღებს ახალ გაზრდილ

მნიშვნელობას და ფიქსირდება გმდმში (A_X ნაზრდი დამოკიდებულია შექმნილი



ნახ. 5.3

ელექტროენერგიის რაოდენობაზე) და მომხმარებელს მიეწოდება ელექტროენერგია.

თუ მეგის ჩართვა ხორციელდება გადამწოდებიდან, მაშინ A_X იზრდება ერთი ერთეულით და მისი ახალი მნიშვნელობა ფიქსირდება გმდმში და თუ $A_X=A_Y$, მაშინ ხდება აბონენტის ამორთვა ქსელიდან.

მომხმარებელი მეგის მართვას ახორციელებს მართვის პულტის საშუალებით (ნახ.5.3). მართვის პულტი შედგება კლავიატურისაგან, კვების მიწოდების (ჩართვის) ღილაკისა, ავტომატური ამომრთველის სახელურისა და დისპლეისგან. კლავიატურა შედგება 10 ციფრული კლავიშისა (1,...,9,0), პირობითი კოდის $DDDD$ შეტანის ერთი კლავიშისა (+) და ჩამოყრის ერთი (C) კლავიშისაგან. დისპლეი შედგება 4 შვიდსეგმენტური ინდიკატორისაგან.

- მომხმარებლისათვის ელექტროენერჯის მიწოდების განახლება.

მომხმარებელი დააწვება კვების დილაკს, რის შედეგადაც დისპლეიზე აისახება კოდი "0000", რომელიც ხმოვანი სიგნალის თანხლებით ანთია რამოდენიმე წამის განმავლობაში. კოდის "0000"-ის ჩაქრობის შემდეგ მომხმარებელი კლავიშებით 1,...9,0 კრეფს ოთხნიშნა *DDDD* ათობით პირობით კოდს, რომელიც აისახება დისპლეიზე. თუ მომხმარებელმა აკრიფა არაკორექტული კოდი და ეს მან შეამჩნია, მაშინ აწვება დილაკს *C*, შედეგად დისპლეი ჩაქრება და მომხმარებელი თავიდან იწყებს პირობითი კოდის აკრეფას. მომხმარებელი აწვება კლავიშს "+". შედეგად დისპლეიზე აისახება შექმნილი ელექტროენერჯის რაოდენობა კვტ/სთ-ებში, რაც მოწოდებაა მომხმარებლისათვის ჩართოს ავტომატური ამომრთველი. თუ მომხმარებელს აკრეფილი ქონდა არაკორექტული კოდი, მაშინ დისპლეიზე მოიცემა შეტყობინება "Error" (შეცდომა) და კლავიატურა მომხმარებლისათვის ბლოკირებული აღმოჩნდება სულ მცირე 20 წუთის განმავლობაში. 20 წუთის ამოწურვის შემდეგ შეტყობინება " Error " ჩაქრება და მომხმარებელს შეუძლია გაიმეოროს პროცედურა. კორექტული პირობითი კოდის აკრეფის შემდეგ მომხმარებელს გადაყავს ავტომატური ამომრთველის სახელური ზედა მდგომარეობაში და მას განუახლდება ელექტროენერჯის მიწოდება.

- შექმნილი ელექტროენერჯის რაოდენობის დამატება

მომხმარებელი აწვება კლავიშს "+". შედეგად დისპლეიზე აისახება შექმნილი და მეგში დარჩენილი დანახარჯი ელექტროენერჯის ჯამური რაოდენობა კვტ.სთ-ებში. მეგში დარჩენილი დასახარჯი ელექტროენერჯის რაოდენობა დამრგვალდება მეტობით შესაძენი მინიმალური ელექტროენერჯის რაოდენობის ჯერადამდე.

- დარჩენილი დასახარჯი ელექტროენერჯის რაოდენობის კონტროლი.

მომხმარებელი აწვება კვების დილაკს. დისპლეიზე აისახება დასახარჯი ელექტროენერჯის რაოდენობა დამრგვალებული მეტობით შესაძენი ელექტროენერჯის მინიმალური რაოდენობის ჯერადამდე. დასახარჯი ელექტროენერჯის ზუსტი ოდენობა დგინდება მრიცხველის ათვლის მექანიზმის მაჩვენებლის მიხედვით.

- მომხმარებლის მიერ კრედიტის მიღება.

მომხმარებელი კრეფს კრედიტის რაოდენობას კვტ/სთ-ებში და აწვება კლავიშს "+".

- მომხმარებლის ქსელის ამორთვა

მომხმარებელი საკუთარი ქსელის ამორთვას ახორციელებს ავტომატური ამომრთველის სახელურის ქვემოთ ჩამოწვევით.

- მომხმარებლის გამაფრთხილებელი შეტყობინება

მეგი იძლევა გამაფრთხილებელ შეტყობინებას დისპლეიზე შეტყობინების "SOS"-ის და წყვეტილი ხმოვანი სიგნალის მოცემით იმ შემთხვევაში, როცა მომხმარებელს დასახარჯავად დარჩენილი აქვს შესაძენი ელექტროენერჯის მინიმალური რაოდენობა.

- სამოსამსახურო ინფორმაციის დისპლეიზე გამოტანა

მომსახურე პერსონალი აწვება კვების დილაკს. დისპლეიზე აისახება მომხმარებლის მიერ დასახარჯი ელექტროენერჯის რაოდენობა დამრგვალებული შესაძენი ელექტროენერჯის მინიმალური რაოდენობის ჯერადამდე.

მომსახურე პერსონალი კრეფს კოდს "0000". დისპლეიზე აისახება კოდის "XXXX"-ის მისამართი თექვსმეტობით კოდში. კლავიშზე "+" დაჭერით დისპლეიზე გამოიტანება კოდის "YYYY"-ის მისამართი თექვსმეტობით კოდში.

მეგის საიმედოობა. ეგასიისა და მეგის უცხოურ ანალოგებთან შედარებით ანალიზმა გვიჩვენა სამამულო ვარიანტის უდავო უპირატესობა, რაც გამოიხატება იმაში, რომ ეგასი მორგებულია არასტაბილური პარამეტრების მქონე ენერგომომარაგების პირობებზე, მიღწეულია მისი ფუნქციონირების მაღალი საიმედოობა. იგი საიმედოდ ფუნქციონირებს მაშინაც, როცა მკვებავი ძაბვა მერყეობს 120 ვოლტიდან 270 ვოლტამდე (ცალფაზა ვარიანტი). მეგში გამოყენებულია მისი კვების ორიგინალური მეთოდი, რომელიც გულისხმობს მეგზე კვების მიწოდებას მომხმარებლის საჭიროების შემთხვევაში, ან ელექტროენერჯის მრიცხველის გადამწოდის მოთხოვნის შემთხვევაში. შედეგად, თუ გადამწოდს ავაგებთ ისე, რომ მან მოითხოვოს მიკროკონტროლერთან ინფორმაციის გაცვლა, მაგალითად, ყოველ 10 კვტ.სთ ელექტროენერჯის დახარჯვის შემდეგ, აღმოჩნდება, რომ დღის განმავლობაში მეგი პრაქტიკულად ძაბვის ქვეშ არ იქნება. ამდენად პრაქტიკულად

გამოირიცხება გაუმართავი და არასტაბილური პარამეტრების მქონე ელექტროქსელის არასასურველი ზემოქმედება მეგის მიკროელექტრონულ ხელსაწყოებზე.

არანაკლებ მნიშვნელოვანია მეგის ინფორმაციული დაცულობის საკითხი.

მეგზე ასაკრეფი პირობითი კოდის სიგრძე ოთხი ათობითი თანრიგია, აქედან გამომდინარე მომხმარებლის კოდების საერთო რაოდენობა არის 9999 (ერთი პირობითი კოდი - "0000" სამომსახურეო მიზნითაა გამოყოფილი). შესაბამისად ერთი აკრეფით კორექტული კოდის აკრეფის ალბათობა იქნება:

$$P_{კორ.1} = 1/9999,$$

ხოლო N რაოდენობის კოდის აკრეფის შემთხვევაში -

$$P_{კორ.1.N} = N/9999.$$

ნებისმიერი პირობითი კოდის აკრეფისათვის მოხმარებელს ესაჭიროება გარკვეული დრო. პირობითად დავუშვათ, რომ მომხმარებელს ერთ კლავიშაზე თითის დაჭერისათვის ესაჭიროება 5 წმ. მაშასადამე, 4-თანრიგა კოდის აკრეფისათვის მოითხოვება დრო -0,0556 წთ. ამასთან, დაწყებული მეორე პირობითი კოდის აკრეფიდან არაკორექტული კოდის შემთხვევაში ხდება მეგის კლავიატურის ბლოკირება. დავუშვათ, რომ კლავიატურის ბლოკირების დრო არის 20 წთ.

ამრიგად, N რაოდენობის სხვადასხვა არაკორექტული პირობითი კოდების აკრეფისათვის მოითხოვება დრო:

$$t = N 0,0556 + (N-1)0,3333 \text{ წთ},$$

ანუ T საათის განმავლობაში მომხმარებელს აქვს საშუალება აკრიფოს

$$N = (T + 0,3333) / 0,3889$$

სხვადასხვა კოდი.

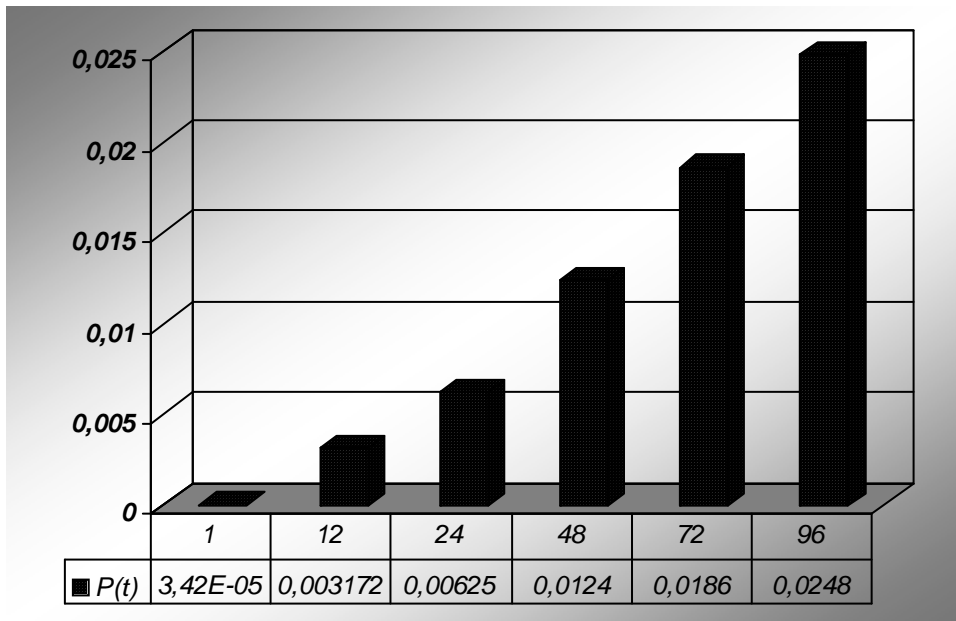
აქედან გამომდინარე, T საათის განმავლობაში კორექტული პირობითი კოდის აკრეფის ალბათობა იქნება

$$P(t) = (T + 0,3333) / 3888,6.$$

კორექტული პირობითი კოდის შემთხვევით აკრეფის ალბათობის დროისაგან დამოკიდებულების გათვლების შედეგები მოცემულია ცხრ. 5.1-ში და ჰისტოგრამაზე (ნახ. 5.4.).

ცხრილი 5.1

T(სთ)	1	12	24	48	72	96
P(t)	0,0000342	0,0031716	0,00625	0,0124	0,0186	0,0248



ნახ.5.4

შემთხვევით და თანმიმდევრობით N კორექტული კოდის აკრეფის ალბათობა იქნება:

$$P_N = \prod P_i$$

სადაც P_i არის შემთხვევით ერთი კორექტული კოდის აკრეფის ალბათობა.

გათვლებს შედეგები მოცემულია ცხრ.5.2-ში.

$N=2$

ცხრილი 5.2

T(სთ)	1	12	24	48	72	96
P_N	$0,1 \cdot 10^{-8}$	$0,1 \cdot 10^{-4}$	$0,4 \cdot 10^{-4}$	$0,2 \cdot 10^{-3}$	$0,3 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$

$N=10$

T(სთ)	1	12	24	48	72	96
P_N	$2,19 \cdot 10^{-45}$	$1,03 \cdot 10^{-25}$	$9,1 \cdot 10^{-23}$	$8,6 \cdot 10^{-20}$	$5 \cdot 10^{-18}$	$8,8 \cdot 10^{-17}$

ამრიგად, ალბათობა იმისა, რომ მომხმარებელმა მუდმივად მიიღოს ელექტროენერგია შემთხვევით აკრეფილი კორექტული პირობითი კოდების საშუალებით, პრაქტიკულად ნულის ტოლია.

ელექტროენერჯის რეალიზაციის ქვესისტემა წარმოადგენს

კომპიუტერულ სისტემას, რომელიც საშუალებას იძლევა:

- უზრუნველყოფილი იქნას ეგაასში ჩართული მომხმარებლებისაგან ელექტროენერჯის საფასურის მიღება და პირობითი კოდების გაცემა;
- განხორციელდეს დახარჯული ელექტროენერჯის საფასურის ინკასაციის პროცესი, მომხმარებლის მიერ ელექტროენერჯის საფასურის ბანკში გადახდის გზით;
- უზრუნველყოფილი იქნას პირობითი კოდების და სხვა კონფედენციალური ინფორმაციის მაღალი დაცულობა, მათი "გაჟონვის" ან გაყალბების აღკვეთის მიზნით;
- უზრუნველყოფილი იქნას ელექტროენერჯის გაყიდვა სამ რეჟიმში: კრედიტით, წინასწარ გადახდით და შერეული.
- მომზადდეს ელექტროენერჯის ხარჯვისა და შესყიდვის ანგარიშები სხვადასხვა ტიპის აბონენტების (კერძო, კომერციული, საბიუჯეტო) და დროითი მონაცემების (ყოველდღიური ყოველკვირეული, თვიური, კვარტალური და ა.შ.) ჭრილში;
- უზრუნველყოფილი იქნას ოპერატორის მუშაობის მარტივი და კარგად შერჩეული დიზაინი, რითაც შემცირდება ოპერატორის მიერ სისტემის ათვისების დრო და მოთხოვნები ოპერატორის კვალიფიკაციაზე.

ინფორმაციის მომზადებისა და ანალიზის ქვესისტემა წარმოადგენს

კომპიუტერულ სისტემას, რომელიც საშუალებას იძლევა:

- ობიექტზე მეგის მონტაჟისა და აბონენტის ეგაასში ჩართვის შემდეგ შეტანილი იქნას აბონენტთა მონაცემები ბაზაში;
- მომზადდეს ინფორმაცია აბონენტთა მონაცემთა ბაზიდან ელექტროენერჯის რეალიზაციის ქვესისტემაში გადასატანად აბონენტებისა და დამონტაჟებული მეგების შესახებ;

- ოპერატიულად მიღებული იქნას ინფორმაცია აბონენტებისა და ელექტროენერგიის რეალიზაციის შესახებ ელექტროენერგიის რეალიზაციის ქვესისტემიდან;
- გაუკეთდეს ანალიზი აბონენტების მიერ ელექტროენერგიის მოხმარებისა და საფასურის გადახდის პროცესს იმ მომხმარებლის გამოვლენის მიზნით, რომლებიც შესაძლებელია წარმოადგენდნენ ელექტროენერგიის პოტენციურ დამტაცებლებს;
- მომზადდეს ანგარიშები ელექტროენერგიის ხარჯვის და მისი ღირებულების გადახდის დინამიკის შესახებ აბონენტთა სხვადასხვა ჯგუფებისათვის დროის სხვადასხვა პერიოდში.

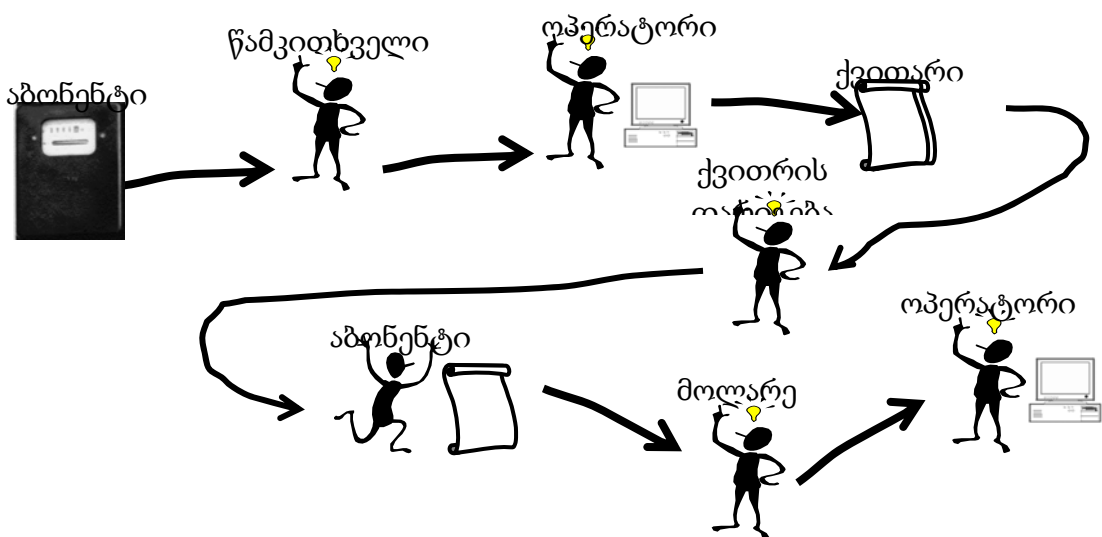
ეგაასის დადებითი მხარეები:

- მომხმარებლიდან ელექტროენერგიის საფასურის სრული ამოღების შესაძლებლობა;
- ენერგოგამანაწილებელი კომპანიის და მომხმარებლის ურთიერთობაში გამორიცხავს ინკასაციის პროცესს და მისთვის დამახასიათებელ მანკიერ მხარეებს (ელექტროენერგიის დატაცება, კომერციული დანაკარგები და სხვა);
- დახარჯულ ელექტროენერგიაზე ენერგოკომპანიის მიერ გადასახადების ლეგალიზაცია, რადგან გადახდები ხდება ბანკების საშუალებით;
- ხელს უწყობს მომხმარებლის მხრიდან ელექტროენერგიის მომჭირნეობით და ყაირათიან ხარჯვას, რაც გამოათავისუფლებს მნიშვნელოვანი მოცულობის ელექტროენერგიას;
- მონაცემთა ბაზაზე დაყრდნობით საშუალებას იძლევა ელექტროენერგიის მოხმარების აღრიცხვიანობის სიზუსტის გაზრდის, მოხმარების პროგნოზირებისა, დაგეგმვისა და სწორი პოლიტიკის წარმართვისა;
- მომხმარებლებზე ელექტროენერგიის მიყიდვის მრავალი ფორმა და სახე: წინასწარი გადახდით, ნაწილობრივ წინასწარი გადახდით, ელექტროენერგიის გაცემა კონსიგნაციით და სხვა;

- ელექტროენერჯის რეალიზაციაზე დანახარჯების მკვეთრი შემცირება, რაც მიიღწევა მომსახურების მაღალი ავტომატიზაციით და პერსონალის შემცირებით;
- მეგები ძალიან მარტივია ექსპლუატაციისათვის; მათ ექსპლუატაციას ახდენს წინასწარ მოუმზადებელი პირები, რომელთა აზრით მეგის ექსპლუატაცია არ არის უფრო რთული, ვიდრე ჩვეულებრივი სატელეფონო აპარატისა;
- აბონენტის მომსახურების დონის გაზრდა.

"ხელის მრიცხველით" აბონენტთან ანგარიშსწორების სქემისა და ეგაასის შედარებითი ანალიზი.

"ხელის მრიცხველის" შემთხვევაში აბონენტებთან ანგარიშსწორებისათვის



ნახ.5.5

გამოიყენება ორი სქემა.

პირველი სქემით მუშაობა (ნახ.5.5) მიმდინარეობს მაშინ, როცა აბონენტი დროულად იხდის დახარჯული ელექტროენერჯის საფასურს და მას გადაუხდებლობის გამო ელექტროენერჯიას არ უთიშავენ.

პირველი სქემით მუშაობის შემთხვევაში ენერგოკომპანიის მხრიდან ანგარიშსწორების ჯაჭვში მონაწილეობს 5 თანამშრომელი. ყველა ეს პიროვნება შეიძლება იყოს შეცდომის წყარო. უშუალოდ აბონენტთან მის საცხოვრებელი

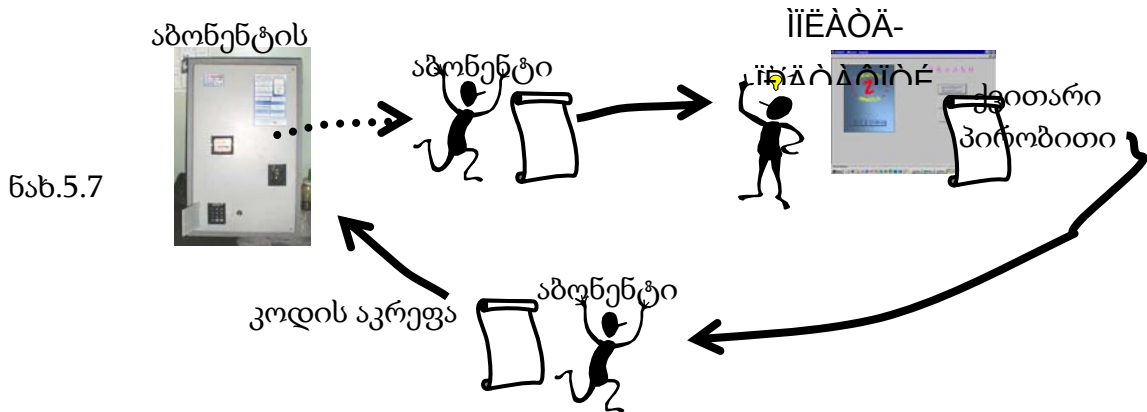
ადგილზე მიდის ორი პიროვნება-"მრიცხველის წამკითხველი" და "ქვითრის დამრიგებელი". "მრიცხველის წამკითხველს" და აბონენტს ურთიერთშეთანხმებით შეუძლიათ შეგნებულად დაამახინჯონ მრიცხველის ჩვენება აბონენტის სასარგებლოდ და ენერგოკომპანიის საზიანოდ. შესაძლებელია აგრეთვე "მრიცხველის წამკითხველის" მიერ მრიცხველის ჩვენების დაამახინჯება ენერგოკომპანიის სასარგებლოდ და აბონენტის საზიანოდ.

მეორე სქემის მიხედვით (ნახ.5.6) ანგარიშსწორების ჯაჭვში ენერგოკომპანიის მხრიდან მონაწილეობს 8 პიროვნება. აქედან აბონენტთან ურთიერთობაში შედის და შეიძლება კორუფციის წყარო გახდეს ოთხი პიროვნება - "მრიცხველის წამკითხველი", "ქვითრების დამრიგებელი", "გამთიშველი" და "ჩამრთველი".

ეგასით აბონენტის მომსახურების შემთხვევაში ენერგოკომპანიის თანამშრომელი საერთოდ არ შედის ურთიერთობაში აბონენტთან (ნახ.5.7). აქედან გამომდინარე, ეგასით მომსახურების შემთხვევაში მაქსიმალურად გამოირიცხება კორუფციული მომენტები.

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ "ხელის მრიცხველის" შემთხვევაში გაცილებით დიდია კორუფციული მოვლენების წარმოშობის და ელექტროენერჯის დატაცების ალბათობა, ვიდრე ეგასით მომსახურების შემთხვევაში.

"ხელით მრიცხველით" მომსახურებისას მენეჯმენტის სირთულეზე მეტყველებს ანგარიშსწორების ჯაჭვში ჩართული თანამშრომლების და სქემათა რაოდენობა. ცხადია, გაცილებით რთულია ამ პროცესის მართვა, ვიდრე ეგასის შემთხვევაში.



ეგაასის შემთხვევაში პასუხისმგებლობა ელექტროენერჯის გარკვეული რაოდენობის უწყვეტად მიღებაზე აკისრია თვითონ აბონენტს. მისთვის გადაუხდელობის გამო გათიშული ელექტროენერჯის მიწოდების აღდგენის ოპერატიულობა დამოკიდებულია თვითონ აბონენტის ოპერატიულობაზე. ამას ვერ ვიტყვით "ხელის მრიცხველით" მომსახურების შემთხვევაში. ობიექტური მიზეზებიდან გამომდინარე, ამ შემთხვევაში მომსახურების მაღალი ოპერატიულობა ვერ იქნება.

5.2. ჰიდროაგრეგატის ტექნოლოგიური პროცესის მონიტორინგისა და მართვის სისტემა

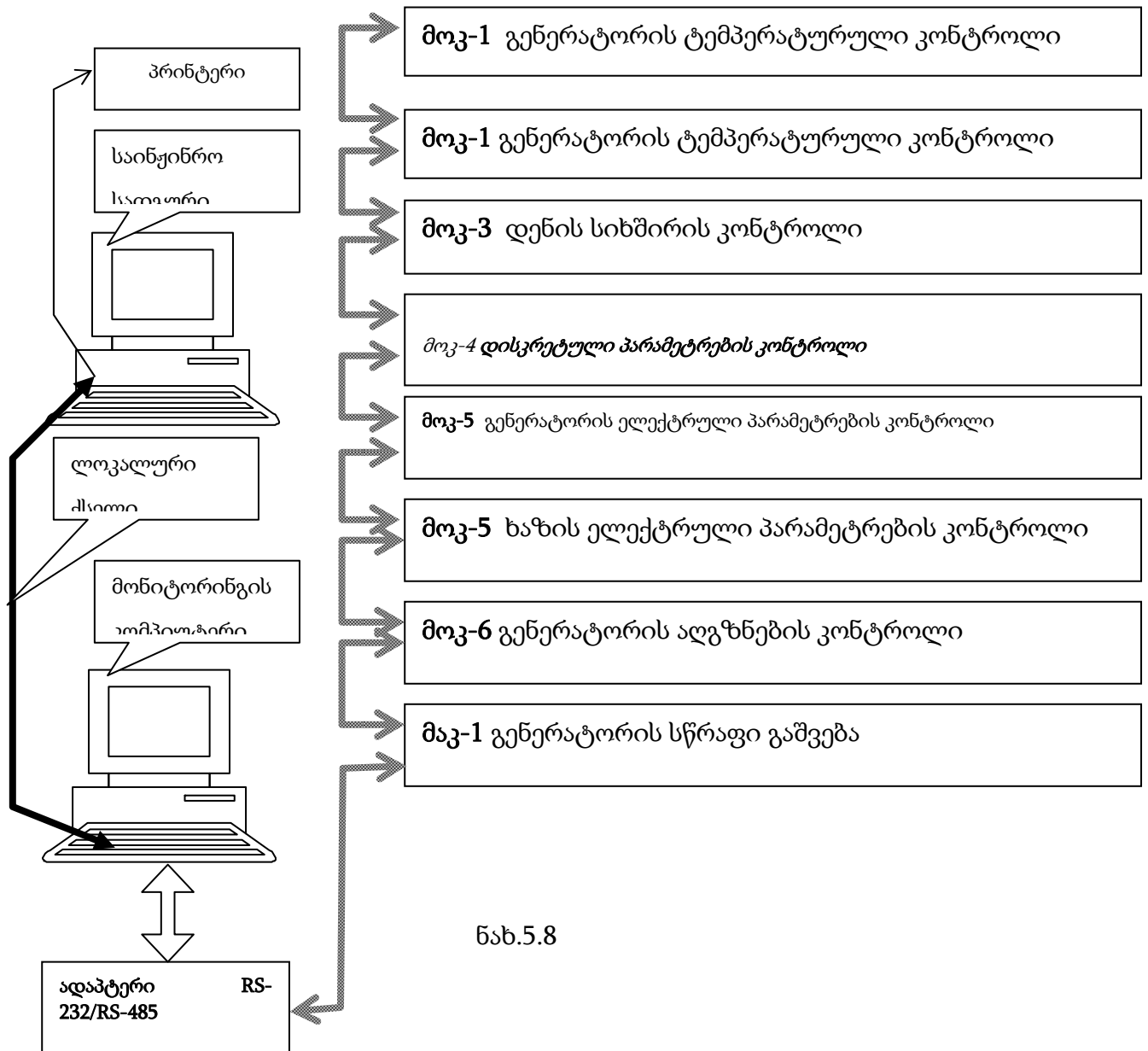
მონიტორინგის და მართვის სისტემა წარმოადგენს მიკროპროცესორული კონტროლერების და პკების ბაზაზე აგებულ დასრულებულ სისტემას და დანიშნულია ჰიდროაგრეგატის და უზრუნველყოფის სისტემების საექსპლოატაციო კონტროლისა და დიაგნოსტიკის პროცესების ავტომატიზაციისათვის, აგრეგატის სწრაფი გაშვებისათვის, კერძოდ:

- აგრეგატის ტემპერატურული კონტროლისათვის;
- აგრეგატის ძაბვის სიხშირის კონტროლისათვის;
- აგრეგატების ელექტრული პარამეტრების კონტროლისათვის;
- რელეური დაცვის და დისკრეტული პარამეტრების კონტროლისათვის;
- გაზომილი და რეგისტრირებული პარამეტრების დახარისხებისა და შენახვისათვის;
- მონაცემთა არქივირებისათვის და ძებნის უზრუნველყოფისათვის;

- მომსახურე პერსონალის საცნობარო ვიზიალური და ხმოვანი სიგნალებით უზრუნველყოფისათვის;
- მომსახურე პერსონალის ყურადღების კონტროლისათვის.

მონიტორინგის სისტემის სტრუქტურა წარმოდგენილია ნახ.5.8-ზე. სისტემა მოიცავს ლოკალურ ქსელში გაერთიანებულ ორ პერსონალურ კომპიუტერს მასზე ინსტალირებული პროგრამული პაკეტებით, ადაპტერს RS-232/RS-485-M და მონიტორინგის (მოკ) და მართვის (მაკ) მრავალფუნქციონალურ კონტროლერებს: მოკ-1-6 და მაკ-1.

მოკების და მაკის ფუნქციათა ჩამონათვალი მოცემულია ცხრილ. 5.3-ში. მოკ-1 განკუთვნილია აგრეგატის “სპილენძის” და “რკინის” ტემპერატურული კონტროლისათვის. ამავე მოკით კონტროლდება საკომპენსაციო გამტარი. მოკი აღჭურვილია ერთი ათთანრიგა დისპლევით და ღილაკით, რომელიც გამოიყენება საკონტროლო წერტილის “გადაფურცვლისათვის”.

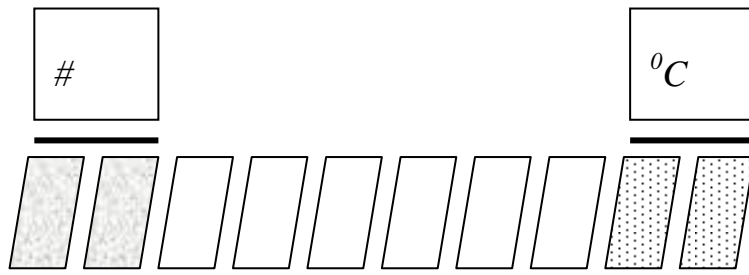


ნახ.5.8

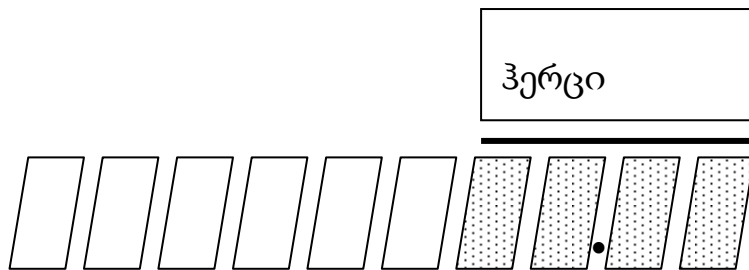
მოკ-1 აღჭურვილია დისპლევით, რომელზეც აისახება საკონტროლო წერტილის ნომერი და ტემპერატურა (ნახ.5.9).

მოკ-3 განკუთვნილია აგრეგატის სიხშირის (აგრეგატის სამი ფაზის სიხშირე ან სამი აგრეგატის ერთი ფაზა) კონტროლისათვის, ამიტომ აღჭურვილია სამი დისპლევით. დისპლეიზე აისახება დენის სიხშირე მესამედი ჰც-ის სიზუსტით. დისპლეი ათთანრიგაა და გამოიყენება ოთხი უმცროსი თანრიგი (ნახ 5.10).

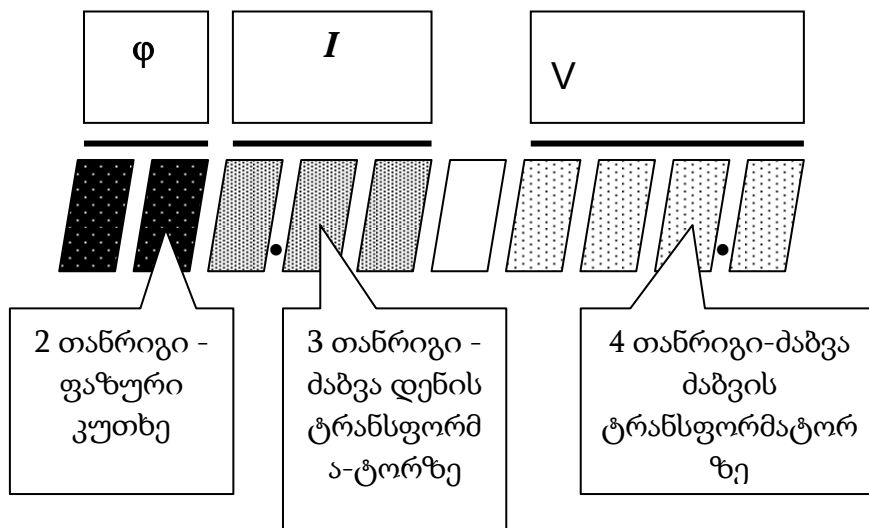
მოკ-4 განკუთვნილია დისკრეტული პარამეტრების კონტროლისათვის. საკონტროლო პარამეტრების რაოდენობა შეიძლება იყოს 48-მდე.



ნახ.5.9



ნახ.5.10



ნახ.5.11

მოკ-5 განკუთვნილია აგრეგატის ელექტრული პარამეტრების კონტროლისათვის. მოკ-5-ის მიერ იზომება ფაზის მაბვა, დენი და ფაზათა ძვრა, რომელიც მომხმარებლისათვის საჭირო სახეს იღებს კომპიუტერში. უშუალოდ

იზომება დენის შუნტზე და ძაბვის ტრანსფორმატორებზე ძაბვები ვოლტებში და ფაზათა ძვრა გრადუსებში. ეს პარამეტრები აისახება მოკ-5-ის დისპლეიზე. დისპლეი

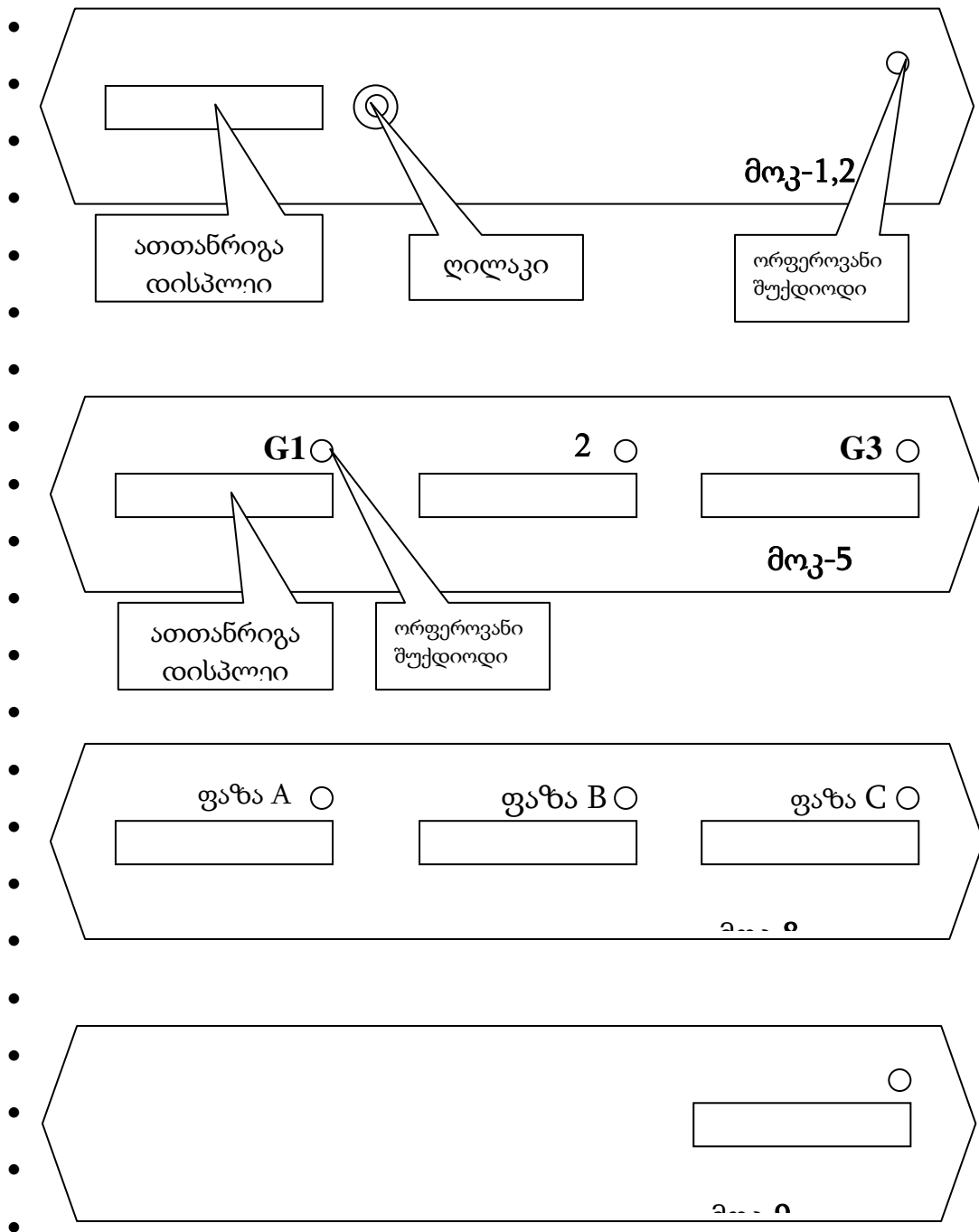
№	დასახელება	ფუნქციები
1	მოკ-1	<ul style="list-style-type: none"> • 16 გადამწოდიდან ტემპერატურის გაზომვა • 16 არხის ინდიკაცია • RS-485-ის ინტერფეისი

ათთანრიგაა, რომელზეც მოცემული ინფორმაცია ასახავს ნახ. 5.11-ზე ნაჩვენებ სიდიდეებს. დისპლეიზე ინფორმაციის ასახვა ხდება მუდმივად.

ცხრილი 5.3

2	მოკ-3	<ul style="list-style-type: none"> • დენის სიხშირის კონტროლი (ფაზა A) • დენის სიხშირის კონტროლი (ფაზა B) • დენის სიხშირის კონტროლი (ფაზა C) • სიხშირის ინდიკაცია • RS-485-ის ინტერფეისი
5	მოკ-4	<ul style="list-style-type: none"> • აგრეგატების რელეური დაცვის კონტროლი • RS-485-ის ინტერფეისი
6	მოკ-5	<ul style="list-style-type: none"> • ძაბვის კონტროლი (1 ფაზა) • დენის კონტროლი (1 ფაზა) • ფაზათა ძვრის კონტროლი (1 ფაზა) • ელექტრული პარამეტრების ინდიკაცია • RS-485-ის ინტერფეისი
9	მოკ-6	<ul style="list-style-type: none"> • გენერატორის აღზნების დენის კონტროლი • გენერატორის აღზნების ძაბვის კონტროლი • ელექტრული პარამეტრების ინდიკაცია • RS-485-ის ინტერფეისი
10	მაკ-1	<ul style="list-style-type: none"> • აგრეგატის გაშვების სქემის მართვა • აგრეგატების რელეური დაცვის კონტროლი • RS-485-ის ინტერფეისი

მომხმარებლის ინტერფეისზე გამოტანილი ძაბვის მისაღებად გამოყენებულია შემდეგი გარდაქმნები: $((\text{ძაბვა ძაბვის ტრანსფორმატორზე, მოკიდან მიღებული ინფორმაცია})/10) \times (\text{ტრანსფორმაციის კოეფიციენტი}-60)/1000$ (გადადის კვოლტ-ებში). კომპიუტერის ეკრანზე გამოტანილი დენის მისაღებად გამოყენებულია შემდეგი გარდაქმნები: $((\text{ძაბვა შუნტზე, მოკიდან მიღებული ინფორმაცია})/(0,47-$



ნახ. 5.12

- იშვიათ შემთხვევაში სისტემის ადმინისტრირება (საინჟინრო სადგურის რეზერვი. შეღწევადია მხოლოდ პაროლით);
 - პერსონალის ყურადღების კონტროლი.
- საინჟინრო სადგურის დანიშნულება:
- ტექნოლოგიურ კონტროლზე ოპერატიული დაკვირვება;

- სისტემის ადმინისტრირება (შელწევადია პაროლით);
- სისტემის არქივებში შესვლა და მონაცემების დათვალიერება;
- მონაცემების ბეჭდვა.

საინჟინრო სადგურის დანიშნულებიდან გამომდინარე იგი არ უზრუნველყოფს დანაყენებიდან გადახრების შეტყობინებებს და ამდენად საჭიროების შემთხვევაში მისი გამორთვა შესაძლებელია. ამრიგად სისტემის ოპერატიული ფუნქციონირების უზრუნველყოფისათვის საინჟინრო სადგურის “ცხელ” მდგომარეობაში არსებობა აუცილებელი არაა.

პროგრამული გარსი განკუთვნილია მონიტორინგისა და საინჟინრო სადგურის კომპიუტერების ლოკალურ ქსელში სამუშაოდ. ამდენად პროგრამული გარსი შედგება ორი პაკეტისაგან. ეს პაკეტები მათი დანიშნულებიდან გამომდინარე ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან. პროგრამული პაკეტი განკუთვნილია ერთი აგრეგატის პარამეტრების ერთდროული კონტროლისათვის.

პროგრამული გარსის მთავარი ფანჯარა გამოიყენება სამ სხვადასხვა ფანჯარაზე გადასვლისათვის, ესენია:

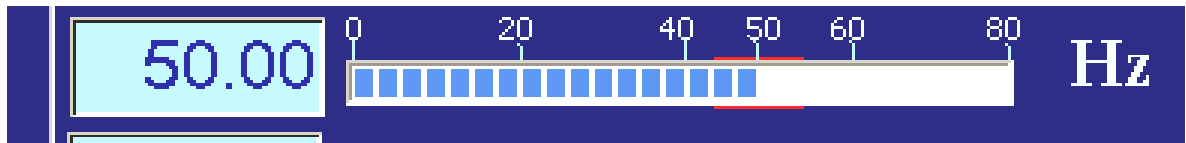
- მონიტორინგი;
- მართვა;
- ადმინისტრირება (სარეზერვო).

მონიტორინგის ფანჯარა განკუთვნილია მონიტორინგის შემდეგ ქვეფანჯრებზე გადასვლისათვის:

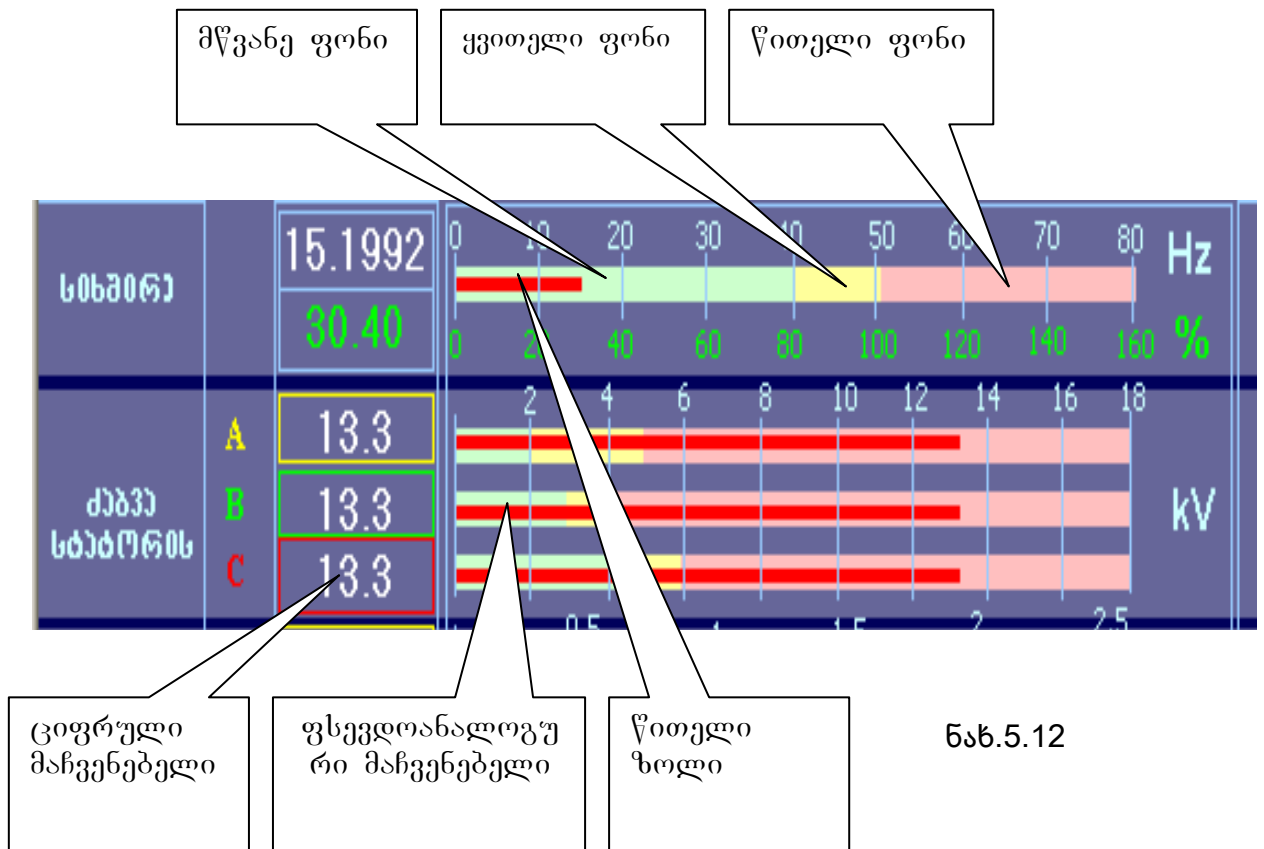
- გენერატორის თერმოკონტროლის ფანჯარა;
- ჰიდროაგრეგატის თერმოკონტროლის ფანჯარა;
- ელექტრული პარამეტრების კონტროლის;
- დისკრეტული პარამეტრების კონტროლის ფანჯარა.

პროგრამულ გარსში გამოყენებული ინდიკატორები არის ორი სახის: ციფრული და ფსევდოანალოგური (ნახ.5.11, 5.12). ციფრული ინდიკატორის დანიშნულებაა საკონტროლო პარამეტრის ზუსტი ასახვა, ხოლო ფსევდოანალოგურისა – პარამეტრის სიდიდის საორიენტაციო ასახვა. ტერმინ “ფსევდოანალოგურის” გამოყენება განპირობებულია ასასახი სიგნალის ციფრული ფორმის ვიზუალურად

ანალოგურში გარდაქმნის მცდელობიდან გამომდინარე. ამდენად ფსევდოანალოგური ინდიკატორი არაა ზუსტი მონიტორის შეზღუდული ზომებიდან და თუნდაც ადამიანის მიერ ანალოგური სიგნალების უზუსტოდ აღქმის არსებული ბუნებიდან გამომდინარე. მაგალითად, სიხშირის ფსევდოანალოგური ინდიკატორი (ნახ. 5.12) შედგება 28 დანაყოფისაგან და თითოეული დანაყოფის ფასია 2,9 ჰც. სიხშირის ფსევდოანალოგური ინდიკატორზე წარწერები დატანილია 20 ჰც-ის ინტერვალით. გამონაკლისს წარმოადგენს 50 ჰც. იქვეა წითელი ჭდე, რომელიც ფარავს 45-55 ჰც-ის დიაპაზონს. სიხშირის ციფრული ინდიკატორი შედგება ორი მთელი და ორი წილადი თანრიგისაგან. წილადი ნაწილი საშუალებას იძლევა გენერატორის დენის სიხშირე ათვლილი იქნას მეთექვსმეტე ჰც-ებში. სიხშირის ციფრული და ფსევდოანალოგური ინდიკატორები “სრული ასლია” მონიტორინგის ელექტრული პარამეტრების ფანჯრის სიხშირის ინდიკატორისა იმ განსხვავებით, რომ აქ არ მოიცემა გამაფრთხილებელი სანიშნეები.



ნახ.5.11



ნახ.5.12

მთავარ ფანჯარაში განთავსებულია რელეური დაცვის დინამიური ზოლი და მიუთითებს რელეური დაცვის (დისკრეტული პარამეტრის) მდგომარეობაზე. რელეური დაცვის ზოლში მოძრავი რგოლები აჩვენებს დისკრეტული პარამეტრების მოკის ფუნქციონირებაზე. კონტროლერის გამორთვის შემთხვევაში რელეური დაცვის ზოლზე რგოლების მოძრაობა წყდება. დისკრეტული პარამეტრის მდგომარეობიდან და დანაყენის სახიდან გამომდინარე რელეური დაცვის ზოლი იცვლის ფერს: მწვანე – რელეური დაცვა მიუთითებს ტექნოლოგიური პროცესის ნორმალურ მდგომარეობაზე; წითელი – რომელიმე საკონტროლო პარამეტრმა გადააჭარბა ავარიულ დანაყენს; ყვითელი – რომელიმე საკონტროლო პარამეტრმა გადააჭარბა გამაფრთხილებელ დანაყენს.

საკონტროლო პარამეტრის ინდიკატორი ნახ.5.12. შედგება ციფრული მაჩვენებლისა და ფსევდოანალოგური მაჩვენებლისაგან. ფსევდოანალოგურ მაჩვენებელში ხდება საკონტროლო პარამეტრის სიდიდისაგან დამოკიდებულებით წითელი ზოლის გაზრდა - შემცირება. წითელი ზოლის სიგრძის ცვლა ხდება მწვანე,

ყვითელ და წითელ ფონზე. ფერადი ფონური ზოლების სიგრძეები დამოკიდებულია დანაყენის სიდიდეზე. მწვანე ფონური ზოლი მიუთითებს საკონტროლო პარამეტრის ნორმალურ მდგომარეობაზე, ყვითელი - საკონტროლო პარამეტრის გამაფრთხილებელ სიდიდეზე, ხოლო წითელი – საკონტროლო პარამეტრის ავარიულ სიდიდეზე.

პროგრამული გარსი უზრუნველყოფს მომსახურე პერსონალის ინფორმირებას საჭიროების შემთხვევაში. მომსახურე პერსონალის ინფორმირება ხდება ოთხ შემთხვევაში: ტექნოლოგიური პროცესის ინფორმაციული, გამაფრთხილებელი და საგანგაშო შეტყობინებანი და მონიტორინგისა და მართვის სისტემის აპარატურულ უზრუნველყოფაში შეფერხებების არსებობის შეტყობინებანი. შეტყობინების სახე არის ორი სახის: ვიზუალური და ხმოვანი. ხმოვანი შეტყობინებანი გამოიყენება მხოლოდ სამ შემთხვევაში: ტექნოლოგიური პროცესში გამაფრთხილებელი და საგანგაშო შეტყობინებებისათვის და მონიტორინგის ქვესისტემის აპარატურულ უზრუნველყოფაში შეფერხებების არსებობის შეტყობინებებისათვის.

შეტყობინებების გამაფრთხილებელი და განგაშის ვიზუალური და ხმოვანი სიგნალი “მიბმულია” პრაქტიკულად ყველა საკონტროლო წერტილის პარამეტრზე და გამოცემული ხმოვანი სიგნალის ტიპი დამოკიდებულია ამ კონკრეტული პარამეტრის დანაყენების სახეზე: გამაფრთხილებელი (ყვითელი), განგაშის (წითელი). მონიტორინგისა და მართვის სისტემის ტექნიკური საშუალებების მწყობრიდან გამოსვლის ვიზუალური შეტყობინებებისათვის განსაკუთრებული ფერი არ გამოიყენება, მაგრამ შესაბამის ფანჯრებში კეთდება სათანადო აღნიშვნები.

პროგრამული გარსის მიერ მოცემული ხმოვანი და ვიზუალური შეტყობინებანი (გამაფრთხილებელი, განგაშის და საკონტროლებელი) იარსებებს მანამ, სანამ არ აღმოიფხვრება მისი გამომწვევი მიზეზები. ის შეტყობინებანი, რომლებიც დაკავშირებულია ტექნოლოგიურ პროცესთან, შესაძლებელია შეწყვეტილი იქნას მომსახურე პერსონალის მიერ ტექნოლოგიური პროცესის კორექტირების გზით. მაგალითად, თუ შეტყობინება დაკავშირებულია გენერატორის რკინის ტემპერატურის მომატებასთან შეიძლება შეწყვეტილი იქნას აგრეგატზე

დატვირთვის შემცირებით. ის შეტყობინებანი, რომელიც დაკავშირებულია აპარატურის მტყუნებასთან, შესაძლებელია შეწყვეტილი იქნას მხოლოდ ადმინისტრატორის მიერ. ამ შემთხვევაში ადმინისტრატორი ახდენს შესაბამისი კონტროლერის ან საკონტროლო არხის გამორთვას.

გამოიყენება არქივის ოთხი სახე:

- სრული არქივი ცხრილების სახით;
- არქივი გრაფიკების სახით;
- ბოლო 72 საათის დაწვრილებითი არქივი;
- მიმდინარე საათის არქივი.

სრული არქივის ცხრილში წარმოდგინება მონაცემის საშუალო მნიშვნელობა ერთი საათის განმავლობაში, თუ მონაცემი არ გამოდის დანაყენიდან. თუ მონაცემი გამოდის დანაყენიდან, მაშინ წარმოდგინება მისი ექსტრემალური მნიშვნელობა. ამრიგად სრული არქივი არის ერთსაათიანი გასაშუალებული მნიშვნელობების ერთობლიობა, რომელიც დალაგებულია თარიღისა და დროის საათების მიხედვით. ექსტრემალური მნიშვნელობის დროს არქივში შეინახება აგრეთვე ამ საათის დაწვრილებითი “სურათი” .

სრული არქივის შევსება ხდება მიმდინარე საათის მოსრულების დროს. მიმდინარე საათის მოსრულებამდე მონაცემები ინახება მიმდინარე საათის არქივში. ის ასახავს მონაცემთა სრულ “სურათს”, მიუხედავად იმისა, ისინი “ნორმალურია” თუ “ექსტრემალური”. მიმდინარე საათის მოსრულების შემდეგ მონაცემები ამ არქივიდან გადადის სრულ არქივში. ამ დროს მას მიეცემა ჩვეულებრივის, ან ექსტრემალურის სტატუსი.

არქივი გრაფიკების სახით ეყრდნობა მონაცემთა სრული არქივის ცხრილებს, ამიტომ გრაფიკის ან ჰისტოგრამის დროითი ღერძი დაგრაფირებულია სრული საათის მიხედვით. გრაფიკი ასახავს მხოლოდ შესაბამისი თარიღის 24-სთ-იან მონაცემებს.

სრული არქივი არ ინახავს “ნორმალური სიტუაციის” მონაცემებს მთლიანად, მაგრამ ზოგიერთ შემთხვევაში საჭირო ხდება იმ ნორმალური სიტუაციის ანალიზი, რომელმაც განაპირობა ექსტრემალური სიტუაციის დადგომა. ამ მიზნით ცალკე

არქივის სახით ინახება ბოლო სამი დღე-ღამური სრული მონაცემები. არქივი აგებულია პრინციპით: მიმდინარე დროის ბოლო სრული საათიდან წინა 72 საათი.

არქივების სრული სპექტრი მისაწვდომია საინჟინრო სადგურიდან, ხოლო მონიტორინგის კომპიუტერიდან მისაწვდომია ბოლო 72 სთ-ის და მიმდინარე სთ-ის არქივები.

სისტემის ადმინისტრირება გულისხმობს სისტემის კონფიგურირებისათვის პარამეტრების შერჩევას (სისტემაში შესვლა/გამოსვლა, მოკების და საკონტროლო არხების ჩართვა/გამორთვა, დანაყენების შეტანა და ცვლა). ადმინისტრირების განხორციელება შეუძლია მხოლოდ უფლებამოსილ პირს. ამიტომ ადმინისტრირების ფანჯარაში შესვლა შესაძლებელია მხოლოდ პაროლით.

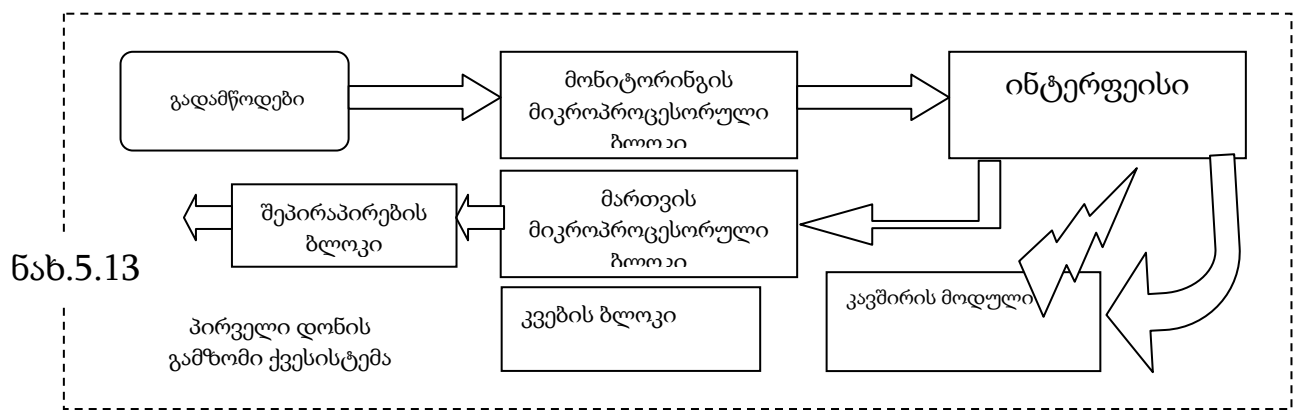
ფუნქცია “პერსონალის კონტროლი” განკუთვნილია მორიგე-ოპერატორის ყურადღების კონტროლისათვის. ამ მიზნით წინასწარ დაყენებულ დროით დისკრეტში პროგრამული გარსი იძლევა ხმოვან და ვიზუალურ შეტყობინებას, რომელიც იარსებებს მანამ, სანამ მორიგე-ოპერატორი მონიტორინგის კომპიუტერის კლავიატურაზე არ დააწვება გარკვეულ კლავიშას. იმავდროულად არქივში ფიქსირდება სიგნალის მოცემის დრო და მორიგე-ოპერატორის რეაქციის დრო. არქივის შენარჩუნება ხდება ერთი თვის განმავლობაში.

როგორც მსგავსი სისტემების ექსპლუატაციის გამოცდილება გვიჩვენებს ერთიდაიგივე მოკის გამოკითხვის პერიოდი 10-20 წმ-ია გამომდინარე სისტემაში ჩართული მოკების რაოდენობიდან. იმისათვის, რომ 10-20 წმ-ის განმავლობაში საკონტროლო პარამეტრის მნიშვნელობა არ დაიკარგოს საჭირო ხდება მოკის მიერ კომპიუტერის მიერ მის გამოკითხვამდე დაგროვდეს მოცემული პარამეტრების მნიშვნელობები, რომელიც ცხრილის სახით კომპიუტერს გადაეცემა გამოკითხვის დროს. ზოგიერთი პარამეტრის შემთხვევაში, მაგალითად ტემპერატურული კონტროლისათვის გაზომვის პერიოდი 10-20 წმ არ წარმოადგენს კრიტიკულს და ამ შემთხვევაში მისი სიზუსტის გაზრდა აუცილებელი არაა.

საკონტროლო პარამეტრებისათვის (მაგალითად, ელექტრული ან დისკრეტული პარამეტრები) სიზუსტის აწევის მიზნით გამოიყენება ხერხი, რომლის დროსაც მოკი თვითონ ახდენს მაღალი სიზუსტით პარამეტრის მნიშვნელობის

- ქვესისტემიდან მონაცემების დამორებულ ოფისში გადაცემისათვის და ანალიზისათვის;
- ცენტრალური სადისპეტჩერო პუნქტიდან ტექნოლოგიური პროცესის დისტანციური მართვისათვის;
- ქვესისტემის დონეზე სრული ავტომატური მართვისათვის;

წყალმომარაგების სისტემაში გამოიყოფა ქვესისტემები (“ტუმბო-ქსელი”, ტუმბო-რეზერვუარი-ქსელი”, გამწმენდი ნაგებობანი და სხვა) ლოკალური ავტომატური მართვისათვის და ტექნოლოგიური პროცესის შესახებ მონაცემების



ნახ.5.13

დაგროვებისათვის.

ყველა ეს პროცესი ხდება ავტომატურად, ადამიანის ჩარევის გარეშე. ასევე ავტომატურად კონტროლდება და ცენტრალური სადისპეტჩეროდან ხდება წყლის მიწოდების ტექნოლოგიური პროცესი გლობალური ავტომატიზებული მართვა. ყოველივე ეს გამორიცხავს ქვესისტემების დონეზე სუბიექტურ ფაქტორს და მომსახურე პერსონალისაგან რიცხვებზე მანიპულირების პროცესს. წყალმომარაგების ქვესისტემაში ტექნოლოგიური პროცესის პარამეტრების დადგენა და გარკვეული ავტომატური მართვის განხორციელება ხდება ცენტრალური ოფისის მოთხოვნისთანავე ან წინასწარ განსაზღვრული დროის მომენტისათვის და დამოკიდებული არ არის ობიექტის მომსახურე პერსონალის ოპერატიულობაზე და სიზუსტეზე. მკვეთრად იზრდება წყალმომარაგების სისტემის მართვის

(დისპეტჩერიზაციის) საიმედოობა, რამდენადაც სადისპეტჩერო სამსახური უზრუნველყოფილია სათავე ნაგებობიდან ოპერატიული და სარწმუნო ინფორმაციით.

სისტემა ორდონიანია. პირველი დონის ქვესისტემა (ნახ.5.13) განლაგებულია უშუალოდ ობიექტზე და მოიცავს მონიტორინგისა და მართვის მიკროპროცესორულ კვანძებს.

მონიტორინგის მიკროპროცესორული ბლოკით ხდება წყლის სისტემური პარამეტრების (წყლის დონე და მოცულობა რეზერვუარებში, ხარჯი და ა.შ.) გაზომვა და ტექნოლოგიური დანადგარების მდგომარეობის (მაგალითად, ჩართულია, გამორთულია, საკისრების ტემპერატურა და ა.შ.) დადგენა, მონაცემების ფორმირება და გადაცემა მეორე დონის მონაცემების დაგროვებისა და ანალიზის კომპიუტერულ ქვესისტემაში.

მართვის მიკროპროცესორული ბლოკით ხორციელდება სადისპეტჩერო სამსახურიდან მოსული (ფიჭური კავშირით) ბრძანების გაშიფრვა და უშუალოდ სამართავ ობიექტზე ზემოქმედება (მაგალითად, ჩართვა/გამორთვა). აგრეთვე შეტყობინების გაგზავნა მართვის ცენტრში ბრძანების შესრულების (ან შესრულებლობის) შესახებ.

პირველი დონის გამზომი ქვესისტემა იმდენივეა, რამდენიცაა საკონტროლო და სამართავი ობიექტთა რაოდენობა.

სისტემის მეორე დონე ერთია (ნახ.5.14) პირველი დონის ქვესისტემათა სიმრავლისათვის, რომელთა რაოდენობა პრაქტიკულად შეუზღუდავია.

სისტემის მეორე დონე წარმოადგენს ფიჭური კავშირის მოდულისა და კომპიუტერის ტანდემს.

სისტემის პირველი დონეები მუშაობენ ავტონომიურად, ანუ ახდენენ სისტემური პარამეტრების გაზომვას დროის გარკვეულ დისკრეტებში და მონაცემების დაგროვებას, ქვესისტემის ლოკალურ მართვას, მაგრამ მეორე დონის კომპიუტერული ქვესისტემისათვის იმყოფებიან ე.წ. "მძინარე" რეჟიმში. მათი გააქტიურება ინფორმაციის გაცვლისათვის ხდება სისტემის მეორე დონიდან "გამოკითხვის წესით".

სისტემის მეორე დონის კომპიუტერი თანმიმდევრულად ან ამორჩევით გააქტიურებს პირველი დონის ქვესისტემებს, რომლის დროსაც ხდება მონაცემების სისტემის მეორე დონის ქვესისტემაში გადაგზავნა, ან მეორე დონის ქვესისტემიდან პირველი დონის ქვესისტემაში შესაბამისი მართვის ბრძანების გაგზავნა. კავშირის ამ სეანსის დამთავრების შემდეგ მოცემული პირველი დონის ქვესისტემა ისევ გადადის "მიმდინარე" მდგომარეობაში და ცენტრალური კომპიუტერი გადადის შემდეგი პირველი დონის ქვესისტემის გააქტიურებაზე და ა.შ.

კომპიუტერის პროგრამული უზრუნველყოფის ინტერფეისი საშუალებას იძლევა ინფორმაცია დაჯგუფებული იქნას როგორც ცალკეული ქვესისტემების და ობიექტების, ასევე ობიექტთა ჯგუფის მიხედვით, დაგროვებული და ამოღებული იქნას სხვადასხვა დროით ჭრილში, გარკვეული პარამეტრის მიხედვით (მაგალითად, მაქსიმალური ხარჯი მიმდინარე თვეში ამა თუ იმ ობიექტზე) და შევსებული იქნას წინასწარ მოცემული ფორმები.

სისტემის პირველი დონის ქვესისტემისათვის გათვალისწინებულია ავტონომიური მართვის რეჟიმიც, რაც გულისხმობს პირველი დონის ქვესისტემის გამოყვანას ცენტრალური მართვის ფარგლებიდან და "ხელით" მართვაზე გადაყვანას. მართვის ეს სახე საჭიროა სისტემის გამართვის ან თუნდაც კავშირის არხის მტყუნების დროს.

შემოთავაზებული სისტემა ორდონიანია:

- დონე 1 – სარეგულაციო რეზერვუარებზე განლაგებული მონიტორინგისა და მართვის ქვესისტემა (ნახ.5.15);
- დონე 2 – სადისპეჩერო სამსახურში განლაგებული კომპიუტერული ქვესისტემა (ნახ.5.16).

პირველი დონის ქვესისტემა გულისხმობს:

- პირველ და მეორე რეზერვუარებში ულტრაბგერული დონზომების საშუალებით რეზერვურში წყლის დონის დაფიქსირებას;
- პირველ და მეორე რეზერვუარებში სიგნალიზატორებით ზღვრული დონის განსაზღვრას;
- გამავალ 700 მმ-იან ხაზზე ხარჯის გაზომვას;

- შემავალი და გამავალი ხაზების ელექტრული ურდულების მართვას (ელექტრომართვადი ურდულების დაყენება ამ პროექტით არაა გათვალისწინებული);
- ყველა გადამწოდის ინფორმაციის მოგროვებას და მობილური ტერმინალის საშუალებით ცენტრალურ სადისპეჩეროში გადაცემას;
- ცენტრალური სადისპეჩეროდან მართვის ბრძანების მიღებას და შესრულებას;
- ტექნოლოგიური პროცესის ლოკალური მონიტორინგი ადგილობრივი მართვის პულტის (და კომპიუტერის) საშუალებით;
- ტექნოლოგიური პროცესის ლოკალურ მართვაზე გადაყვანის შესაძლებლობას ადგილობრივი მართვის პულტის (ან კომპიუტერის) საშუალებით.

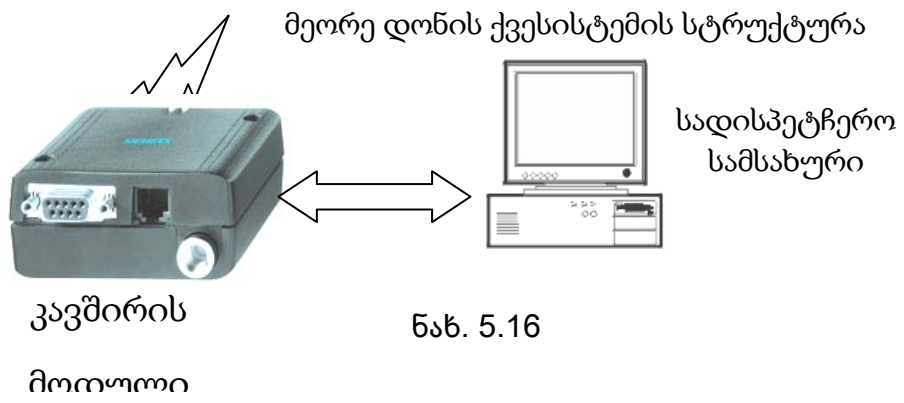
მეორე დონის ქვესისტემა გულისხმობს:

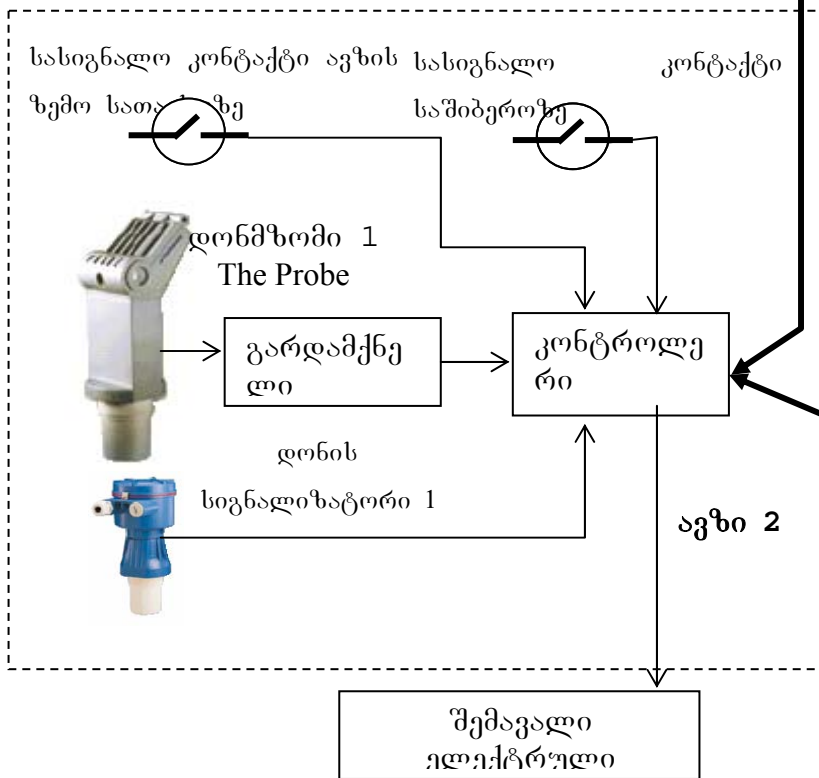
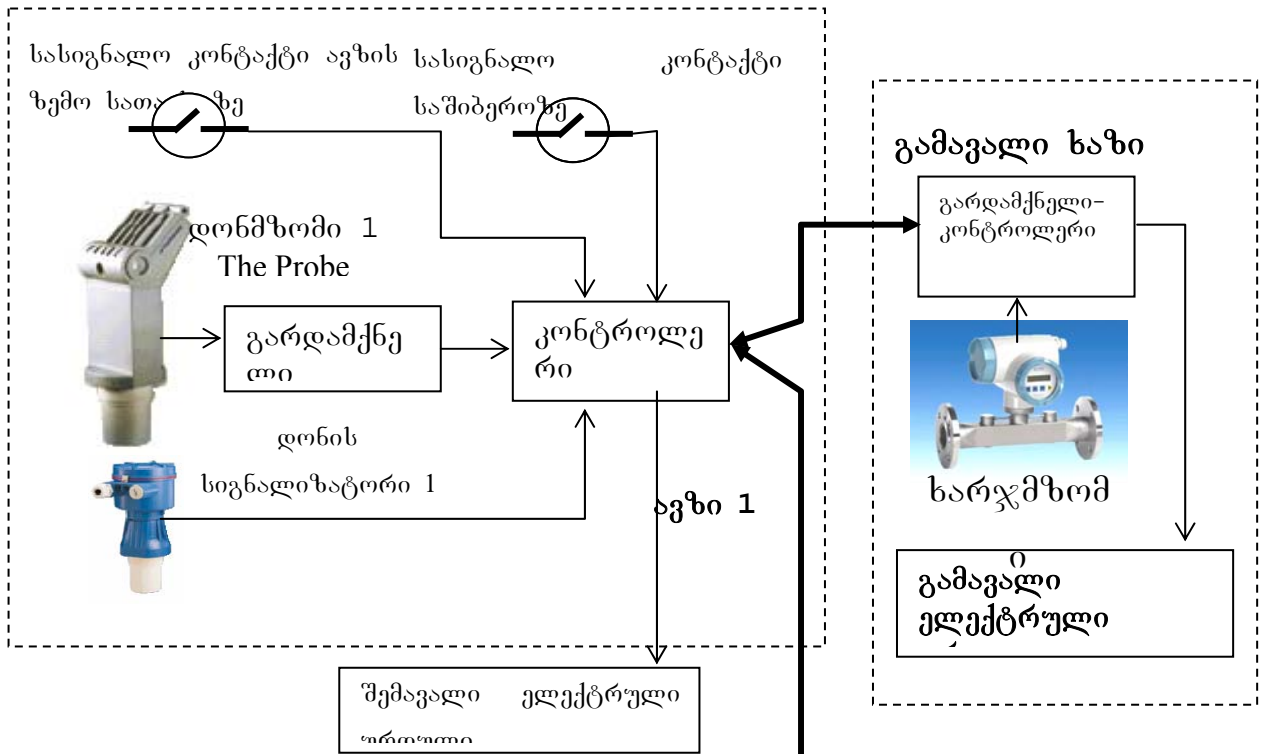
- პირველი დონის ქვესისტემების გამოკითხვას და ინფორმაციის მიმოცვლას კომპიუტერის და მობილური ტერმინალის საშუალებით;
- მონაცემთა ბაზის განხორციელებას;
- მართვის ამოცანების შესრულების შესაძლებლობას.

რეზერვუარებში წყლის დონის კონტროლის სიზუსტის და საიმედოობის გაზრდის მიზნით შემოთავაზებულია ტივტივიანი დონმზომი [125], რომლის ფუნქციებია:

- წყლის დონის მონიტორინგი;
- წყლის მოცულობის განსაზღვრა გაზომილ და სტატისტიკურ მონაცემებზე დაყრდნობით;
- სხვადასხვა საკონტროლო წერტილებში დონეთა სხვაობის დადგენა აბსოლიტურ და ფარდობით ერთეულებში;
- წყლის ხარჯის დადგენა;

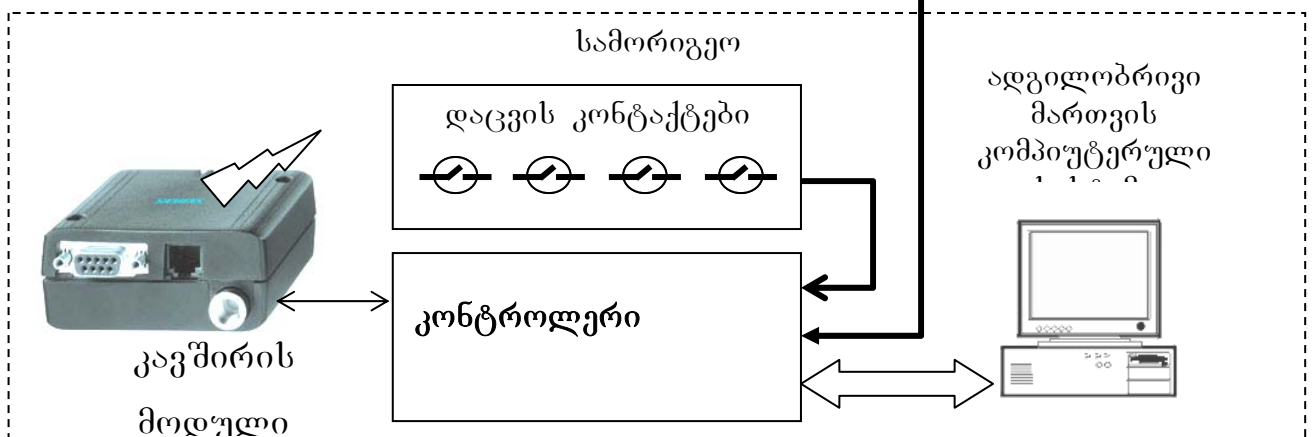
•





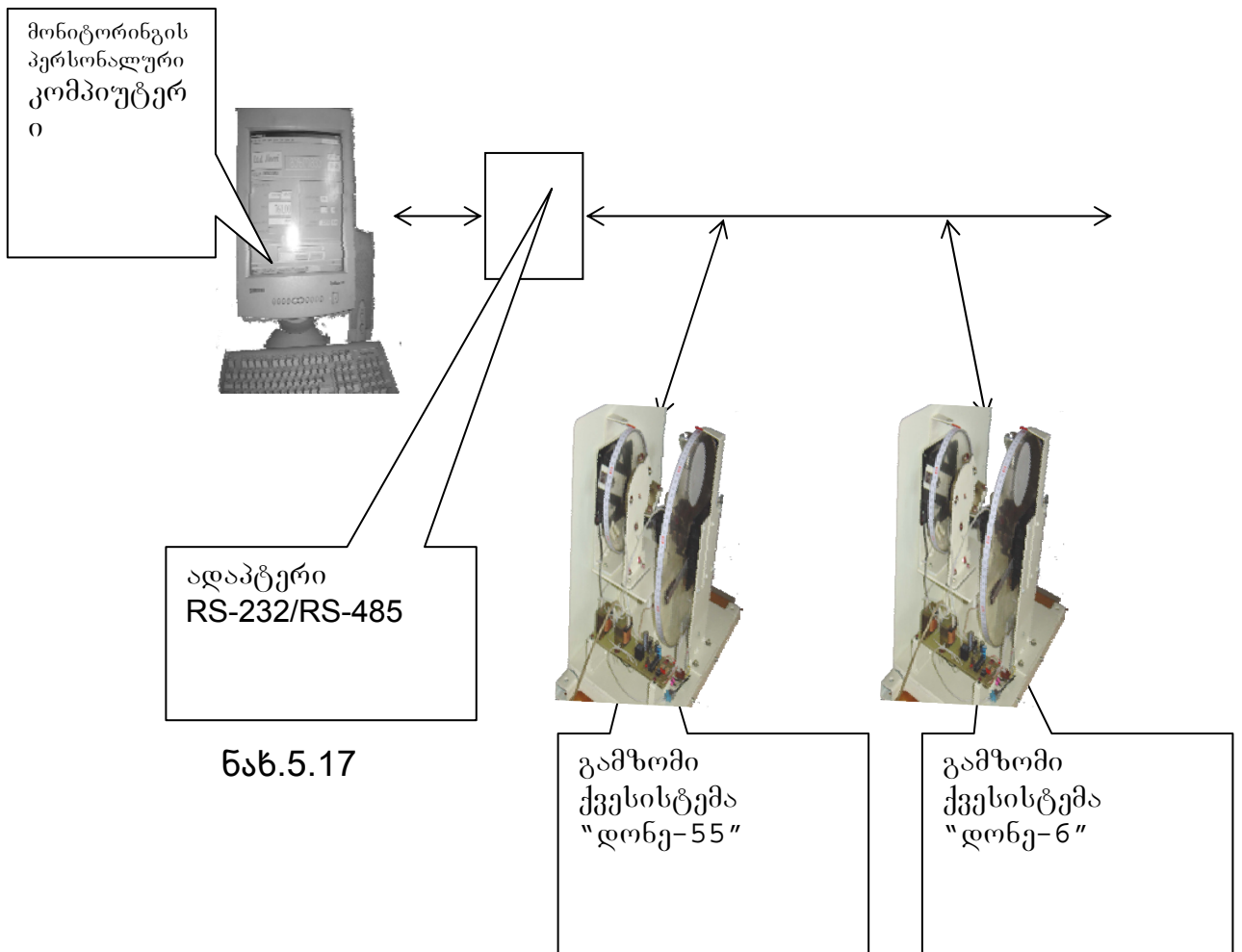
პირველი დონის ქვესისტემის სტრუქტურა

ნახ. 5.15



- კრიტიკულ დონეთა შეფასება და ინფორმირება;
- მონაცემების წარმოდგენა ცხრილების და გრაფიკული სახით.
- გაზომვა ავტომატურად და “ხელის რეჟიმში”;
- გაზომვათაშორისი პერიოდის მართვის შესაძლებლობა;
- გაზომვის უწყვეტობის უზრუნველყოფა მკვებავი ენერჯის დამოუკიდებლად;
- გაზომვის ვიზუალური აღქმის შესაძლებლობა უშუალოდ საკონტროლო წერტილზე;
- თვითტესტირების უნარი და უწყისივრობის შესაბამისი შეტყობინებების გამოტანა.

სისტემის სტრუქტურა (ნახ.5.17) შედგება მონიტორინგის პერსონალური



ნახ.5.17

კომპიუტერისა და გამზომი ქვესისტემებისაგან “დონე-55” და “დონე-6”. გამზომი ქვესისტემების – “დონე-55”-ის და “დონე-6”-ის რაოდენობა დამოკიდებულია საკონტროლო წერტილების რაოდენობაზე. პერსონალური კომპიუტერი და გამზომი ქვესისტემები ერთმანეთთან დაკავშირებულნი არიან RS-485 ინტერფეისით.

გამზომი ქვესისტემა (დონმზომი) ეყრდნობა ტივტივის მოქმედების პრინციპს, მაგრამ იგი მკვეთრად განსხვავდება არსებული ტივტივიანი დონმზომებისაგან.

ცნობილი ტივტივიანი დონმზომი [126] მისაღებია ღია სათავსოებში გამოყენებისათვის, მაგრამ კვების შეწყვეტისა და მისი შემდგომი აღდგენისას აუცილებელია მისი ხელახალი ტარირება საწყისი წერტილის მიმართ. ამასთან ცნობილი დონმზომი არ იძლევა საშუალებას ვიზუალურად იქნას აღქმული თხევადი გარემოს დონე კვების შეწყვეტის შემთხვევაში.

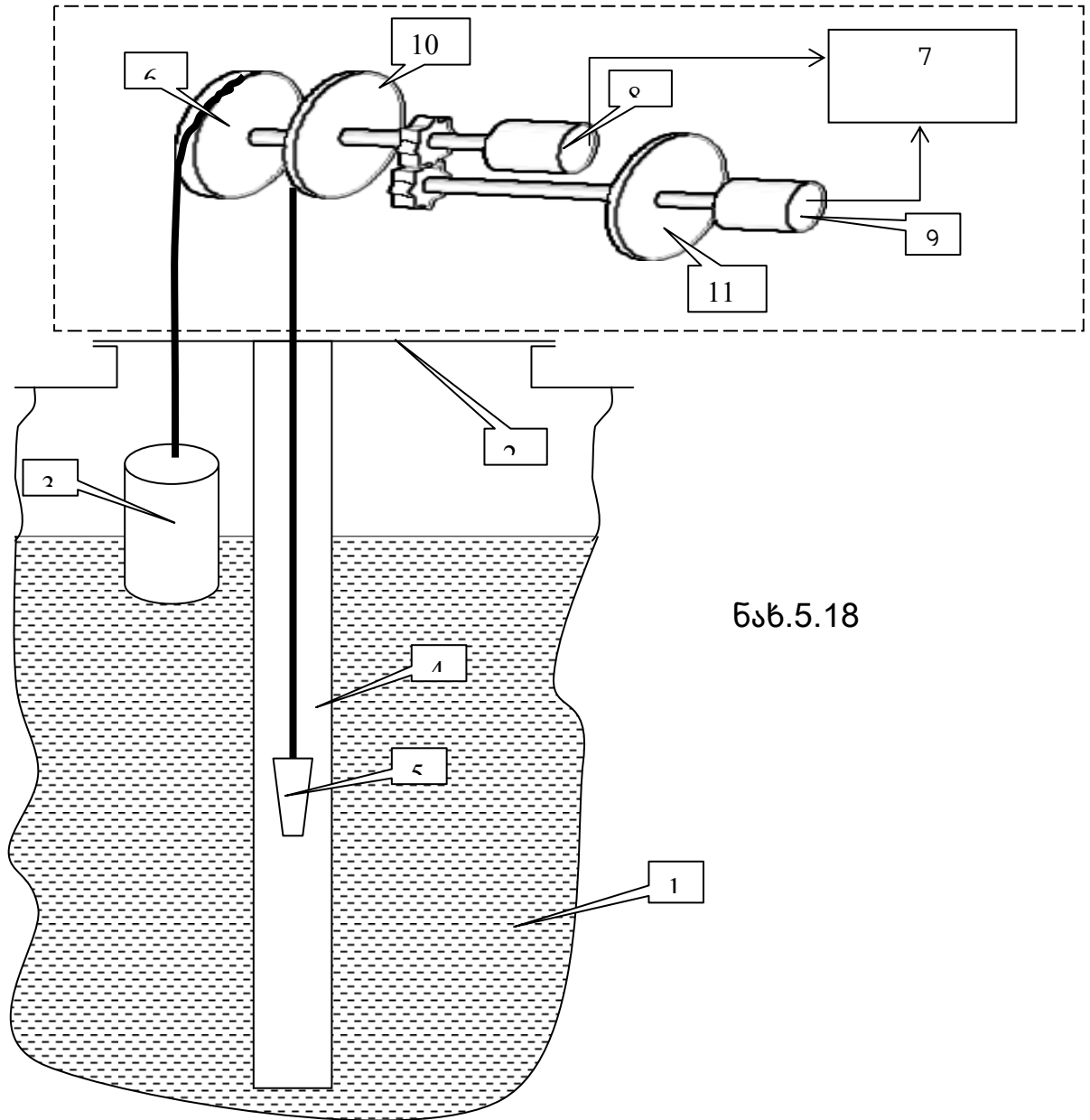
შემოთავაზებული დონმზომის ტექნიკური შედეგია მისი გამოყენების უნივერსალობა ექსპლუატაციის სხვადასხვა პირობებში, რაც გამოიხატება იმაში, რომ იგი უზრუნველყოფს ღია სათავსოებში თხევადი გარემოს დიდ დიაპაზონში ცვლილების გაზომვას და რეგისტრაციას და აქვს დონის აბსოლიტური ათვლის შესაძლებლობა. ეს უკანასკნელი დონის ელექტრული რეგისტრაციისას კვების შეწყვეტის და შემდგომი აღდგენისას გამორიცხავს ხელსაწყოს ხელახალი ტარირების აუცილებლობას. ამასთან სავარაუდო გამოგონება საშუალებას იძლევა ვიზუალურად იქნას ათვლილი თხევადი გარემოს დონე კვების არ არსებობის შემთხვევაში.

გამზომი ქვესისტემის კონსტრუქცია ნაჩვენებია ნახ.5.18-ზე.

ტივტივიანი დონმზომის მზიდ კონსტრუქციას წარმოადგენს საკონტროლო რეზერვუარის 1 ვერტიკალური ყელის სახურავი 2. ტივტივიანი დონმზომი მოიცავს ტივტივას 3, ყრუ ფსკერის მქონე მილში 4 ჩაშვებულ საპირწონეს 5, რომელიც ტივტივას 3 მზომი ბორბლის 6 გავლით მოქნილი კავშირით უკავშირდება ტივტივას 3, მეორეულ ხელსაწყოს 7 ორი შესასვლელით, აბსოლიტური აღქმის ორ გადამწოდს “კუთხე-კოდი” 8,9 და ვიზუალური ათვლის ორ დისკოს 10,11.

ტივტივას 3 მზომი ბორბლის 6 ღერძზე პარალელურად მოთავსებულია ვიზუალური ათვლის პირველი დისკო 10. ამავე ღერძთან ხისტადაა დაკავშირებული

აბსოლიტური აღქმის პირველი გადამწოდი “კუთხე-კოდი” 8. პირველი გადამწოდის “კუთხე-კოდი” 8 ინფორმაციული გამოსასვლელი მიერთებულია მეორეული ხელსაწყოს 7 პირველ შესასვლელთან, რომლის მეორე შესასვლელი შეერთებულია აბსოლიტური აღქმის მეორე გადამწოდის “კუთხე-კოდი” 9 ინფორმაციულ გამოსასვლელთან. მეორე აბსოლიტური აღქმის გადამწოდის “კუთხე-კოდი” 9 ღერძი ხისტადაა დაკავშირებული ვიზუალური ათვლის მეორე დისკოს 11 ღერძთან, რომელიც თავის მხრივ კინემატიკურადაა დაკავშირებული ტივტივას 3 ბორბლის 6 ღერძთან.



ნახ.5.18

ტივტივას 3 მზომი ბორბლის 6 და პირველი ვიზუალური ათვლის დისკოს 10 წრეების სიგრძეები შესაბამისობაში არიან მოყვანილი. შეიძლება ისინი ერთმანეთის ტოლი იყვნენ არ ჯერადნი. პირველი 10 და მეორე 11 ვიზუალური ათვლის დისკოების წრეები დაგრაფირებულია შესაბამისად პირველი – ტივტივას 3 გრძივი გადაადგილების ერთეულებში, ხოლო მეორე - ვიზუალური ათვლის პირველი დისკოს 10 სრული ბრუნის შესაბამის ერთეულებში. მაგალითად თუ ტივტივას გადაადგილება აითვლება სმ-ებში, მაშინ ვიზუალური ათვლის პირველი დისკო 10

დაგრადუირდება სმ-ებში. დავუშვათ ვიზუალური ათვლის პირველი დისკოს 10 და ტივტივას 3 მზომი ბორბლის 6 წრეები ტოლნი არიან და უტოლდებიან 100 სმ-ს, მაშინ ვიზუალური ათვლის პირველ დისკოზე 10 დაიტანება 100 ჭდე.

კინემატიკური გადაცემის კოეფიციენტი უნდა შეირჩეს იმის მიხედვით, რომ ტივტივას 3 მაქსიმალური გადაადგილებისას ვიზუალური ათვლის მეორე დისკომ 11 არ გააკეთოს ერთ სრულ ბრუნზე მეტი. მაგალითად, თუ დონის ცვლილების მაქსიმალური დიაპაზონია 50 მ და ტივტივას 3 მზომი ბორბლის 6 წრის სიგრძე 100 სმ-ია, მაშინ გადაცემის კოეფიციენტი უნდა იყოს 1/50. მაშინ მზომი ბორბლის 6 50 ბრუნზე ვიზუალური ათვლის მეორე დისკო 11 გააკეთებს ერთ სრულ ბრუნს.

დონმზომის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში. ტივტივას 3 მოცულობა და საპირწონის 5 წონა ისეა შერჩეული, რომ ტივტივა 3 მუდვივად ტივტივებს საკონტროლო გარემოს ზედაპირზე. საკონტროლო გარემოს დონის ცვლილებას თან მიყვება ტივტივა 3, რომელსაც ბრუნვით მოძრაობაში მოყავს მზომი ბორბალი 6. მზომ ბორბალთან 6 ერთად მოძრაობაში მოდის ვიზუალური ათვლის პირველი დისკო 10 და აბსოლიტური აღქმის პირველი გადამწოდის “კუთხე-კოდი” 8 ღერძი. აბსოლიტური აღქმის პირველი გადამწოდიდან “კუთხე-კოდი” 8 მისი ღერძის კუთხური მდგომარეობის (საწყისს წერტილთან მიმართებაში) შესაბამისი კოდი მიეწოდება მეორეულ ხელსაწყოს 7. კინემატიკური გადაცემის გავლით ამოძრავდება ვიზუალური ათვლის მეორე დისკო 11 და აბსოლიტური აღქმის მეორე გადამწოდი “კუთხე-კოდი” 9. ამ უკანასკნელიდან მისი ღერძის კუთხური მდგომარეობის შესაბამისი კოდი მიეწოდება მეორეული ხელსაწყოს 7 მეორე შესასვლელს. ამრიგად, მოცემულ მომენტში მეორეულ ხელსაწყოს 7 მიეწოდება კოდები ვიზუალური ათვლის პირველი 10 და მეორე 11 დისკოების კუთხური მდგომარეობის შესახებ. იმავე დროს ამ დისკოების მდგომარეობით ვიზუალურად აითვლება მათი შემობრუნების კუთხეები, ანუ ტივტივის გადაადგილების სიგრძე.

მეორეული მიკროპროცესორული ხელსაწყოს 7 პირდაპირი დანიშნულებაა დროის ნებისმიერ მომენტში მიიღოს ვიზუალური ათვლის დისკოების 10,11 კუთხური მდგომარეობის კოდები, შეინახოს, დაამუშაოს და გასცეს კომპიუტერისათვის მისაღებ ფორმაში.

გაზომვის სიზუსტე მიიღწევა ორიგინალური მეთოდის გამოყენებით, რომელიც მდგომარეობს შემდეგში. გაზომვა მიმდინარეობს ორ დიაპაზონში – მეტრულში და სანტიმეტრულში. მეტრულ დიაპაზონში მიღებული მონაცემები მიახლოებითია, ხოლო სანტიმეტრულ დიაპაზონში მიღებული მონაცემი – ზუსტი. მეტრული ანათვალის მიღება ხდება სანტიმეტრული ანათვალის საფუძველზე მექანიკური გადაცემით (კოეფიციენტი 1/55 და 1/6). ვინაიდან მეტრული დიაპაზონი მიახლოებითია, ამიტომ მექანიკური გადაცემის ცდომილება საბოლოო შედეგზე გავლენას ვერ ახდენს. ვიზუალურად ანათვალი აიღება შემდეგნაირად. თუ მეტრული მაჩვენებელი ორ რიცხვს შორისაა, მაშინ აიღება უმცროსი მაჩვენებელი, რომელსაც დაემატება სანტიმეტრული მაჩვენებლის ზუსტი მნიშვნელობა. ვიზუალურადაც და ელექტრულადაც მიიღება სიზუსტე 1 მმ-ის სიზუსტით. მაგრამ გათვალისწინებულია წყლის სარკის შესაძლო დეფეკცია, ამიტომ კომპიუტერში ხდება მიღებული მაღალი სიზუსტის მონაცემების “გაუხეშება” 1 სმ-მდე.

ვიზუალური ათვლის დისკოებით 10 და 11 საკონტროლო გარემოს დონის ათვლის ალგორითმის განხილვის მიზნით სიმარტივისათვის დავუშვათ, რომ ვიზუალური ათვლის პირველი დისკო 10 დაგრაღულირებულია სმ-ებში და მისი წრის სიგრძე 100 სმ-ია, კინემატიკური გადაცემის კოეფიციენტია 1/50 და ვიზუალური ათვლის მეორე დისკოს 11 წრე დაგრაღულირებულია 50 ერთეულად. განვიხილოთ მაგალითი. თუ დისკო 11 დაფიქსირებულია მაგალითად რიცხვების 25-სა და 26-ს შორის, ხოლო დისკო 10 - რიცხვ 3-ის მახლობლობაში, მაშინ შეიძლება დავასკვნათ, რომ საკონტროლო გარემოს დონე არის 25 მ და 3 სმ. იმ შემთხვევაში, თუ დისკო 11 გაჩერებულია რიცხვ 26-ის გასწვრივ და დისკო 10 დგას რიცხვ 63-ის მახლობლობაში, უნდა დავასკვნათ, რომ საკონტროლო გარემოს დონე არის 25 მ (და არა 26) და 63 სმ. იგივე ალგორითმია გამოყენებული მეორეული ხელსაწყო 7 ფუნქციონირებაში. ამდენად სიზუსტის უზრუნველყოფისათვის დონმზომში გამოყენებული უნდა იქნას პრეციზიული მხოლოდ მზომი ბორბალი 6 და პირველი გადამწოდი “კუთხე-კოდი” 8.

ამრიგად შემოთავაზებული დონმზომი საშუალებას იძლევა საკონტროლო გარემოს დონე აღქმული და რეგისტრირებული იქნას ელექტრულად მეორეული

მიკროპროცესორული ხელსაწყოს 7 საშუალებით და აქედან გამომდინარე გამოყენებული იქნას საკონტროლო გარემოს დონის მონიტორინგის ავტომატიზებულ სისტემაში. ვინაიდან დონმზომში გამოყენებულია გადამწოდები “კუთხე-კოდი” აბსოლიტური აღქმით, ამიტომ მკვებავი ძაბვის აღდგენისას (შეწყვეტის შემდგომ) არ მოითხოვება მისი ხელახალი ტარირება. დონმზომი აღჭურვილია ვიზუალური ათვლის ორი დისკოთი 10,11, რომელთა ჩვენებები საერთოდ კავშირში არ არიან დონმზომის მკვებავ ძაბვასთან. ამდენად დონმზომის გამოყენება შეიძლება მაშინაც, როცა შეწყდება მკვებავი ძაბვა ან იქ, სადაც მკვებავი ძაბვის მიყვანის შესაძლებლობა საერთოდ არ არის. შემოთავაზებული დონმზომისათვის საერთოდ არ არსებობს ტივტივის გადაადგილების დიაპაზონზე შეზღუდვა. ამდენად შესაძლებელია მისი გამოყენება ჰიდროელექტროსადგურების კაშხლებზე, ღრმა ჭაბურღილებში და ა.შ.

ზემოთ მოტანილი ადასტურებს შემოთავაზებული ტივტივიანი დონმზომის გამოყენების მაღალ უნივერსალობას.

“დონე-55”-ით შესაძლებელია წყლის დონის პერიოდული გაზომვა. ამ დროს ხდება “სანტიმეტრული” და “მეტრული” დისკოების საწყისი წერტილის მიმართ მიმდინარე შემობრუნების კუთხის გაზომვა.

“დონე-6” წყლის დონეს ანუ “სანტიმეტრული” და “მეტრული” დისკოების საწყისი წერტილის მიმართ მიმდინარე შემობრუნების კუთხეს ზომავს მუდმივ რეჟიმში და გაზომვის შედეგებს ინახავს ენერგოდამოუკიდებელ მეხსიერებაში. სულ შესაძლებელია ბოლო 30 გაზომვის შედეგების შენახვა. 30 მონაცემის შევსების შემდეგ იწყება მათი განახლება “ძველი” მონაცემის ახლით ჩანაცვლებით და ა.შ. გაზომვათაშორისი პერიოდი შეადგენს 0,5 წმ-ს. ამდენად, თუ “დონე-6”-დან კომპიუტერის საშუალებით მონაცემებს “წამოვიღებთ” 15 წმ-ზე ადრე, მაშინ ყველა მონაცემი შენარჩუნებული იქნება.

5.4. სატრანსპორტო საშუალებაში მომსახურების საფასურის აღრიცხვისა და ანგარიშსწორების სისტემა

საავტომობილო ტრანსპორტში მომსახურების მოცულობის და საფასურის აღრიცხვა-ანგარიშსწორების სისტემა (სტასი) წარმოადგენს ქვესისტემათა კომპლექსს, რომელიც განკუთვნილია სატრანსპორტო სამუშაოს, მომსახურების ადექვატური საფასურის ფიქსირების, აღრიცხვისა და ანგარიშგება-ანგარიშსწორებისათვის:

- სატაქსო გადაზიდვებისას;
- ადგილობრივ სამგზავრო (მათ შორის სამარშრუტო ტაქსებით) გადაზიდვებისას;
- სატვირთო-სამგზავრო გადაზიდვებისას;
- საქალაქთაშორისო და საგარეუბნო სამგზავრო გადაზიდვებისას.

შემოთავაზებული სისტემების მთავარი დადებითი მხარეები:

1. ქვესისტემების პროგრამული და ტექნიკური უზრუნველყოფები გადაწყვეტილია ერთიან პროგრამულ და ტექნიკურ სივრცეში მოდულურობის და მრავალფუნქციურობის პრინციპებზე, რაც საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად გამარტივდეს და გაიაფდეს ტექნიკური საშუალებების წარმოება, მომსახურება და მომსახურებისათვის შესაბამისი ინფრასტრუქტურის შექმნა. კომპიუტერული პროგრამული გარსების ერთიან საფუძველზე გადაწყვეტა აადვილებს ამ ქვესისტემების ერთიან საინფორმაციო სივრცეში მოქცევას [127,128].

2. საავტომობილო ტრანსპორტით მომსახურების პროცესში მონაწილეობენ:

- გადამზიდავი;
- მომხმარებელი (მგზავრი, კლიენტი);
- სახელმწიფო (სხვადასხვა მარეგულირებელი და მაკონტროლებელი ორგანოების სახით).

ამ სამი სუბიექტიდან მომსახურების სწორად აღრიცხვაში დღეისათვის ძირითადად დაინტერესებულია მხოლოდ სახელმწიფო. ჩვენს მიერ შემუშავებულ სისტემებში დაინტერესებულ სუბიექტად ყალიბდება მომხმარებელიც. ამ უკანასკნელის დაინტერესება გამოიხატება იმაში, რომ მომსახურების n პროცედურიდან ერთში ჩადებულია მისი პირადი წახალისება სხვადასხვა დონით. ამდენად მომხმარებელი გამოდის მომსახურების თანმხელები აუცილებელი

პროცედურების სწორად წარმართვის აქტიური მონაწილე. ამ თვალსაზრისით შემოთავაზებულ სისტემებს ანალოგი არ გააჩნიათ.

სტასი განკუთვნილია შემდეგი ამოცანების გადასაწყვეტად:

- საავტომობილო ტრანსპორტის ცალკეული სახეობების მცირე მოცულობიდან და სატრანსპორტო პარკის “სიჭრელიდან” გამომდინარე სტასის ტექნიკურ-პროგრამული უზრუნველყოფები შეძლებისდაგვარად გადაწყვეტილნი უნდა იქნან მრავალფუნქციურობის, უნივერსალობის და მოდულურობის პრინციპებზე. ასეთი მიდგომა გაადვილებს და გაიაფებს: საავტომობილო გადაზიდვების ცალკეულ სახეობებში სისტემის დანერგვას და ექსპლუატაციას; ქვეყნის მაშტაბით გადაზიდვების ერთიან ინფორმაციულ ველში მოქცევას.
- სტასის დანერგვამ ორგანიზაციულ ღონისძიებებთან ერთად უნდა განაპირობოს გადაზიდვებში მონაწილე ჭარბი რაოდენობის სატრანსპორტო საშუალებების ოპტიმალურ რაოდენობამდე დაყვანა მათი ეფექტური გამოყენების ხარჯზე.
- აღრიცხვის მაღალი სიზუსტის უზრუნველყოფის მიზნით: მაქსიმალური ფუნქციონალური დატვირთვა უნდა მიეცეს სტასში გამოყენებულ ტექნიკურ საშუალებებს ანაგარიშსწორების ჯაჭვში მონაწილე ადამიანების როლის შემცირებით; მაქსიმალურად უნდა შემცირდეს მაკონტროლებელი ორგანოების ფუნქციები; სისტემაში ჩადებული უნდა იქნას ისეთი პრინციპები, როცა იზრდება მომხმარებლის დაინტერესება აღრიცხვის სიზუსტის მიმართ და იგი ამ პროცესის ხელშემწყობი ხდება.
- სტასის აღრიცხვის პირველადი რგოლების მიერ გამოყენებული ტექნიკური საშუალებათა შესაძლებლობანი უნდა აკმაყოფილებდნენ იმ მოთხოვნებს, რომლებიც წაეყენებათ საკონტროლო-საკასო აპარატურას საგადასახო ორგანოების მიერ.
- გადაზიდვების პროცესში მონაწილე სამი სუბიექტიდან – სახელმწიფო, გადამზიდავი (მძღოლი) და მომხმარებელი, გადაზიდვის პროცესი სამივესათვის მატერიალურად მისაღები უნდა იყოს.

სტასი მსუბუქი ტაქსებისათვის. უნდა უზრუნველყოფდეს სავტომობილო გადაზიდვებისათვის ზემოთ წაყენებულ ზოგად მოთხოვნებს და უნდა წყვეტდეს სამ ძირითად ამოცანას:

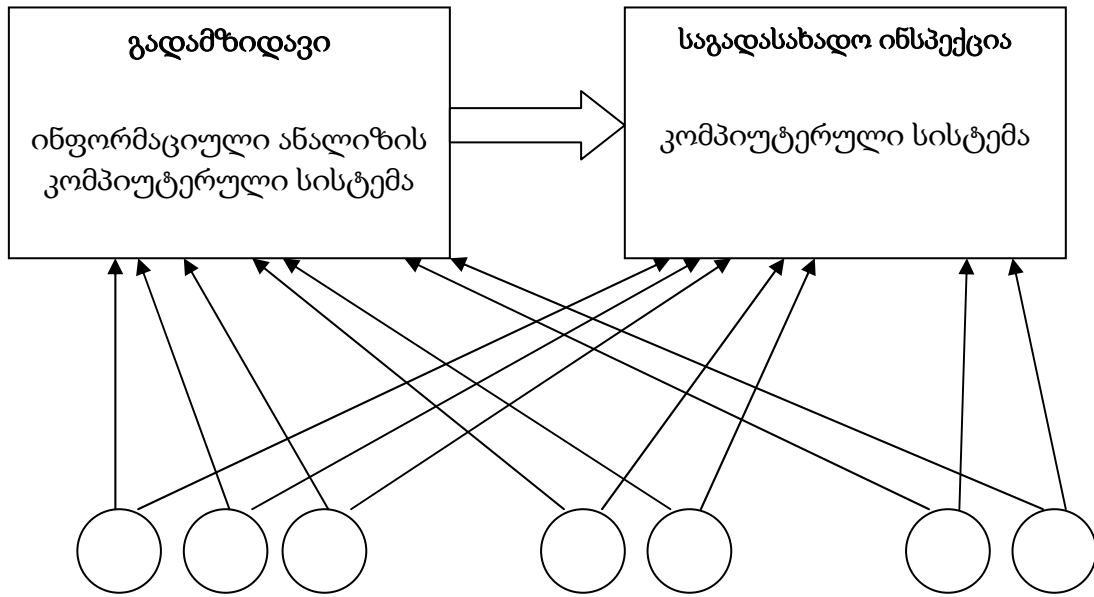
- გადაზიდვის ტარიფის გაყოფას კლიენტების რაოდენობასთან დამოკიდებულებით;
- ტარიფის ცვლას დროითი პერიოდების შესაბამისად;
- ჩაჯდომის, მგზავრობის და ლოდინის ტარიფებით ფუნქციონირებას.

სტასი თავისი დანიშნულებიდან გამომდინარე აერთიანებს ტაქსებში განთავსებულ ტაქსომეტრებს (ნიხრმზომებს), გადამზიდავისა (ტაქსოპარკის) ინფორმაციული ანალიზის და საგადასახადო სამსახურის კომპიუტერულ სისტემებს. ამდენად, სტასის კომპონენტები განაწილებულია დროში და სივრცეში. აქ თავისთავად დგება საკითხი სისტემის კომპონენტებს შორის კავშირის არხების თავისებურებების შესახებ.

შემოთავაზებული სტასი არ გულისხმობს კომპონენტებს შორის უწყვეტი კავშირის ფიზიკური არხის არსებობას. ასეთი კავშირი მათ შორის ხორციელდება აუცილებლობის შემთხვევაში ინფორმაციის მიმოცვლის სენსის განხორციელებისათვის. კავშირის სენსის აუცილებლობა ტაქსომეტრსა და ტაქსოპარკის კომპიუტერულ სისტემას შორის არის ცვლაში ერთხელ ან უფრო იშვიათად, ხოლო ტაქსომეტრსა და საგადასახადო ინსპექციის კომპიუტერს შორის კიდევ უფრო იშვიათად - თვეში მხოლოდ ერთხელ.

კავშირის ფიზიკური არხის სახით კავშირის სენსის დროს ინფორმაციის დაუმახინჯებელი, გაყალბებისაგან მეტად დაცული გადაცემისათვის და სიმარტივისათვის უმჯობესია საკაბელო სისტემის გამოყენება, რომელიც ტაქსომეტრის მხრიდან აღჭურვილი უნდა იყოს მოხერხებული კონექტორით.

აქედან გამომდინარე, სტასის სტრუქტურა შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად (ნახ.5.19).



ტ ა ქ ს ო მ ე ტ რ ე ბ ი

ნახ.5.19

ინფორმაციული ანალიზის კომპიუტერული სისტემა გამიზნულია ტაქსომეტრებიდან მონაცემების მიღებისათვის, მიღებული მონაცემების ანალიზისათვის და დავალების მიცემისათვის ტაქსომეტრებისათვის. ინფორმაციული ანალიზის კომპიუტერულ სისტემაში გამოყოფილია ფუნქციურად გამიჯნული ორი პროგრამული გარემო: ოპერატორის და ადმინისტრატორის. ოპერატორი და ადმინისტრატორი ოპერირებენ შესაბამისი ინტერფეისული ფანჯრებიდან. ოპერატორის ფანჯარა და შესაბამისად ოპერატორის ფუნქციონალური ბლოკი გამიზნულია ტაქსომეტრებიდან მიმდინარე მონაცემების მისაღებად. ასეთი მონაცემებია ცვლის ჯამური მაჩვენებელი - ცვლაში მომსახურების სრული ღირებულება, კლიენტის აყვანის სრული რაოდენობა, გავლილი კილომეტრაჟი და ლოდინის ჯამური დრო. გარდა ამისა, ამ ფანჯრიდან ტაქსომეტრის მეხსიერებაში ფიქსირდება ახალი ცვლის მონაცემები - ცვლის საიდენტიფიკაციო მონაცემები და თარიღი. ადმინისტრატორის ფუნქციური ბლოკი გამიზნულია ტაქსომეტრში სისტემური მონაცემების კორექტირებისათვის, როგორცაა მგზავრობის ტარიფები და დღისა და ღამის გადართვის დროები, კორექტირდება ტაქსომეტრის სისტემური დრო.

ტაქსომეტრის სტრუქტურა და მუშაობის პრინციპი. ტაქსომეტრი გამიზნულია 1-დან 4-მდე კლიენტის მომსახურებისათვის. აქედან გამომდინარე, ტაქსომეტრს უნდა გააჩნდეს მგზავრის დაფიქსირების (და არა იდენტიფიკაციის) საშუალებანი. ტაქსომეტრში მგზავრთა დაფიქსირებისათვის გამოყენებულია ოთხი დილაკი, რომელთაგან თითოეული გამოიყენება ცალკეული მგზავრის ტაქსში ამოსვლა-ჩასვლის ფიქსირებისათვის.

ტაქსომეტრს გააჩნია ციფრული დისპლეი, რომელზეც აისახება მგზავრის ნომერი, განვლილი კოლომეტრაჟი, მოქმედი ტარიფი, მოცემულ მომენტში ტაქსით სარგებლობის ჯამური მაჩვენებელი ერთი მგზავრისათვის.

მგზავრის ნომრის დაფიქსირებისათვის საკმარისია ერთი ათობითი თანრიგი, ტარიფის ასახვისათვის სამი ათობითი თანრიგი. მგზავრობის საფასურის ასახვისათვის გამოყოფილი უნდა იყოს 4 ათობითი თანრიგი. გავლილი კილომეტრაჟის ასახვისათვის გამოყოფილია ორი ათობითი თანრიგი. ამრიგად, დისპლეის საერთო თანრიგია 10 ათობით თანრიგს (ნახ.5.20).

ტაქსომეტრისათვის ინფორმაციულ წყაროს წარმოადგენს ტაქსის გადაადგილებისას გადამწოდიდან მოსული იმპულსები და სისტემური საათის ჩვენება. გადამწოდი განთავსდება ავტომობილის სიჩქარეთა კოლოფში და გამტართა სისტემით უკავშირდება სალონში განლაგებულ ტაქსომეტრს.

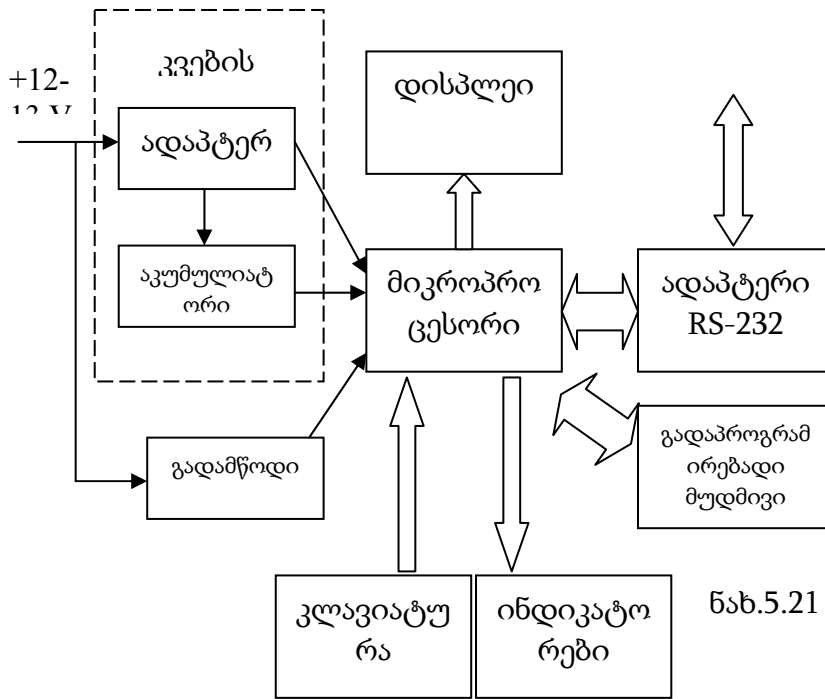


ტაქსომეტრის მეხსიერებისთვის გამოყოფილია სამი ტიპის მეხსიერება: ოპერატიული, მუდმივი და გადაპროგრამირებადი მუდმივი მეხსიერება. ოპერატიული მეხსიერების სახით გამოიყენება მიკროპროცესორის რეგისტრები, ხოლო მუდმივი მეხსიერების სახით მიკროპროცესორის მუდმივი მეხსიერება. ეს უკანასკნელი განკუთვნილია ტაქსომეტრის მმართველი პროგრამის და ალგორითმების "ჩაკერებისათვის". გადაპროგრამებადი მუდმივი მეხსიერება გამოიყენება ორი მიზნით. მასში ფიქსირდება ტაქსომეტრის სამოსამსახურეო ინფორმაცია, რომელიც ექვემდებარება კომპიუტერიდან ჩატვირთვას და კორექტირებას. აქვეა განთავსებული ფისკალური მეხსიერების უბანიც. ეს უკანასკნელი ენერგოდამოუკიდებელია.

ტაქსომეტრი კომპიუტერს უკავშირდება მიმდევრობითი პორტის საშუალებით. აქედან გამომდინარე ტაქსომეტრის სტრუქტურაში გათვალისწინებულია მიმდევრობითი პორტის ადაპტერი. ტაქსომეტრის მთავარ კვანძს წარმოადგენს მიკროპროცესორი, რომელიც პასუხისმგებელია ტაქსომეტრში მიმდინარე ყოველგვარ პროცესზე.

ტაქსომეტრს გააჩნია სისტემური საათი, რომელიც უნდა ფუნქციონირებდეს მიუხედავად იმისა, ტაქსომეტრი ჩართულია თუ არა. ამ მიზნით ტაქსომეტრის სტრუქტურაში გათვალისწინებულია დამოუკიდებელი კვება-აკუმულიატორი.

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე, ტაქსომეტრის სტრუქტურა შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად (ნახ. 5.21):



ნახ.5.21

ტაქსომეტრი მუშაობს შემდეგნაირად. ავტომობილის მოძრაობის დროს გადამწოდიდან იმპულსები მიეწოდება მიკროპროცესორს, სადაც მიმდინარეობს მისი აღრიცხვა. ამასთან მიმდინარეობს მგზავრობის ტარიფის ამოღება გადპროგრამებადი მუდმივი მეხსიერებიდან და გადამწოდიდან მოწოდებული იმპულსების რაოდენობის შესაბამისად ხდება მგზავრობის ღირებულების გათვლა. გათვლის შედეგები აისახება დისკლეიზე.

იმ შემთხვევაში, როცა ავტომობილი დგას, ხდება მიმდინარე დროის ათვლა და მეხსიერებიდან ამოღებული ლოდინის ტარიფის შესაბამისად გაითვლება ტაქსით სარგებლობის საფასური, რომელიც ასევე აისახება დისკლეიზე. მგზავრის მიერ ტაქსის დაქირავების შემთხვევაში, მძღოლის მიერ გააქტიურდება კლავიატურის შესაბამისი ღილაკი და ინდიკატორზე აინთება შესაბამისი ნათურა.

მგზავრის მიერ ტაქსის დაქირავება ფიქსირდება კლავიატურის შესაბამის ღილაკზე დაჭერით. შედეგად ინდიკატორზე აინთება შესაბამისი ნათურა. მგზავრის ტაქსიდან ჩასვლის შემთხვევაში აწვებიან იგივე ღილაკს და ნათურა ჩაქრება.

თუ შეცდომით მოხდა რომელიმე კლავიშაზე დაწოლა და დისკლეიზე დაფიქსირდა ჩაჯდომის ტარიფი, ამ შეცდომის გამოსწორება შესაძლებელია იგივე კლავიშაზე დაწოლით, მხოლოდ ეს უნდა მოხდეს ავტომობილის დაძვრამდე.

თუ მგზავრი აპირებდა ჩასვლას და შესაბამის ღილაკზე დაწოლით დისპლეიზე უკვე დაფიქსირდა მგზავრობის საბოლოო ღირებულება და შემდეგ მგზავრმა გადაიფიქრა ჩასვლა, მაშინ საჭიროა ამ მგზავრისათვის აღდგეს მგზავრობის საფასურის მიმდინარე ჩვენება. ამ მიზნით აწვებიან იგივე ღილაკს მინიმუმ 5 წმ-ის განმავლობაში. შესაბამისად აინთება ნათურა და მოცემული მგზავრისათვის აღდგება მგზავრობის საფასურის წინა მნიშვნელობა. ყოველივე ეს უნდა მოხდეს ავტომობილის დაძვრამდე. თუ იგივე ღილაკს დავაწვებით ავტომობილის დაძვრის შემდგომ ან ღილაკზე დაწოლის ხანგრძლივობა არ აჭარბებს 5 წმ-ს, მაშინ დაფიქსირდება ახალი მგზავრის აყვანა და დისპლეიზე გამოვა ჩაჯდომის ტარიფი. ამ შემთხვევაში მგზავრმა უნდა გადაიხადოს წინა ჯამური ღირებულებაც და ახალიც.

ტაქსომეტრის მუშაობის პრინციპები და ალგორითმი. კლიენტის ტაქსის სალონში ჩაჯდომა ფიქსირდება შესაბამის ღილაკზე დაჭერით, რასაც ახორციელებს მძღოლი. ასეთი ღილაკების რაოდენობა ოთხია. კლიენტის ტაქსის სალონში არსებობა ფიქსირდება შესაბამისი ინდიკატორით. ისევე როგორც ღილაკები, ასევე ინდიკატორები დანომრილია.

ღილაკების ნომრები ტაქსის სალონში განლაგებულ სავარძლებთან ხისტად არაა დაკავშირებული და მძღოლს შეუძლია იგი თავისებურად გადაანაწილოს. მიზანშეწონილად მიგვაჩნია, რომ პირველი ნომერი ასოცირდებოდეს წინა სავარძელთან, ხოლო დანარჩენი სამი - უკანა სავარძლებთან. სავარძლების ასეთი განაწილება მოსახერხებელია კლიენტებისთვისაც.

გასაგებია, რომ კლიენტები ტაქსში სხდებიან და გადმოდიან სხვადასხვა დროს, ე.ი. ეს პროცესი დროში შემთხვევითაა განაწილებული. არაა აუცილებელი აგრეთვე, რომ ტაქსში აუცილებლად იჯდეს ოთხი კლიენტი.

აქედან გამომდინარე, კლიენტებისათვის შემოღებულია კლიენტის პრიორიტეტის ცნება. კლიენტების პრიორიტეტები ნაწილდება მათი ტაქსში ჩაჯდომის წინსწრების მიხედვით. ე.ი. უმაღლესი პრიორიტეტი მიენიჭება ტაქსში პირველად ჩამჯდარ კლიენტს, მეორე - შემდეგ ჩამჯდარ კლიენტს და ა.შ.

პრიორიტეტების განაწილება დინამიურია. რომელიმე მაღალი პრიორიტეტის კლიენტის ტაქსიდან ჩასვლის შემდეგ დანარჩენი შედარებით დაბალი

პრიორიტეტის მქონე კლიენტებისათვის პრიორიტეტი გაიზრდება თითო ერთეულით.

ტაქსის მოძრაობისას ტაქსომეტრის ინდიკატორზე აისახება იმ კლიენტის მგზავრობის ღირებულება, რომლის პრიორიტეტი უმაღლესია. თუ ეს მგზავრი ჩავა ყველაზე ადრე, მაშინ მისი მონაცემები ეკრანიდან გაქრება და აისახება იმ კლიენტის მონაცემები, რომლის პრიორიტეტიც გახდება უმაღლესი.

კლიენტის ჩასვლა ტაქსიდან ფიქსირდება მისი ნომრის შესაბამის დილაკზე დაჭერით, ე.ი. ერთი და იგივე დილაკი გამოიყენება როგორც მგზავრის ამოსვლის ფიქსირებისათვის, ასევე ჩასვლისათვის. მგზავრის ჩასვლისას ჩაქრება შესაბამისი ნომრის ინდიკატორიც.

თუ ჩამავალი კლიენტის პრიორიტეტი უმაღლესი არაა, მაშინ ინდიკატორზე ასახულია უმაღლესი პრიორიტეტის მქონე კლიენტის მონაცემები. ჩამავალი მგზავრის შესაბამისი ნომრის დილაკზე დაჭერით ჩაქრება უმაღლესი პრიორიტეტის მქონე მგზავრის ინდიკატორი და დისპლეიზე აისახება ჩამავალი მგზავრის მონაცემები. ეს მონაცემები გამოტანილია დისპლეიზე მანამ, სანამ ავტომობილი არ დაიძვრება, რომლის შემდეგაც იგი შეიცვლება უკვე უმაღლესი პრიორიტეტის მქონე კლიენტის მონაცემებით.

ტაქსომეტრის დისპლეი შედგება ოთხი განყოფილებისაგან, რომლებზეც შესაბამისად აისახება კლიენტის ნომერი, მგზავრობის მიმდინარე ღირებულება, გავლილი კილომეტრაჟი და მგზავრობის ტარიფი. ეს უკანასკნელი მანქანის მოძრაობისას არის $T_{\text{გზ}}$ დღე (ღამე), ხოლო დგომისას $T_{\text{ლოდ}}$ დღე (ღამე).

დღისა და ღამის ტარიფების გადართვა ხდება მძღოლისა და მგზავრების დამოუკიდებლად ტაქსომეტრის მუდმივ მეხსიერებაში წინასწარ ჩაწერილი მონაცემების შესაბამისად. პირობითად ეს შეიძლება იყოს დღის 8⁰⁰ სთ და ღამის 24⁰⁰ სთ-ი. დღისა და ღამის ტარიფების გადართვის მიზნით ტაქსომეტრის კონსტრუქციაში გათვალისწინებულია სისტემური საათი. ამ ფუნქციის უწყვეტობას უზრუნველყოფს ტაქსომეტრის კონსტრუქციაში ჩაშენებული აკუმლიატორი.

ტაქსომეტრის დისპლეიზე მგზავრობის საფასური აისახება ერთი თეთრის სიზუსტით, ხოლო გავლილი მანძილი ერთი კილომეტრის სიზუსტით. ორივე ეს მონაცემი მრგვალდება ნაკლებობით.

ტაქსომეტრი განკუთვნილია ტაქსებში მომსახურების საფასურის აღრიცხვისა და ანგარიშსწორების ავტომატიზირებულ სისტემაში სამუშაოდ. აქედან გამომდინარე, იგი ახდენს არამართო მგზავრობის ღირებულების აღრიცხვას, აგრეთვე აგროვებს ინფორმაციას ტაქსოპარკებისათვის და საგადასახადო ორგანოებისათვის.

ამ მიზნით ტაქსომეტრი აფიქსირებს აგრეთვე ჯამურ მაჩვენებლებსაც, ჯამური მაჩვენებელი ორია: ტაქსოპარკებისათვის და საგადასახადო სამსახურისათვის. ეს ორი მაჩვენებელი არანაირად არ აისახება ტაქსომეტრის დისპლეიზე. ჯამური მაჩვენებლების ტაქსომეტრებიდან წაკითხვა შესაძლებელია მხოლოდ კომპიუტერის საშუალებით. ამ მიზნით კომპიუტერს აერთებენ ტაქსომეტრთან.

ტაქსოპარკის კომპიუტერული პროგრამის საშუალებით შესაძლებელია მხოლოდ იმ ჯამური მაჩვენებლების წაკითხვა, რომელიც დაგროვდა ერთი ცვლის განმავლობაში. ამ ჯამურ მაჩვენებლებს მიეკუთვნება: ცვლაში მომსახურების სრული ღირებულება, კლიენტის რაოდენობა, გავლილი ჯამური კილომეტრაჟი და ლოდინის ჯამური დრო. ამ მონაცემების წაკითხვის შემდგომ, ისინი ტაქსომეტრის მეხსიერებაში წაიშლება და ფიქსირდება ახალი ცვლის მონაცემები: ცვლის საიდენტიფიკაციო ნომერი და თარიღი. ეს მონაცემები ფიქსირდება აგრეთვე კომპიუტერშიც მძღოლის პირად ბარათზე. ეს მონაცემები ხდება შემდგომში ტაქსოპარკსა და მძღოლს შორის ანგარიშსწორების საფუძველი.

იგივე პროგრამული გარემოცვიდან, ოღონდ შეღწევადობის უფრო მაღალი დონიდან ხდება ტაქსომეტრის ისეთი სისტემური მაჩვენებლების შესწორება, როგორცაა მგზავრობის სხვადასხვა ტარიფები და დღისა და ღამის ტარიფის გადართვის დროები.

საგადასახადო სამსახურის საშუალებით ხდება მხოლოდ მომსახურების საფასურის მაჩვენებლის წაკითხვა. ამ მაჩვენებლის წაკითხვის შემდგომ, მისი წაშლა

არ ხდება. იგი ინახება საგადასახადო წლის განმავლობაში და შემდეგ წაიშლება სპეციალური პროცედურის მეშვეობით.

სატარიფო სისტემა და მგზავრობის საფასურის გათვლა. მგზავრობის საფასურის გასათვლელად გამოყოფილია ხუთი ტარიფი: ჩაჯდომის ტარიფი ($T_{ჩაჯდ}$), მგზავრობის ტარიფი ($T_{მგზ}$) და დგომის (ლოდინის) ტარიფი ($T_{ლოდ}$). ეს ორი უკანასკნელი არის შესაბამისად დღის და ღამის.

მაშასადამე, გვაქვს ტარიფთა სიმრავლე:

$$\{T_{ჩაჯდ}, T_{ღამე\ მგზ}, T_{ღამე\ დგზ}, T_{ღამე\ ლოდ}, T_{ღამე\ ლოდ}\}$$

ტაქსში შესაძლებელია ჩაჯდეს მაქსიმუმ ოთხი მგზავრი. რამოდენიმე კლიენტის მგზავრობისას გავლილი მანძილის საფასური იყოფა მგზავრთა რაოდენობაზე, მაგრამ ეს არ ეხება ჩაჯდომის ტარიფს.

აქ უნდა შევნიშნოთ ერთი მომენტი. ტრადიციულად, ორი ან მეტი მგზავრი თუ ერთად სხდება ტაქსში, იგულისხმება რომ ისინი ერთად მგზავრობენ და მგზავრობის საფასურს იხდიან ერთად. ცხადია, ასეთი მიდგომა წარმოშობს რიგ უხერხულობებს და მგზავრის გადაყვანაზე მგზავრობის ღირებულების გაანგარიშებისას იძლევა მცდარ სურათს. ამიტომ შემოთავაზებული სისტემის შემთხვევაში მგზავრთა ჯგუფი ითვლება იმდენ მგზავრად, რამდენი ადამიანიც შედის ჯგუფში.

თუ რომელიმე კლიენტი მართო მიემგზავრება ტაქსით, მაშინ მგზავრობის ღირებულება გამოითვლება სრული ტარიფით:

$$E_{მგზ} = T_{ჩაჯდ} + T_{ღამე(ღამე)\ ლოდ} \cdot t + T_{ღამე(ღამე)\ მგზ} \cdot L,$$

სადაც t დროა წთ-ებში, ხოლო L -გავლილი მანძილია კმ-ებში.

გასაგებია, რომ ტარიფი $T_{ლოდ}$ გააქტიურდება აუცილებლობის შემთხვევაში.

თუ კლიენტების რაოდენობა $N > 1$, მაშინ ჩაჯდომის ტარიფის გარდა, ტარიფები თანაბრად გადანაწილდება მგზავრთა რაოდენობაზე.

მგზავრობის სრული ტარიფი იქნება:

$$E_{მგზ} = N \cdot T_{ჩაჯდ} + T_{ღამე(ღამე)\ ლოდ} \cdot t + T_{ღამე(ღამე)\ მგზ} \cdot L.$$

თითოეული კლიენტისათვის მგზავრობის ღირებულება გამოითვლება ფორმულით:

$$E_{მგზ}^i = N \cdot T_{ჩაჯდ} + T_{ღამე(ღამე)\ ლოდ} \cdot t/N + T_{ღამე(ღამე)\ მგზ} \cdot L/N; i=1, N$$

მიღებული ფორმულა მგზავრობის ღირებულებას ასახავს მხოლოდ მიმდინარე მომენტისათვის. მგზავრობის მთელი დროის განმავლობაში მიღებული ფორმულა განიცდის ტრანსფორმაციას, რადგან შესაძლებელია როგორც კლიენტების რაოდენობის მატება, ასევე შემცირება და ა. შ.

ამრიგად, კლიენტისავის მგზავრობის ღირებულების გამოსათვლელ ფორმულას უნდა ქონდეს რეკურენტული ხასიათი. ასეთი ფორმულის მიღებისათვის უნდა შემოვიღოთ დროის და გავლილი მანძილის დისკრეტის ცნება.

ჩვენ შემთხვევაში დროის დისკრეტი 0.5 წთ-ია, ხოლო გავლილი მანძილისა 0.1 კმ. ეს ნიშნავს, რომ მგზავრობის სურათის შეცვლისას (მგზავრთა რაოდენობის მატება ან კლება) ტარიფის გადანაწილება დაიწყება მიმდინარე დროის (ლოდინის ტარიფი) 30 წამამდე დამრგვალების ან გავლილი მანძილის (მგზავრობის ტარიფი) 100 მ-მდე შესრულების შემდეგ.

ამრიგად, ლოდინის ყოველი 0,5 წთ-ის შემდეგ დაემატება მგზავრობის ღირებულებას $T_{ლოდ}$. ტარიფის შესაბამისი თანხა ან 100 მ-ის გავლის შემთხვევაში $T_{მგზ}/10$ -ის შესაბამისი თანხა. აქედან გამომდინარე, ყოველი კლიენტისათვის უნდა მოხდეს მგზავრობის ღირებულების დაგროვება და შენახვა, რომლის მნიშვნელობა შეიცვლება ლოდინის 1წთ-ის ან გავლილი მანძილის 100 მ-ის გავლის შემდგომ.

ცხადია, რომ ლოდინის და მგზავრობის ტარიფები ერთდროულად ვერ იმუშავებენ. საჭიროა მოხდეს ერთი ტარიფიდან მეორეზე ავტომატური გადასვლა.

შემოთავაზებულია $T_{მგზ}$ და $T_{ლოდ}$ ტარიფების გადართვის შემდეგი მექანიზმი. თუ ტაქსი გაჩერებულია 30 წმ მაინც, მაშინ გადაირთვება $T_{ლოდ}$ ტარიფი, ხოლო ტაქსის დაძვრის შემთხვევაში თუ ლოდინის დრო 1წთ-მდე არაა დამრგვალებული, მაშინ $T_{ლოდ}$ ტარიფი გაგრძელდება 1წთ-ის დამრგვალებამდე და შემდეგ გადაირთვება $T_{მგზ}$ ტარიფზე. თუ მოძრავი ტაქსი გაჩერდა ისე, რომ გავლილი მანძილის მიმდინარე დისკრეტი არაა 100 მ-მდე დამრგვალებული, მაშინ მოხდება მისი დამრგვალება 100 მ-მდე შემდეგი წესით: თუ გავლილი მანძილი 50მ-ზე ნაკლებია, მაშინ მოხდება დამრგვალება წინა მნიშვნელობამდე, ხოლო თუ გავლილი მანძილი 50 მ-ზე მეტია, მაშინ გავლილი მანძილი დამრგვალდება 100 მ-მდე.

შემოთავაზებულია ტარიფის დაანგარიშების ისეთი ალგორითმი, რომელიც სტიმულირებას უკეთებს როგორც მძღოლის, ასევე კლიენტის ქმედებებს.

როდესაც $N \geq 2$ -ზე, ხდება მგზავრობის ტარიფის $T_{\text{გზ}}$ გაყოფა კლიენტების რაოდენობაზე “მეტობის პრინციპით”. ეს უკანასკნელი გულისხმობს, რომ თუ $T_{\text{გზ}}/N = T^N$, მაშინ მგზავრობის ტარიფად თითოეული კლიენტისათვის აიღება $T_{\text{გზ}}^N = T^N + \Delta T$. თავის მხრივ $0 < \Delta T < T_{\text{გზ}}$. ტარიფზე ΔT ნამატი განისაზღვრება იმ მოსაზრებიდან გამომდინარე, რომ მძღოლისათვის მომგებიანი უნდა იყოს ერთდროულად $N \geq 2$ კლიენტის მომსახურება. ასეთ შემთხვევაში მგზავრთა გაზრდილი ნაკადის მომსახურებისათვის პიკის საათებში შესაძლებელი იქნება მინიმალური რაოდენობის ტაქსით მომსახურება ისე, რომ შემცირებული მგზავრთა ნაკადის დროს ტაქსები უქმად არ იდგნენ, ან არ მოძრაობდნენ უქმი სვლით კლიენტების მოლოდინში.

ტარიფის გაყოფის შემოთავაზებული მიდგომა მომგებიანია როგორც მძღოლისათვის, ასევე კლიენტისათვის, რის გამოც ისინი მომსახურების საფასურის ზუსტად აღრიცხვის ინიციატორები ხდებიან.

L მანძილზე (კმ) ერთი კლიენტის მომსახურების საფასური იქნება

$$E^1 = L \cdot T_{\text{გზ}}^1 + T_{\text{ჩაჯდ.}}$$

იგივე მანძილზე ორი კლიენტიდან თითოეულის მომსახურების საფასური იქნება:

$$E^2 = L \cdot (T_{\text{გზ}}^1/2 + \Delta T) + T_{\text{ჩაჯდ.}}$$

ორივე კლიენტის მომსახურების საფასური იქნება $2 \cdot E^2$.

რადგან $2 \cdot E^2 > E^1$ ($2 \cdot E^2 - E^1 = 2 \cdot \Delta T \cdot L + T_{\text{ჩაჯდ.}}$), ამიტომ $N \geq 2$ კლიენტის მომსახურება მომგებიანია მძღოლისათვის.

რადგან $E^2 < E^1$ ($E^1 - E^2 = L \cdot (T_{\text{გზ}}^1/2 - \Delta T)$), ამიტომ ორივე კლიენტისათვის მომგებიანია თამგზავრობა.

სტასი სამარშრუტო ტაქსებისათვის. განკუთვნილია სამარშრუტო ტაქსებში მგზავრთა აღრიცხვისა და ანგარიშსწორებისათვის, აგრეთვე საგადასახადო ორგანოებთან ანგარიშსწორებისათვის (აღჭურვილია ფისკალური მეხსიერებით).

შედგება სამარშრუტო ტაქსის მიკროპროცესორული მგზავრთა რეგისტრაციის მოწყობილობისაგან (მრმ) და გადამზიდავის კომპიუტერული ქვესისტემისაგან.

მრმ განთავსებულია სატრანსპორტო საშუალებაში და შედგება რეგისტრაციის მოწყობილობისაგან, მძღოლის პულტისაგან და სასიგნალო ნათურებისაგან. რეგისტრაციის მოწყობილობა განთავსებულია მგზავრთა მისაწვდომ ადგილას, მძღოლის პულტი – სატრანსპორტო საშუალების ხელსაწყოთა დაფაზე, ხოლო სასიგნალო ნათურები – პარ-პრიზზე.

მრმას გააჩნია ერთი ღილაკი მგზავრის სატრანსპორტო საშუალებაში ამოსვლის ფიქსირებისათვის და დისპლეი. ეს უკანასკნელი განკუთვნილია მგზავრთათვის საჭირო ინფორმაციის და სამომსახურო ინფორმაციის ასახვისათვის. მრმ დამატებით აღჭურვილია ნათურით და ხმოვანი სიგნალით. ნათურა და ხმოვანი სიგნალი გამოიყენება მგზავრის მიერ ღილაკზე დაჭერის ინდიცირებისათვის (ნათურა ანთია და გამოიცემა ხმოვანი სიგნალი მანამ, სანამ მგზავრს დაჭერილი აქვს ღილაკზე).

მრმის ფუნქციებია:

- სამარშრუტო ტაქსში მგზავრთა ამოსვლა-ჩასვლის ფიქსირება დროში;
- ტარიფის გადართვა დროში;
- გადაყვანილ მგზავრთა რაოდენობის დაგროვება ცვლაში (კვირაში, თვეში, წელში);
- მოცემულ მომენტში მგზავრთა რაოდენობის გამოტანა დისპლეიზე;
- სისტემური დროის ათვლა;
- დროის და მიმდინარე ტარიფის ასახვა დისპლეიზე;
- სასიგნალო შეტყობინებანი (მგზავრის ღილაკზე ხელის დაჭერა, სალონის გადავსების სიგნალიზაცია, მგზავრის პრემირების შეტყობინება).

სასიგნალო ნათურები განკუთვნილნი არიან მოქალაქეთათვის და სამარშრუტო ტაქსის საგზაო კონტროლისათვის. ნათურებს აქვთ სამი რეჟიმი:

- ანთია მწვანე ნათურა – ტაქსში არის თავისუფალი ადგილი;
- ანთია წითელი ნათურა – ტაქსში არ არის თავისუფალი ადგილი;

- წითელი და მწვანე ნათურები ციმციმებენ – სამარშრუტო ტაქსის სალონში დასაშვებზე მეტი მგზავრიაა.

სისტემის მუშაობა. სისტემა ითვალისწინებს მგზავრობის საფასურის წინდაწინ გადახდას, ანუ მგზავრი საფასურს იხდის სამარშრუტო ტაქსში ამოსვლისას (შესაძლებელია სისტემის აგება ისე, რომ მგზავრმა საფასური გადაიხადოს სატრანსპორტო საშუალებიდან ჩასვლისას).

სისტემის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს მრმის მეხსიერებაში მგზავრების მიმდინარე რაოდენობის დაგროვებაში. მგზავრის სამარშრუტო ტაქსში ამოსვლისას რეგისტრირებულ მგზავრთა რაოდენობა იზრდება ერთი ერთეულით, ხოლო ჩასვლისას – მცირდება ერთი ერთეულით. ამ პრინციპით მარშრუტის დასაწყისში (სანამ ჯერ არ ამოსულა პირველი მგზავრი) და ბოლოში (ბოლო მგზავრის ჩასვლის შემდეგ) ან იმ შემთხვევაში, როცა სამარშრუტო ტაქსი გადაადგილდება მგზავრის გარეშე, რეგისტრირებულ მგზავრთა რაოდენობა ნულის ტოლი უნდა იყოს. სამარშრუტო ტაქსში მგზავრის ამოსვლის რეგისტრაციას ატარებს თვითონ მგზავრი (ან გამონაკლის შემთხვევაში მძღოლი), ხოლო მგზავრის სამარშრუტო ტაქსიდან ჩასვლისას რეგისტრირებულ მგზავრთა რაოდენობის შემცირებას – მძღოლი.

იმისათვის, რომ ამ პრინციპით დაკისრებული მოვალეობანი შეასრულონ მგზავრმა და მძღოლმა, მათთვის საჭიროა არსებობდეს გარკვეული სტიმულები.

მგზავრის სამარშრუტო ტაქსში ამოსვლის ალგორითმი:

- მგზავრი ამოდის სამარშრუტო ტაქსში;
- მგზავრი აჭერს მრმის ღილაკზე (ამ დროს დისპლეიზე ასახულია მგზავრობის ტარიფი და დრო. ღილაკზე დაჭერის შემდეგ 5 წმ-ის განმავლობაში ანთია სალონში მგზავრთა რაოდენობა. ამ დროის გასვლის შემდეგ დისპლეი უბრუნდება საწყის მდგომარეობას). ამ პროცედურით მრმში ფიქსირებულ მგზავრთა მიმდინარე რაოდენობა იზრდება ერთი ერთეულით;
- თუ მგზავრმა არ დააჭირო მრმის ღილაკზე, მაშინ მძღოლი აჭერს მგზავრის ამოსვლის ღილაკს მძღოლის პულტზე;

- თუ ამ დროს რეგისტრირებულ მგზავრთა რაოდენობამ გადააჭარბა მოცემულ სატრანსპორტო საშუალებაში დასაშვებ მგზავრთა რაოდენობას, ჩაერთვება სასიგნალო შეტყობინება;

- ანგარიშსწორება მძღოლთან.

მგზავრის სამარშრუტო ტაქსიდან ჩასვლის ალგორითმი:

- მძღოლი აჩერებს ტაქსს;
- მგზავრი ჩადის ტაქსიდან;
- მძღოლი აჭერს ჩასვლის დილაკს მძღოლის პულტზე (ამ დროს მრმის დისპლეიზე ასახულია მგზავრობის ტარიფი და დრო. მძღოლის მიერ დილაკზე დაჭერის შემდეგ 5 წმ-ის განმავლობაში ანთია სალონში დარჩენილ მგზავრთა რაოდენობა. ამ დროის გასვლის შემდეგ დისპლეი უბრუნდება საწყის მდგომარეობას). ამ პროცედურით მრმში ფიქსირებულ მგზავრთა მიმდინარე რაოდენობა მცირდება ერთი ერთეულით.

ამრიგად, მრმის მეხსიერებაში ჩაწერილი მგზავრთა რაოდენობა ყოველთვის შეესაბამება სალონში არსებულ მგზავრთა რაოდენობას.

სასიგნალო ნათურების მუშაობის ალგორითმი:

- თუ მრმში ფიქსირებული მიმდინარე მგზავრთა რაოდენობა ნაკლებია დასაშვებ რაოდენობაზე, ანთია მწვანე ნათურა;
- თუ მრმში ფიქსირებული მიმდინარე მგზავრთა რაოდენობა ტოლია დასაშვები რაოდენობისა, ანთია წითელი ნათურა;
- თუ მრმში ფიქსირებული მიმდინარე მგზავრთა რაოდენობა მეტია დასაშვებ რაოდენობაზე, წითელი და მწვანე ნათურები ციმციმებენ.

მგზავრის და მძღოლის კონტროლის მექანიზმები.

მგზავრის სტიმულები დილაკზე დაჭერისათვის:

- მოქალაქეობრივი ვალი (საჭიროა შესაბამისი პროპაგანდა);
- მგზავრების მხრიდან კონტროლი (მათ ესმით და ხედავენ დილაკზე დაჭერის სასიგნალო შეტყობინებას);
- პრემირების სისტემა.

მძღოლის სტიმულები დილაკზე დაჭერისათვის:

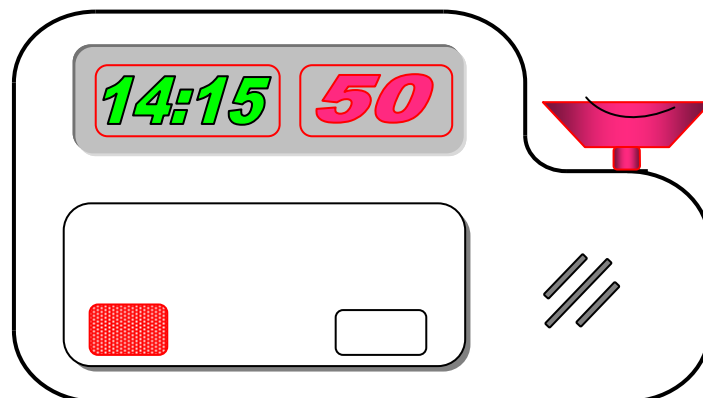
- საგზაო კონტროლი (რომელიც ამოწმებს მრმში მგზავრთა რაოდენობას და სალონში მგზავრთა ფაქტიურ რაოდენობას);
- სალონის გადავსების სასიგნალო შეტყობინება (რომელიც ჩართულია (ხმოვანი სიგნალი) მანამ და აწუხებს მგზავრებს და მძღოლს, სანამ მოწესრიგდება მგზავრთა რაოდენობა სალონში ან სანამ მძღოლი არ ჩამოყრის ჩასული მგზავრების რაოდენობის შესაბისს ერთეულებს).

მგზავრთა პრემირების სისტემა. მოცემულ სამარშრუტო ტაქსზე ყოველ გადაყვანილ N მგზავრზე დაწესებულია ერთი მგზავრისათვის უფასო ან ფასდაკლებით მგზავრობა. დროის პერიოდის ან დღეების (მაგალითად გამოსასვლელი ან სადღესასწაულო დღეები) მიხედვით N შეიძლება შეიცვალოს. ასევე დროის მიხედვით შეიძლება შეიცვალოს სტიმულირების ფორმები (მაგალითად, მგზავრთა პრემირება შეიძლება “მეიბას” შემთხვევით რიცხვებს და ა.შ.).

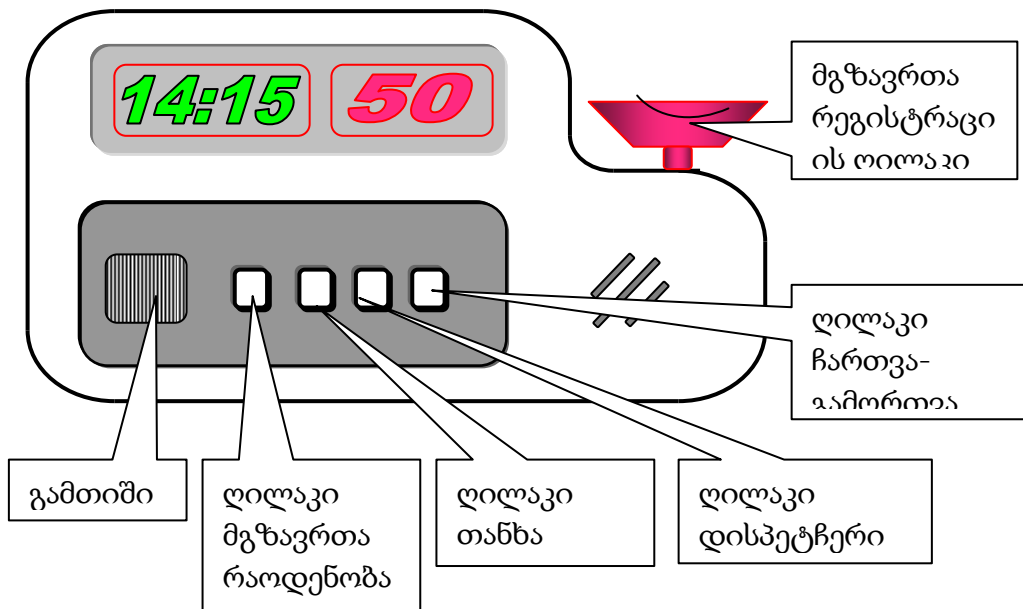
მგზავრის პრემირება ხდება მის მიერ რეგისტრაციის ღილაკზე დაჭერისას. თუ დაწესებულია საფასურის გადახდა მგზავრის ჩასვლისას, მაშინ პრემირება ხდება მძღოლის მიერ დეკრიმენტის ღილაკზე დაჭერისას.

სატარიფო სისტემა. შესაძლებელი ხდება ტარიფების ცვლილება დროის, სეზონის, გამოსასვლელი და საზეიმო დღეების მიხედვით.

მრმის აღწერა (ნახ.5.22). წარმოადგენს პლასტმასის კოლოფს, რომლის წინა პანელზე გამოტანილია დისპლეი, შუქდიოდი და ხუფი. მრმ აღჭურვილია ღილაკით ამოსული მგზავრების რეგისტრაციისათვის. ხუფის შიგნით განთავსებულია გამთიში კომპიუტერთან შეერთებისათვის და ოთხი ღილაკი.



ნახ. 5.22



ნახ. 5.23

ლილაკების დანიშნულება ნაჩვენებია ნახ.5.23-ზე. მათი ფუნქციებია:

ლილაკი მგზავრთა რაოდენობა:

- პირველი დაჭერა-დისპლეიზე მგზავრთა რაოდენობის გამოტანა მოცემულ მომენტში;
- მეორე დაჭერა – დღის განმავლობაში გადაყვანილ მგზავრთა რაოდენობა;
- მესამე დაჭერა – დღის განმავლობაში პრემირებულ მგზავრთა რაოდენობა.

ლილაკი თანხა:

- პირველი დაჭერა – დღის განმავლობაში შემოსული თანხა;
- მეორე დაჭერა – შემოსული თანხა პირველი ტარიფით;
- შემოსული თანხა მეორე ტარიფით.

ლილაკი დისპეტჩერი გამოიყენება მორიგი რეისის იდენტიფიცირებისათვის.

- პირველი დაჭერა – გამოიტანება დღის განმავლობაში გაკეთებული რეისების რაოდენობა;
- მეორე დაჭერა - ამ დროს ერთით მოიმატებს რეისის რეგისტრის შემცველობა და რეგისტრატორის მიმდინარე ჩვენება შეინახება.

მძღოლის პულტი შედგება ორი ლილაკისაგან და ნათურისაგან. წითელი ლილაკი განკუთვნილია მგზავრის ჩასვლის იდენტიფიცირებისათვის (დეკრემენტი), ხოლო მწვანე – მგზავრის რეგისტრაციის ლილაკის რეზერვია და გამოიყენება იმ შემთხვევაში, თუ მგზავრმა არ დააჭირა მრმის სარეგისტრაციო ლილაკს. ნათურა

განკუთვნილია მგზავრის ან მძღოლის მიერ ღილაკებზე დაჭერის იდენტიფიცირებისათვის.

5.5. საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევის ექსპერტიზისათვის სატრანსპორტო საშუალების პარამეტრების განსაზღვრის სისტემა

საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევისას შეიძლება ადგილი ქონდეს სატრანსპორტო საშუალებების შემხვედრ, თანმხვედრ ან კუთხურ შეჯახებას, უძრავ ბარიერთან ან ქვეითათ მოსიარულესთან დაჯახებას. დღეისათვის ჩამოთვლილიდან მხოლოდ ცალკეულ შემთხვევებში ხერხდება სატრანსპორტო საშუალების მოძრაობის პარამეტრების საჭირო სიზუსტით განსაზღვრა, უმეტესად კი ამ პარამეტრების განსაზღვრის პროცესი სუბიექტურ ხასიათს ატარებს (მოწმეებისა და სატრანსპორტო შემთხვევის უშუალო მონაწილეთა ან თვითმხილველთა გამოკითხვა). სატრანსპორტო საშუალებების კუთხური შეჯახებისას სხვა შემთხვევებთან შედარებით მეტი მონაცემების მოპოვების საშუალება არსებობს და დღეისათვის ასეთი შემთხვევებისათვის მონაცემების განსაზღვრის ხერხები იძლევიან შედარებით ნაკლებ ცდომილებას.

საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევის ექსპერტიზის დროს, როდესაც დგინდება ავარიის გამომწვევი მიზეზები და ის, შეეძლო თუ არა მოცემული სატრანსპორტო საშუალების მძღოლს თავიდან აეცილებინა შეჯახება, არსებული ხერხებით არასაკმაო სიზუსტით პარამეტრების განსაზღვრამ და შედეგად მიღებულმა ცდომილებამ შესაძლებელია ექსპერტი მიიყვანოს არასწორ დასკვნამდე.

მიკროელექტრონიკის და ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარების დღევანდელი მდგომარეობა საშუალებას იძლევა შეიქმნას ისეთი ტექნიკური საშუალებანი, რომელიც მნიშვნელოვნად გაამარტივებს საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევის ექსპერტიზას და გაზრდის მის საიმედოებას.

საგზაო-სატრანსპორტო ექსპერტიზისას გამოიყენება ცნობილი მეთოდიკა [129], რომლითაც ხდება სატრანსპორტო საშუალების პარამეტრების განსაზღვრა საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევის შემდეგ. ცნობილი მეთოდიკა ითვალისწინებს

საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევაში მონაწილე თითოეული (ორი) სატრანსპორტო საშუალების სამუხრუჭე კვალის, გზაჯვარედინზე შესვლის ადგილიდან შეჯახებამდე გავლილი მანძილის, შეჯახების შემდეგ გაჩერებამდე გავლილი მანძილის, შეჯახების შემდგომ სიმძიმის ცენტრის გადაადგილების კუთხის, სიმძიმის ცენტრის მიმართ შემობრუნების კუთხის, შეჯახების კუთხის, წინა ხიდიდან სიმძიმის ცენტრამდე, უკანა ხიდიდან სიმძიმის ცენტრამდე სმანძილების, ბაზის გაზომვას, მასის განსაზღვრას, შენელების დროისა და მაქსიმალურ შენელების ექსპერიმენტალურ განსაზღვრას და სრული დამუხრუჭების წინ სიჩქარის გამოთვლას ფორმულით:

$$v_d^1 = \sqrt{2jS'_d + (A_1 - B_1 \cos \lambda_s / (m_1 \cdot \sin^2 \lambda_s))^2},$$

$$v_d^2 = \sqrt{2jS''_d + (B_1 - A_1 \cos \lambda_s / (m_2 \cdot \sin^2 \lambda_s))^2},$$

სადაც:

$$A_1 = m_1 \sqrt{2j(S'_s + 2a_1 \cdot b_1 \cdot \varepsilon_1 / L^I)} \cdot \cos \Phi_1 + m_2 \sqrt{2j(S_s^2 + 2a_2 \cdot b_2 \cdot \varepsilon_2 / L^{II})} \cdot \cos \Phi_2$$

$$B_1 = m_1 \sqrt{2j(S'_s + 2a_1 \cdot b_1 \cdot \varepsilon_1 / L^I)} \cdot \cos(\lambda_s - \Phi_1) + m_2 \sqrt{2j(S_s^2 + 2a_2 \cdot b_2 \cdot \varepsilon_2 / L^{II})} +$$

$$+ m_2 \sqrt{2j(S_s^2 + 2a_2 \cdot b_2 \cdot \varepsilon_2 / L^{II})} \cdot \cos(\lambda_s - \Phi_2)$$

j - მაქსიმალური შენელება;

S_a - სამუხრუჭე კვალის სიგრძეა;

m - მასაა;

Φ - შეჯახების შემდეგ სიმძიმის ცენტრის გადაადგილების კუთხეა;

S_s - შეჯახების შემდეგ გავლილი მანძილია;

a - წინა ხიდიდან სიმძიმის ცენტრამდე მანძილია;

b - უკანა ხიდიდან სიმძიმის ცენტრამდე მანძილია;

ε - შეჯახების შემდეგ სიმძიმის ცენტრის მიმართ შემობრუნების კუთხეა;

λ - შეჯახების კუთხეა;

L - სატრანსპორტო საშუალების ბაზაა.

შენელების დაწყების წინ სიჩქარის გამოთვლას ახდენენ ფორმულით:

$$V_{se}=0,5 \cdot t_{se} \cdot j+v_d, \quad i=1,2,$$

სადაც: t_{se} - შენელებული მოძრაობის დროა.

გზაჯვარედინზე შესვლის ადგილიდან შეჯახებამდე გადაადგილების დრო გამოითვლება ფორმულით:

$$T = (S^i - (v_{se}^i \cdot t_{se}^1 + j t_{se}^2 / 4 - S_d^i) / V_{se}^i + t_{se}^1 + v_d^i / j + \sqrt{(v_d^i / j)^2 - 2S_d^i / j}, i = 1,2,$$

სადაც: S - გზაჯვარედინზე შესვლის ადგილიდან შეჯახებამდე მანძილია.

ამ ხერხით სატრანსპორტო საშუალების პარამეტრების გამოთვლისას ვერ მიიღწევა მაღალი სიზუსტე. სიჩქარის მნიშვნელობები მიუთითებს მათ შესაძლო მინიმალურ მნიშვნელობებზე, რადგანაც გამოთვლების დროს არ გაითვალისწინება ენერგია, რომელიც იხარჯება სატრანსპორტო საშუალების შემობრუნებაზე. სიჩქარის ფაქტიური მნიშვნელობები შეიძლება იყოს 10-20%-ით მეტი გამოთვლილზე [130]. მაგალითად, გამოთვლებით თუკი იქნა მიღებული სიჩქარის მნიშვნელობა 108 კმ/სთ. (30 მ/წმ), მინიმალური მნიშვნელობა შეიძლება შეადგენდეს 10,8 კმ/სთ (3 მ/წმ), ეს იმ ცდომილების გაუთვალისწინებლად, რომელიც მიიღება დანარჩენი პარამეტრების ადგილზე გაზომვისას. გამწელებულია ასევე მაქსიმალური შენელების და შენელებული მოძრაობის დროის ზუსტად გამოთვლა, რისთვისაც საჭიროა საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევის ადგილზე ჩატარდეს მრავალჯერადი ექსპერიმენტი სატრანსპორტო საშუალების სიჩქარის, მასის, სამუხრუჭე სისტემის, საბურავების ცვეთის, გზის საფარის მდგომარეობის, გარემო პირობების (ქარის სიჩქარე, ტენიანობა) იგივე მნიშვნელობებისათვის გაზომილი სამუხრუჭე კვალის იგივე სიგრძის მისაღებად.

მოცემულ ნაშრომში სატრანსპორტო საშუალების პარამეტრების გამოთვლის მაღალი სიზუსტე მიიღწევა იმით, რომ მათი განსაზღვრა ხდება ორ ეტაპად [131]:

- პირველ ეტაპზე უშუალოდ სატრანსპორტო საშუალების მოძრაობისას დროის დისკრეტებში მუდმივად ფიქსირდება სატრანსპორტო საშუალების სპიდომეტრის გვარლის კუთხური სიჩქარე (ან დროში მოდულირებული

სპიდომეტრის მმართველი იმპულსები), მუხრუჭზე ზემოქმედება და საჭის მდგომარეობა;

- მეორე ეტაპი ხორციელდება მხოლოდ საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევისას, რომლის დროსაც იზომება სამუხრუჭე კვალის სიგრძე და გზაჯვარედინზე შესვლის ადგილიდან შეჯახებამდე გავლილი მანძილი და ამ მონაცემების და მოძრაობის პროცესში დაფიქსირებული პარამეტრების საშუალებით გაითვლება სრული დამუხრუჭების წინ სიჩქარე შემდეგი ფორმულით:

$$v_d = 2x3,14 \cdot W_d \cdot R \cdot A,$$

სადაც:

W_d - კუთხური სიჩქარეა სრული დამუხრუჭების წინ;

R - წამყვანი საბურავის რადიუსია;

A - სპიდომეტრის გვარლისა და თვალის ბრუნთა შეფარდების კოეფიციენტი.

შენელების დაწყების წინ სიჩქარე გაითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$v_{se} = 2x3,14 \cdot W_{se} \cdot R \cdot A,$$

სადაც: W_{se} - კუთხური სიჩქარეა შენელების დაწყების წინ.

გზაჯვარედინზე შესვლის ადგილიდან შეჯახებამდე სატრანსპორტო საშუალების გადაადგილების დრო გაითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$T = ((S - S_d - 0,5N_{se} \cdot t_d \cdot (v_{se} + v_d)) / v_{se}) + N_{se} \cdot t_d + N_d \cdot t_d,$$

სადაც: S - მანძილია გზაჯვარედინზე შესვლის ადგილიდან შეჯახებამდე;

S_d - დამუხრუჭების კვალის სიგრძეა;

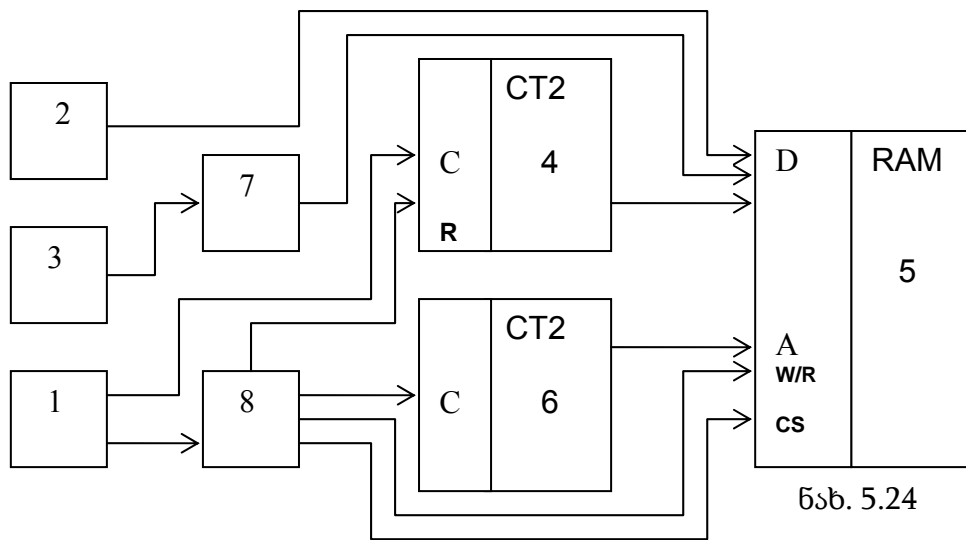
N_{se} - ანათვლების რაოდენობაა შენელებული მოძრაობის დროს;

N_d - ანათვლების რაოდენობაა სრული დამუხრუჭების განმავლობაში.

ექსპერტიზისათვის საჭიროა მოძრაობის პროცესის დამახასიათებელი პარამეტრების მნიშვნელობები მხოლოდ შეჯახების წინა დროის გარკვეულ ინტერვალში, ამიტომ სატრანსპორტო საშუალების მოძრაობისას ჩამოთვლილი პარამეტრების მნიშვნელობების ფიქსირება ხდება დროის გარკვეულ ინტერვალში

დროში თანმიმდევრობით, რომელთა განახლება ხდება დროის ყოველ ახალ დისკრეტში შესაბამისი თანმიმდევრობიდან პარამეტრების მნიშვნელობების პირველი ანათვლის უკუგდებით და ახალი ანათვლების შევსების გზით ისე, რომ არ დაირღვეს ანათვლების თანმიმდევრობა დროში და დროის ინტერვალის ხანგრძლივობა მუდმივი დარჩეს. გარდა ამისა, მონაცემები საჭის მდგომარეობის შესახებ საშუალებას იძლევა დამატებით ვიმსჯელოთ სატრანსპორტო საშუალების მიერ განხორციელებულ მანევრზე.

სატრანსპორტო საშუალების პარამეტრების განსაზღვრის პირველი ეტაპის განხორციელებისათვის გამოიყენება მონაცემთა რეგისტრაციის მრავალფუნქციური მოწყობილობა (მრმ), რომლის სქემა ნაჩვენებია ნახ.5.24-ზე.



ნახ. 5.24

მრმ მოიცავს კუთხური სიჩქარის 1, მუხრუჭის 2 და საჭის მდგომარეობის 3 გადამწოდებს, იმპულსების მთვლელს 4, ოპერატიულ მეხსიერებას 5, ოპერატიული მეხსიერების დამისამართების ციკლურ მთვლელს 6, ანალოგურ-ციფრულ გარდამსახს 7 და მართვის კვანძს 8.

კუთხური სიჩქარის გადამწოდი 1 კინემატიკურად დაკავშირებულია სატრანსპორტო საშუალების სპიდომეტრის გვარლთან და მასთან ერთად მოდის ბრუნვით მოძრაობაში. მუხრუჭის გადამწოდი ასევე კინემატიკურად დაკავშირებულია სატრანსპორტო საშუალების მუხრუჭის სატერფულთან, ხოლო საჭის გადამწოდი გადაცემის გარკვეული კოეფიციენტით დაკავშირებულია საჭის ღერძთან.

მართვის კვანძი 8 დროის ყოველ t_d დისკრეტში გამოიმუშავებს განულების იმპულსს (R), რომელიც გაანულებს იმპულსების მთვლელს 4 და ახდენს ციკლური მთვლელის 6 ინკრიმენტს. მისივე საშუალებით განულების იმპულსებთან t_e დროში დაძრული გამომუშავდება ოპერატიული მეხსიერების 5 შესასვლელის მართვის იმპულსი (CS).

მართვის კვანძის 8 მუშაობა იწყება კუთხური სიჩქარის გადამწოდიდან 1 მოსული იმპულსით, ხოლო შეწყდება მაშინ, როდესაც კუთხური სიჩქარის გადამწოდიდან 1 არ მიეწოდება იმპულსი t^l დროის განმავლობაში. დრო აიღება პირობიდან $t^l \geq t^{max_d}$, სადაც t^{max_d} სატრანსპორტო საშუალების სრული დამუხრუჭების მაქსიმალური დროა. პარამეტრების ფიქსირება იწყება იმ მომენტიდან, როცა იმპულსების მთვლელი 4 განულებულია. თუ რა მდგომარეობაშია ამ დროს სამისამართო ციკლური მთვლელი 6, არ აქვს მნიშვნელობა. კუთხური სიჩქარის გადამწოდი 1 t_e დროის განმავლობაში გამოიმუშავებს N იმპულსს, რომელთა თვლა მიმდინარეობს იმპულსების მთვლელით 4. ამავე დროს t_e დროის განმავლობაში ხდება ანალოგურ-ციფრული გარდამსახის 7 შესასვლელზე არსებული ანალოგური სიგნალის გარდაქმნა ორობით კოდში. t_e დროის ამოწურვის შემდეგ გაიხსნება ოპერატიული მეხსიერების 5 CS შესასვლელი და ოპერატიული მეხსიერების 5 B მისამართზე ჩაიწერება იმპულსების მთვლელის 4 შემცველობა, კოდი ანალოგურ-ციფრული გარდამსახის 7 გამოსასვლელიდან და მუხრუჭის გადამწოდის 2 ლოგიკური სიგნალი. შემდეგ ხდება იმპულსების მთვლელის 4 განულება და სამისამართო მთვლელის 6 ინკრიმენტი (მისამართის მნიშვნელობა გახდება $B+1$) და t_e დროის ათვლა იწყება თავიდან.

დავუშვათ კუთხური სიჩქარის გადამწოდი 1 ერთ ბრუნზე გამოიმუშავებს n რაოდენობის იმპულსს, ხოლო იმპულსების მთვლელი 4 t_e განმავლობაში ითვლის N რაოდენობის იმპულსს, მაშინ სატრანსპორტო საშუალების სპიდომეტრის გვარლის კუთხური სიჩქარე იანგარიშება ფორმულით:

$$W=N/n * t_e.$$

მაგალითად, თუ $N=18$, $n=36$ და $t_e=0,1$ წმ-ს, მაშინ $W=5$ ბრ./წმ.

სამისამართო ციკლური მთვლელის 6 თვლის მოდული შეირჩევა საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევის მიმდინარეობის შესაძლო მაქსიმალური T_{max} დროიდან გამომდინარე. შესაბამისად ციკლური მთვლელის 6 თვლის მოდული, ანუ ოპერატიული მეხსიერების 5 ტევადობა M აიღება შემდეგი პირობით: $M \geq T_{max} / t_e$ ანუ სამისამართო მთვლელის 6 მნიშვნელობის ერთი ერთეულით გაზრდის შემდეგ იწყება ოპერატიული მეხსიერების 5 შემცველობის განახლება, ანუ ახალი პარამეტრების ფიქსირება B მისამართიდან.

ოპერატიულ მეხსიერებაში 5 არსებულ ინფორმაციაზე დაყრდნობით საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევისას განისაზღვრება შემდეგი პარამეტრები:

- კუთხური სიჩქარე შენელების წინ W_{SE} – კუთხური სიჩქარის ის მნიშვნელობაა, რომელიც ოპერატიულ მეხსიერებაში დაფიქსირდა სამუხრუჭე სატერფულზე ზემოქმედების შემდეგ სიჩქარის შემცირების წინ;
- კუთხური სიჩქარე სრული დამუხრუჭების წინ W_d – კუთხური სიჩქარის ის მნიშვნელობაა, რომელიც ოპერატიულ მეხსიერებაში დაფიქსირდა სიჩქარის განულების წინ;
- შენელების დრო $t_{SE}=N_{SE} * t_d$, სადაც N_{SE} – ანათვლების რაოდენობაა მუხრუჭზე ზემოქმედებიდან სიჩქარის განულებამდე;
- სრული დამუხრუჭების დრო $t_d=N_d * t_d$, სადაც N_d – ანათვლების რაოდენობაა სიჩქარის განულებიდან მის ხელახლა მომატებამდე.

ამ მონაცემებისა და ადგილზე გაზომილი მონაცემების მიხედვით გამოითვლება სატრანსპორტო საშუალების საძიებელი სიჩქარეები და მოძრაობის დრო.

სიჩქარეების გამოთვლის დროს სიდიდეები R და A განისაზღვრება მაღალი სიზუსტით, რადგანაც A -ს მნიშვნელობა მუდმივია მოცემული ტიპის სატრანსპორტო საშუალებისათვის და განისაზღვრება დამზადების პროცესში. მოცემული ტიპის ახალი საბურავისათვის R ასევე ცნობილია, ხოლო საბურავის გაცვეთის შემთხვევაში R შეიძლება მაღალი სიზუსტით გაიზომოს შემთხვევის ადგილზე. ამგვარად, სიჩქარის გამოთვლის დროს ცდომილება შეიძლება დაკავშირებული იყოს N -ის მნიშვნელობასთან. დავუშვათ, რომ $N=N+1$ და ვნახოთ როგორი იქნება ამ შემთხვევაში მინიმალური ცდომილება სიჩქარის გამოთვლისას

$$\Delta v = v_1 - v_2 = 2 \cdot 3,14 \cdot R \cdot A \cdot W_1 - 2 \cdot 3,14 \cdot R \cdot A \cdot W_2 = 2 \cdot 3,14 \cdot R \cdot A \cdot (W_1 - W_2) = 2 \cdot 3,14 \cdot R \cdot A \cdot ((N+1)/n \cdot t_d - N/n \cdot t_d) = 2 \cdot 3,14 \cdot R \cdot A / n \cdot t_d$$

ნამრავლი $2 \cdot 3,14 \cdot R \cdot A$ მუდმივია მოცემული ტიპის სატრანსპორტო საშუალებისათვის (ახალი საბურავების შემთხვევაში). მაგალითისათვის, ვაზ-ის ტიპის ავტომობილებისათვის იგი უდრის 1 მ-ს. შესაბამისად, თუკი ავიღებთ, რომ $n=36$ და $t_d=0,1$ წმ-ს, მაშინ $\Delta v = 1/36 \cdot 0,1 \text{ მ/წმ} = 1/36 \text{ მ/წმ} = 1 \text{ კმ/სთ}$, ხოლო აბსოლიტური ცდომილება, მაგალითად 108 კმ/სთ-ის (30 მ/წმ) სიჩქარის დროს იქნება

$$\delta v = (\Delta v / v) \cdot 100\% = 1/108 \text{ კმ/სთ} \cdot 100\% < 1\%$$

როგორც ვხედავთ შემოთავაზებული მეთოდის გამოყენებისას მნიშვნელოვნად იზრდება სატრანსპორტო საშუალების პარამეტრების განსაზღვრის სიზუსტე.

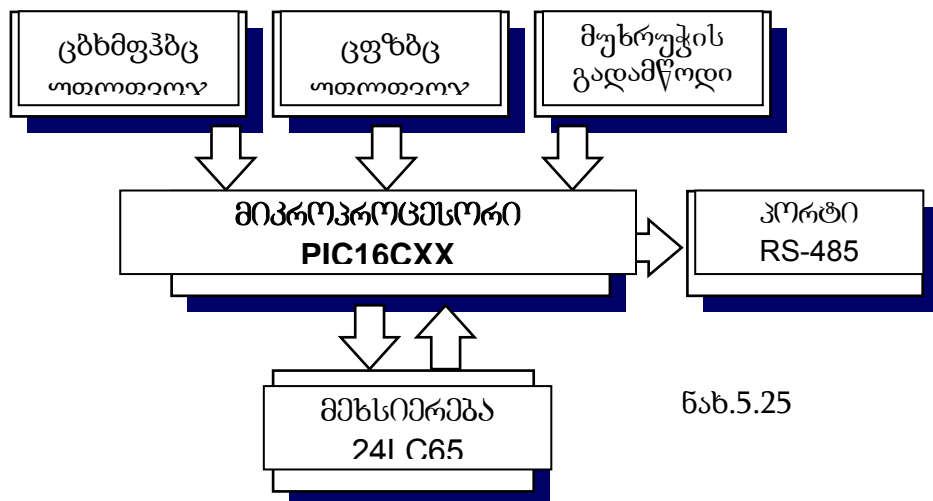
ზემოთ აღნიშნული პრობლემის წარმატებით გადაჭრა შესაძლებელია შემოთავაზებული “სატრანსპორტო საშუალების პარამეტრების განსაზღვრის სისტემის” გამოყენებით, რომელიც პარამეტრების განსაზღვრას გულისხმობს ორ ეტაპად:

1. პირველ ეტაპზე სატრანსპორტო საშუალების მოძრაობისას მუდმივად ხდება მისი სიჩქარის, მუხრუჭზე ზემოქმედების და საჭის მდგომარეობის დაფიქსირება ისე, რომ ავარიის შემთხვევაში დამახსოვრებული აღმოჩნდეს ამ პარამეტრების მნიშვნელობები ავარიის წინ გარკვეული დროის განმავლობაში. ამ მონაცემების დაფიქსირება ხდება “მონაცემთა რეგისტრაციის

მოწყობილობით”, რომელიც განთავსებულია უშუალოდ სატრანსპორტო საშუალებაში;

2. მეორე ეტაპი ხორციელდება მხოლოდ საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევის დროს და იგი ითვალისწინებს “მონაცემთა რეგისტრაციის მოწყობილობის” სატრანსპორტო საშუალებიდან ამოღებას და “მონაცემთა გაშიფრვისა და ანალიზის კომპიუტერულ ქვესისტემასთან” მიერთებას. ამ დროს ხდება “მონაცემთა რეგისტრაციის მოწყობილობაში” ჩაწერილი მონაცემების წაკითხვა, გაშიფრვა, ანალიზი და დოკუმენტირება.

დღეისათვის უპრიანია მრმის რეალიზაცია განხორციელდეს მიკროპროცესორის ბაზაზე. მრმის სტრუქტურა მიკროპროცესორის და გადაპროგრამირებადი მეხსიერების ბაზაზე ნაჩვენებია ნახ. 5.25–ზე.



მრმ შედგება სიჩქარის, მუხრუჭზე ზემოქმედების, საჭის მდგომარეობის გადამწოდებისაგან და ელექტრონული ბლოკისაგან – “შავი ყუთისაგან”, რომელშიც ინახება ინფორმაცია. ბლოკ-სქემაზე ნაჩვენები არაა, მაგრამ მრმ-ის ელექტრონული ბლოკი თავის შემადგენლობაში აუცილებლად მოიცავს ტაიმერს, რომელიც გათვალისწინებულია სისტემური დროის ათვლისათვის. ტაიმერს გააჩნია ჩაშენებული ავტონომიური კვების წყარო და მისი მუშაობა დამოკიდებული არ არის ელექტრონული ბლოკის კვებაზე. ელექტრონული ბლოკი იკვებება სატრანსპორტო საშუალების საბორტო ქსელიდან. მისი ჩართვა ხდება სატრანსპორტო საშუალების ხელსაწყოთა დაფაზე კვების მიწოდებით და გამოირთვება შესაბამისად.

გადაპროგრამირებადი მეხსიერება ორგანიზებულია შემდეგნაირად. იგი შედგება ორი ნაწილისაგან: მიმდინარე ჩანაწერების ველი (პირველი ნაწილი) და ექსტრემალური სიტუაციების ველი (მეორე ნაწილი). მეხსიერების პირველ ნაწილში მუდმივად შეინახება სატრანსპორტო საშუალების პარამეტრების მნიშვნელობანი და ხდება მათი მუდმივი განახლება. იმ შემთხვევაში, თუ სატრანსპორტო საშუალება მოხვდა ექსტრემალურ სიტუაციაში (საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევა), მაშინ მეხსიერების პირველი ნაწილიდან ბოლო 30 წმ-იანი ჩანაწერი გადაინაცვლებს მეხსიერების მეორე ნაწილში, სადაც მისი განახლება არ ხდება ავტომობილის გადაადგილებასთან ერთად. მეხსიერების მეორე ნაწილში შენახული ინფორმაცია საერთოდ ხელუხლებელი რჩება, თუნდაც მრმ მიერთებული იყოს მონაცემთა წაკითხვისა და გაშიფრვის კომპიუტერულ მოწყობილობასთან. განხილულ მრმ-ში მეხსიერების მეორე ნაწილი გაყოფილია ოთხ თანაბარ ნაწილად, ანუ თითოეული განკუთვნილია ოთხი 30 წმ-იანი ჩანაწერისათვის. მაშასადამე, შესაძლებელია. რომ სატრანსპორტო საშუალება მოხვდეს ოთხ საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევაში და მათ შესახებ შემთხვევის წინა 30 წმ-იანი ჩანაწერები შენახული იქნება. თუ დაემატა მეხუთე საგზა-სატრანსპორტო შემთხვევა, მაშინ წაიშლება ყველაზე ძველი ჩანაწერი და მის ადგილას ჩაიწერება ახალი.

გადაპროგრამირებად მეხსიერებაში ჩასაწერი ორობითი სიტყვის ფორმატი შემდეგია. ორობითი სიტყვა შედგება 21 ბაიტისაგან. ამ 21 ბაიტის შემცველობაა: თარიღი – 2 ბაიტი (დღე, თვე), დრო – 3 ბაიტი (სთ, წთ, წმ), სიჩქარის მონაცემი – 4 ბაიტი, საჭის მონაცემი – 4 ბაიტი. მუხრუჭის მონაცემი – 4 ბაიტი და 4 ბაიტი სარეზერვო (შესაძლებელია ეს იყოს დარტყმის მონაცემი).

თარიღისა და დროის ჩაწერა ხდება ყოველ სრულ წმ-ში, ხოლო დანარჩენი მონაცემები ჩაიწერება ყოველ 0,25 წმ-ში.

მეხსიერებაში სიტყვების ჩაწერის თანმიმდევრობა ასეთია. სრულ წმ-ზე ჩაიწერება: 5 ბაიტი – თარიღი და დრო და მონაცემების 4 (სიჩქარე-1 ბაიტი, საჭე – 1 ბაიტი, მუხრუჭი-1 ბაიტი და სარეზერვო-1 ბაიტი) ბაიტი. შემდგომ 0,25 წმ-ში სამჯერ ჩაიწერება მონაცემების 4-4 ბაიტი.

აქედან გამომდინარე 8 კილობაიტის ტევადობის გადაპროგრამირებადი მეხსიერების შემთხვევაში მეხსიერების პირველი ნაწილის ტევადობა აიღება 5675 ბაიტი, ხოლო მეორე ნაწილისა – 2520 ბაიტი. ვინაიდან მეხსიერებაში ერთ წმ-ში იწერება 21 ბაიტი, ამიტომ მეხსიერების პირველ ნაწილში შესაძლებელია დაახლოებით 207 წმ-იანი, 4,5 წთ-იანი ჩანაწერის შენახვა.

მეხსიერების მეორე ნაწილი გაყოფილია ოთხ თანაბარ ნაწილად და თითოეულ ნაწილში ინახება 30 წმ-იანი ჩანაწერები.

მრმ-ის მუშაობის ალგორითმი:

- მუდმივად ხდება მონაცემების (სიჩქარე, მუხრუჭი, საჭე, დარტყმა) ანათვლების აღება;
- მონაცემების ჩაწერა მეხსიერების პირველ ნაწილში იწყება სიჩქარის იმპულსის მოსვლით;
- სიჩქარის ათვლა ხდება მოსული იმპულსის წინა ფრონტიდან მომდევნო იმპულსის წინა ფრონტამდე თუ 0,25 წმ-იან ინტერვალში ორი ასეთი ფრონტი მაინც არსებობს. თუ ასეთი ფრონტი მხოლოდ ერთია ამ ინტერვალში, მაშინ ანათვალა იღება ამ იმპულსის წინა ფრონტიდან 0,25 წმ-იანი ინტერვალის ბოლომდე. თუ ასეთი ფრონტი არ არსებობს 0,25 წმ-იან ინტერვალში, მაშინ ანათვალის სახით იღება ნულები;
- როცა დამთავრდება 0,25 წმ-იანი ინტერვალის ვინახავთ ბოლო დასრულებულ ანათვალს;
- თუ 10 წმ-ის განმავლობაში არ მოვიდა სიჩქარის იმპულსის ფრონტი, მაშინ ყველა მონაცემის მეხსიერებაში ჩაწერა წყდება;
- დარტყმის მონაცემის არსებობის შემთხვევაში ბოლო 30 წმ-იანი ჩანაწერი (750 ბაიტი) გადაიწერება მეხსიერების მეორე ნაწილში.

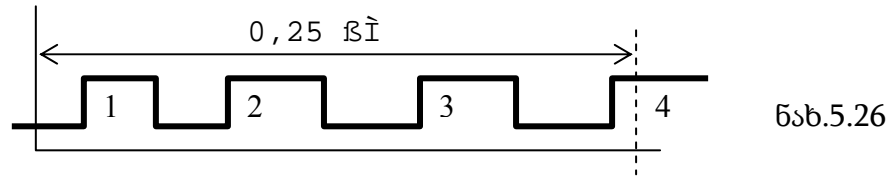
სატრანსპორტო საშუალების სიჩქარის განსაზღვრის ალგორითმი.

სიჩქარის განსაზღვრა ხდება ყოველი 0,25 წმ-იანი დროის მონაკვეთისასთვის. სიჩქარის აღქმა ხდება სიჩქარის გადამწოდისაგან მოსული იმპულსების მიხედვით და განისაზღვრება ერთი იმპულსის წინა ფრონტიდან მეორე იმპულსის წინა ფრონტამდე დროის მიხედვით.

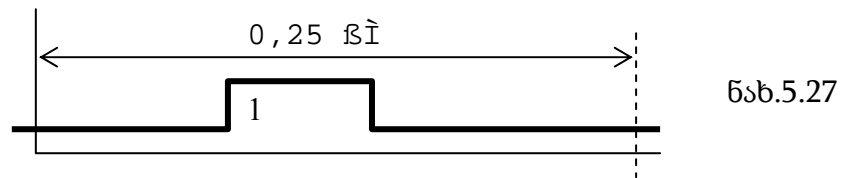
სატრანსპორტო საშუალების მოცემული სიჩქარიდან გამომდინარე შეიძლება

იყოს სამი შემთხვევა:

ა) 0,25 წმ-იან დროის მონაკვეთში მოდის სიჩქარის რამოდენიმე იმპულსი (ნახ.5.26).



ბ) 0,25 წმ-იან დროის მონაკვეთში მოდის სიჩქარის ერთი იმპულსი (ნახ.5.27)



ბ) 0,25 წმ-იან დროის მონაკვეთში არ მოდის სიჩქარის არცერთი იმპულსი.

შემთხვევა ა)-ს დროს აითვლება დრო პირველი იმპულსის წინა ფრონტიდან შემდეგი იმპულსის წინა ფრონტამდე და შემდეგი დროებით დაიმახსოვრება. შემდეგ ხდება ათვლა მე-2 და მე-3 იმპულსებს შორის. შემდეგი დროებით დაიმახსოვრება წინა შედეგის მაგივრად და ა.შ. როცა ამოიწურება 0,25 წმ-იანი პერიოდი სიჩქარის ბაიტში გადაიწერება ბოლო დამთავრებული და დროებით შენახული ანათვალი. იმ ანათვალის შედეგების დროებით დამახსოვრება, რომელიც შეესაბამება 0,25 წმ-იან პერიოდში დაწყებულ მაგრამ მომდევნო წინა პერიოდის არ მქონე შემთხვევას, არ ხდება.

შემთხვევა ბ)-ს დროს აითვლება დრო იმპულსის წინა ფრონტიდან 0,25 წმ-იანი დროის პერიოდის დასრულებამდე და შეინახება სიჩქარის ბაიტში.

შემთხვევა გ)-ს დროს სიჩქარის ბაიტში ჩაიწერება ნულები.

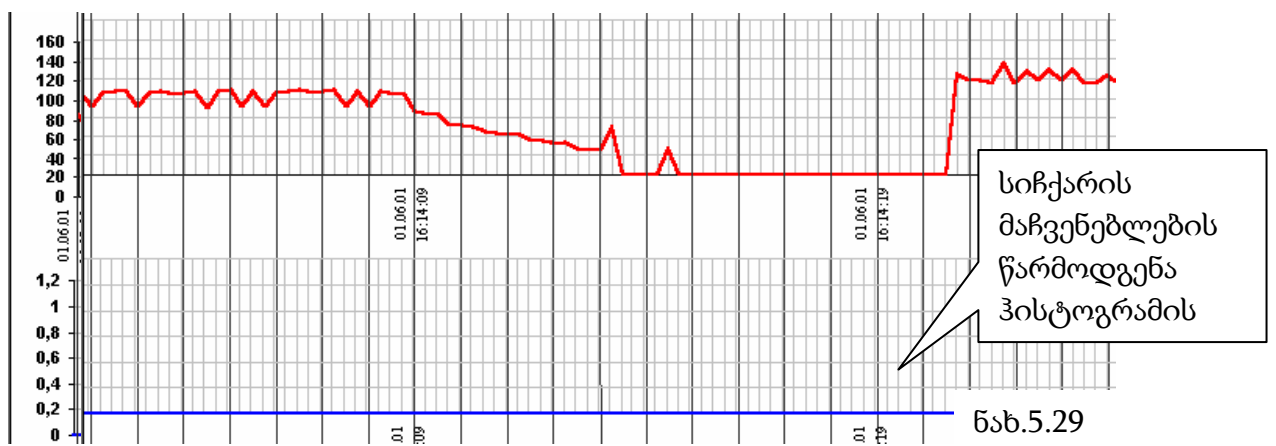
შემთხვევა ბ)-ს დროს მუხრუჭის ბაიტის უფროს თანრიგში ჩაიწერება “1”. ა) და გ) შემთხვევების დროს მუხრუჭის ბაიტის უფროს თანრიგში ჩაიწერება “0”.

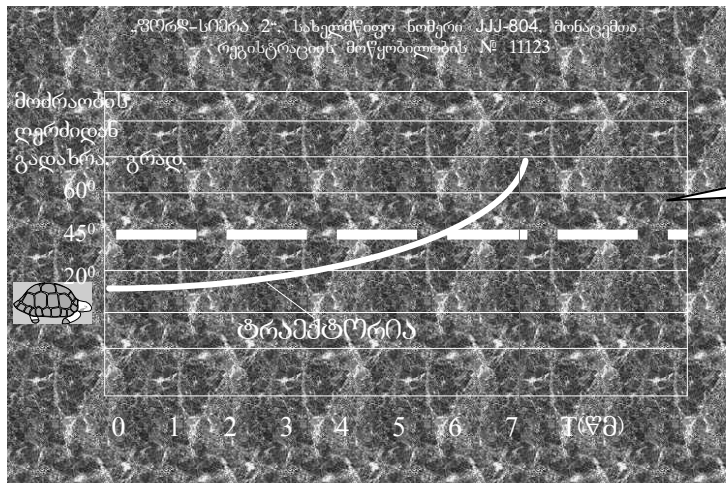
საჭის გადამწოდის აიღება იმპულსების ორი სერია. 0,25 წმ-იანი დროის მონაკვეთი დაყოფილია 8 თაბარ პერიოდად. საჭის გადამწოდის იმპულსების

სერიები ერთი პერიოდით დაძრულნი არიან ერთმანეთის მიმართ ისე, რომ ნახევარ პერიოდში ისინი ერთმანეთს ფარავენ. ეს საჭიროა იმისათვის, რომ იმპულსების ორი სერიით გავარჩიოთ საჭის მოძრაობის მიმართულება (ნახ. 5.28). ნახევარ პერიოდში მოწმდება ორივე სერიის იმპულსების დონე და შეინახება დროებით ტეტრადების სახით. ოთხი შემოწმების შემდეგ გვექნება 4-4 ტეტრადა ორივე სერიისათვის., ე.ი. 2 ბაიტი. 0,25 წმ-იანი დროის მონაკვეთის მოსრულებისას ეს ორი ბაიტი გადაიწერება საჭის ბაიტში.

“მონაცემთა გაშიფრვისა და ანალიზის კომპიუტერულ ქვესისტემა” წარმოადგენს პერსონალური კომპიუტერისა და “მონაცემთა რეგისტრაციის მოწყობილობასთან” შეპირაპირების ბლოკის ერთობლიობას.

პროგრამული გარსი საშუალებას იძლევა მრმდან წაკითხული მონაცემების საშუალებით აღადგინოს სატრანსპორტო საშუალების სიჩქარის გრაფიკი რეალურ დროში, საჭის მდგომარეობის გრაფიკი და მუხრუჭის მოქმედების დრო. ასევე ჩაწერილი პარამეტრები წარმოიდგინება ჰისტოგრამების და ცხრილების სახით. ნახ.5.29-ზე წარმოდგენილია სატრანსპორტო საშუალების სიჩქარის გრაფიკი ექსპერტიზისათვის საინტერესო ბოლო 30 წმ-ის განმავლობაში, ხოლო ნახ.5.30-ზე მიღებული მონაცემების საფუძველზე სატრანსპორტო საშუალების მანევრირების შედეგი.





მე- 5 თავის დასკვნები;

1. შემოთავაზებულია სპეციალიზებული ოპერაციული მოწყობილობების ფუნქციური შესაძლებლობის გაზრდის მეთოდები და მიდგომა მათ ბაზაზე სივრცეში განაწილებული მართვისა და მონიტორინგის სისტემების აგების იდეოლოგიისადმი, რომლებიც უზრუნველყოფენ სისტემის ახალ ფუნქციურ შესაძლებლობებს, ფუნქციურ მოქნილობას და მაღალ საიმედოობას;
2. შემოთავაზებულია ელექტრონერგის გასაღებისა და აბონენტებთან ანგარიწსწორების ავტომატიზებული სისტემის აგების მეთოლოგია, რომელიც უზრუნველყოფს ენერგოსისტემის პრობლემატური საკითხის - დახარჯული ელექტროენერგის საფასურის მომხმარებლებიდან ამოღების, ეფექტურად გადაჭრას;
3. შემოთავაზებულია ტექნოლოგიური პროცესების მართვისა და მონიტორინგის სისტემების აგების მეთოდოლოგია მრავალფუნქციური კონტროლერების ბაზაზე ჰიდროელექტროსადგურების აგრეგატების და წყალმომარაგების სისტემისათვის, რომლებიც მნიშვნელოვნად

ამაღლებენ ტექნოლოგიური პროცესის კონტროლის ოპერატიულობას და საიმედოობას;

4. სატრანსპორტო საშუალებაში მომსახურების საფასურის აღრიცხვისა და ანგარიშსწორების უზრუნველყოფის მიზნით შემუშავებულია სისტემის აგების მეთოდოლოგია, რომელიც უზრუნველყოფს ანგარიშსწორების პროცესში მონაწილე სუბიექტების ინტერესების დაცვას.

დასკვნები

სადისერტაციო ნაშრომში ცსის ეფექტურობის: წარმადობის, სწრაფქმედების, ინტელექტუალობის, სტრუქტურული რეგულარობის, ფუნქციური შესაძლებლობების გაზრდისათვის ახალი მიდგომით - მრავალფუნქციურობისა და სტრუქტურული იერარქიულობის ბაზაზე დამუშავებულია ცსის სინთეზის პრინციპები, კერძოდ:

16. გაანალიზებულია ცსების განვითარების ტენდენციები და შემოთავაზებულია მიდგომა, რომლის მიხედვითაც ცსების შეფასებას ახდენენ ელემენტური ბაზის ფიზიკური ხასიათის, ინტეგრაციის დონის და ცსის ინტელექტუალიზაციის მაჩვენებლების კომპლექსური ანალიზით;

17. ცსის წარმადობის და ინტელექტუალობის გაზრდის მიზნით შემოთავაზებულია ეგმის ფონ ნეიმანისეული სტრუქტურის მოდიფიცირება მასში ახალი კავშირების შემოტანით, რომელიც ხორციელდება ინფორმაციის შეტანისა და გამოტანის მოწყობილობების ფუნქციური შესაძლებლობების გაზრდით;

18. შემოტანილია მრავალფუნქციურობის პრინციპის ახალი განმარტება, რომელიც ითვალისწინებს ცსების იერარქიულ დონეებში ფუნქციური შესაძლებლობების გაფართოებას ფუნქციის საჭიროების ხარისხის შენარჩუნებით;

19. ცსის სტრუქტურაში მოდულის გამოყენების უნივერსალობის შეფასებისათვის შემოტანილია დაყვანილი ფუნქციური შესაძლებლობების ცნება და

შემოთავაზებულია მოდულის ფუნქციური სიმპლავრისა და ინტეგრაციის ხარისხის დამოკიდებულების მათემატიკური მოდელები;

20. დამტკიცებულია, რომ მფმმ არის ციფრული ავტომატი გადაწყობადი სტრუქტურით და შემოთავაზებულია: მიკროპროგრამების უნივერსალური სიმრავლის განსაზღვრის მეთოდი და დამტკიცებულია მისი გამოყენების კორექტულობა მფმმის სინთეზისათვის; სტატიკურ-დინამიკური სტრუქტურის მქონე მფმმის სინთეზის მეთოდი ფუნქცია-დომინანტის ცნების გამოყენებით;

21. შემოთავაზებულია მიდგომა მრავალფუნქციურობის პრინციპის რეალიზაციისა ოპტოელექტრონულ გამომთვლელ სტრუქტურებში, რომელიც საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად იქნას გაზრდილი მათი ეფექტურობა სტრუქტურის ფუნქციური გადაწყობის გზით;

22. შემოთავაზებულია მრავალფუნქციური მოდულების ეფექტურობის ამაღლების მეთოდი ათვლის ათობით სისტემაში ახალი კოდირების შემოტანით და ნაჩვენებია მეთოდის ეფექტურობა;

23. შემოთავაზებული მფმმების ფუნქციაზე აწყობის მეთოდები და მათემატიკური მოდელები, ნაჩვენებია მათი შედარებითი ეფექტურობა;

24. დამტკიცებულია მრავალფუნქციურ მოდულებზე ფუნქციის რეალიზაციის კომპოზიციური მეთოდის კორექტულობა რანჟირებული ფუნქციების შემთხვევაში;

25. შემოთავაზებულია ციფრულ და ანალოგურ ფორმაში წარმოდგენილ ოპერანდებზე ოპერირების მეთოდები, ხერხები და საშუალებანი, რომლებიც მკვეთრად ამცირებენ მფმმებში ტიპიური ოპერაციების რეალიზაციის დროს;

26. გაანალიზებულია ინტერფეისი “ადამიანი-კომპიუტერის” გაუმჯობესების გზები და ამ მიზნით შემოთავაზებულია მიდგომა კლავიატურის ფუნქციური შესაძლებლობების გაზრდით, რომელიც მომხმარებლისათვის

უზრუნველყოფს პკის მონიტორზე და კლავიატურაზე სიმბოლოების აღქმის ერთნაირ პირობებს.

27. ნაჩვენებია, რომ მფმებზე აგებული გამომთვლელი სტრუქტურა გამოირჩევა დიდი ფუნქციური სიმპლავრით და მისი შეფასებისათვის დამუშავებულია მათემატიკური მოდელები.

28. შემოთავაზებულია სპეციალიზებული ოპერაციული მოწყობილობების ფუნქციური შესაძლებლობის გაზრდის მეთოდები და მიდგომა მათ ბაზაზე სივრცეში განაწილებული მართვისა და მონიტორინგის სისტემების აგების იდეოლოგიისადმი, რომლებიც უზრუნველყოფენ სისტემის ახალ ფუნქციურ შესაძლებლობებს, ფუნქციურ მოქნილობას და მაღალ საიმედოობას, კერძოდ შემოთავაზებულია: ელექტრონერგის გასაღებისა და აბონენტებთან ანგარიშსწორების ავტომატიზებული სისტემის აგების მეთოდოლოგია, რომელიც უზრუნველყოფს ენერგოსისტემის პრობლემატური საკითხის - დახარჯული ელექტროენერგის საფასურის მომხმარებლებიდან ამოღების, ეფექტურად გადაჭრას; ტექნოლოგიური პროცესების მართვისა და მონიტორინგის სისტემების აგების მეთოდოლოგია მრავალფუნქციური კონტროლერების ბაზაზე, რომელიც მნიშვნელოვნად ამაღლებს ტექნოლოგიური პროცესის კონტროლის ოპერატიულობას და საიმედოობას; სატრანსპორტო საშუალებაში მომსახურების საფასურის აღრიცხვისა და ანგარიშსწორების სისტემის აგების მეთოდოლოგია, რომელიც უზრუნველყოფს ანგარიშსწორების პროცესში მონაწილე სუბიექტების ინტერესების დაცვას.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Что такое закон Мура?// <http://www.intel.com/Intel/museum/history/hof/moore.htm>
2. Закон Мура и перспективы развития микроэлектроники. <http://www.rlocman.ru/comp/review.html?di=2961>.
3. Ричард У. Дрейган. Еще о законе Мура // PC Magazine, RE №8, 2001.

4. Балашов Е. П., Кноль А. И. Многофункциональные запоминающие устройства. М. – Л., «Энергия», 1972, 232 с.
5. Энциклопедия кибернетики (в двух томах), том 1, Киев, Главная редакция украинской советской энциклопедии, 1974, с.624.
6. Электронные цифровые вычислительные машины./Под ред-ей проф. К.Г.Самофалова, Киев, "Вища школа", 1976, с.480.
7. Майров С.А., Новиков Г.И. Электронные вычислительные машины. Введение в специальность: Учеб. пособие для вузов.-М.: Высш. школа, 1982.-175 с., ил.
8. Угрюмов Е.П.. Элементы и узлы ЭЦВМ. М.,1976.
9. ЭВМ пятого поколения. Концепции, проблемы, перспективы: Пер с англ./Под ред-ей Т. Мото-Ока.-М.: Финансы и статистика, 1984.-110 с.
10. Симонс Дж. ЭВМ пятого поколения: компьютеры 90-х годов/ Пер. с англ.- М.: Финансы и статистика, 1985.-173 с.
11. Заморин А.П. Этапы интеллектуализации ЭВМ общего назначения.// Электронная вычислительная техника. Сборник статей под ред. В.В.Пржияловского.-1987.-Вып.1 - с.17-25.
12. Поспелов Д.А. Интеллектуальные интерфейсы для ЭВМ новых поколений.// Электронная вычислительная техника. Сборник статей под ред. В.В.Пржияловского.-1989.-Вып.1 - с.4-20.
13. Валиев К.А., Контарев В.Я. Полупроводниковая интегральная микроэлектроника и некоторые тенденции ее развития.-Микроэлектроника, 1972,т.1, вып.1.
14. Федотов Я.А., Старостин В.В., Щука А.А. Электроника четвертого поколения (О функциональной электронике).- М.: Знание, 1985.- 64 с.
15. Основы оптоэлектроники: Пер. с яп.-М.: Мир, 1988-288 с.
16. Свечников С.В. Элементы оптоэлектроники.-М.: Сов. радио, 1971.-320 с.
17. Свечников Г.С. Интегральная оптика.-Киев: Наук. думка, 1988.-166 с.
18. Натрошвили О.Г. Основные проблемы и задачи функциональной оптоэлектроники в вычислительной технике и устройствах управления. // Функциональная оптоэлектроника в вычислительной технике и устройствах управления: Мат. Всесоюз. Конф. – Тбилиси, 1986 г., с. 21-23.

19. Васенков А.А., Коночкин Э.И., Малашевич Б.М. и др. Терминология в технике микропроцессорных интегральных схем и микро-ЭВМ. -Микроэлектроника и полупроводниковые приборы, 1979, вып.4, с. 17-29.
20. ГОСТ 17021-75. Микросхемы интегральные: Термины и определения.
21. Микроэлектронная технология и ее влияние на общество. Сб. статей. Пер. с англ.-М.: Знание, 1987.-160 с.
22. Восьмиканальная ВОЛС между устройствами ЭВМ/Б.В.Алябьев, Н.Г.Басов, Д.К.Сатторов и др. // Квант. электрон.-1977.-т.4, № 7.- с. 1610-1613.
23. Квазиимпульсно-потенциальные элементы и устройства логико-временного типа/Свечников С.В., Кожемяко В.П., Тимченко Л.И.-Киев: Наук. думка, 1987.-256 с.
24. Левин В.К. Структурно-технические характеристики и направления развития высокопроизводительных систем//ЭВТ.-1988.-Вып. 2.-с. 4-16.
25. Имнаишвили Л.Ш. Об одной архитектуре персонального компьютера. // Труды международной конференции "PHOTONICS-ODS 2000",Винница, 2000 , с.72-73.
26. Балашов Е.П. Эволюционный синтез систем.- М.: Радио и связь, 1985, 328 с., ил.
27. Балашов Е.П. Принцип многофункциональности и основные аспекты его использования .// Многофункциональные регулярные вычислительные структуры : Сб. науч. Тр. – Ленинград: Изд-во ленинградского университета, 1978. с. 4-13.
28. Балашов Е.П. и др. Многофункциональные регулярные вычислительные структуры.- М.: Сов. Радио., 1978.-288 с.
29. Николаев В.И., Брук В.М. Системотехника: методы и приложения.-Л.: Машиностроение, Ленингр. Отд-ние, 1985.-199 с., ил.
30. იმნაიშვილი ლ. გამომთვლელი საშუალებების მრავალფუნქციონალური მიმდევრული მოდულების დამუშავება და კვლევა. ავტორეფერატი-თბილისი: 1997, 23 გვ.
31. Прангишвили А.И., Имнаишвили Л.Ш. Элементная база вычислительных средств и принцип многофункциональности. Труды ГТУ-75, 1997.-с.237-240.
32. ფრანგიშვილი ა., იმნაიშვილი ლ., ბენაშვილი ა. ციფრული მრავალფუნქციური დამაგროვებელი სქემების სინთეზი. – თბილისი: გამომცემლობა “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, 2006. - 230 გვ., ISBN 99940-56-07-7.

33. Мищенко В.А., Козюминский В.Д., Семашко А.Н. многофункциональные автоматы и элементная база цифровых ЭВМ. Под ред. В.А.Мищенко.-М.: Радио и связь, 1981. с.240 ил.
34. Алексенко А.Г.. Морфологические показатели цифровых микроэлектронных структур. Микроэлектроника, вып.6, 1973, с.42-59.
35. Эвреинов Э.В., Прангишвили И.В.. Цифровые автоматы с настраиваемой структурой (однородные среды). М., 1974.
36. Цирамуа Г.С., Богатырев В.А., Имнаишвили Л.Ш. О влиянии структуры многофункциональных модулей на некоторые особенности адаптивных вычислительных систем. Сборник статей "Применение ЭВМ и математических методов в управлении производством". ГПИ,1980 г., с. 100-103.
37. Прангишвили А.И., Имнаишвили Л.Ш. Метод прогнозирования функциональных возможностей синтезируемых вычислительных структур. // Датчики и системы, 2003, № 7, с. 53-54.
38. Натрошвили О.Г., Имнаишвили Л.Ш., Саникидзе Д.О. К вопросу представления многофункционального модуля ВТ в виде автомата. Мат. докл.Респ. конференции "Оптоэлектронные методы и средства обработки информации", Винница, 1988 г., с. 66-67.
39. Бенашвили А.М., Имнаишвили Л.Ш. К вопросу синтеза разностных элементов накапливающих схем. // Georgian Engineering News, 2002, #1, с.39-41.
40. Имнаишвили Л.Ш., Бенашвили А.М. К вопросу синтеза асинхронных последовательностных модулей. X Международный школа-семинар "Иверси-98", 1993 г.
41. Имнаишвили Л.Ш., Натрошвили О.Г. Метод синтеза многофункциональных последовательностных модулей // Оптоэлектронные методы и средства обработки изображений: Мат II Всесоюзн. Конф. – Винница, 1987, с.371-375.
42. Имнаишвили Л.Ш., Натрошвили О.Г., Крихели Д.И., Кахишвили Н.И., Гикошвили И.П., Чхаидзе Н.З. А.С. № 1624529. Многофункциональный регистр. – Оpubл. в Б.И., 1991, № 4.
43. Прангишвили А.И., Имнаишвили Л.Ш. Синтез многофункциональных модулей. // Датчики и системы, 2006, № 9.

44. ფრანგიშვილი ა., ბენაშვილი ა., იმნაიშვილი ლ. ასინქრონული ორობითი მთვლელების სინთეზის მეთოდოლოგია.//სტუ-ს სამეცნიერო შრომათა კრებული, 2002. №1 (440), გვ. 69-77.
45. Прангишвили А.И., Имнаишвили Л.Ш., Бенашвили А.М. Методика синтеза асинхронного накапливающего сумматора // Georgian Engineering News, 2002, #1, с.34-38.
46. Алексенко А.Г., Шагурин И.И. Микросхемотехника: Учеб. пособие для вузов / Под ред. И. Степаненко. – М.: Радио и связь, 1982. – 416 с., ил.
47. იმნაიშვილი ლ., ნატროშვილი ო. მრავალფუნქციონალური მიმდევრული მოდულის სინთეზისას მიკროფუნქციების უნივერსალური სიმრავლის განსაზღვრის ერთი მეთოდის შესახებ. – სტუ-ის შრომები, № 13 (369), 1990, გვ. 59-63.
48. Имнаишвили Л.Ш. К вопросу оценки времени реализации функций на многофункциональном последовательностном модуле.// Вопросы микроэлектроники: Тез. Док. IV Республиканской конференции молодых ученых и специалистов. – Тбилиси, 1987 г., с. 133-134.
49. Имнаишвили Л.Ш. Оценка эффективности реализации функции на многофункциональном последовательностном модуле. // Математические методы и измерительно – вычислительные средства обработки изображений: Сб. науч. Трудов. – Тбилиси, 1987 г., с. 77-81.
50. Пепанашвили Н.А., Имнаишвили Л.Ш., Гиоргобиანი Т.М. Программное средства для уменьшения времени контроля ИС в процессе их производства. Тез. докладов конф. "Комплексные автоматические производства и их компоненты", Ленинград, 1990 г.
51. Имнаишвили Л.Ш., Цицишвили Л.А., Вашакидзе А.Г. К вопросу синтеза универсального триггера для многофункциональных последовательностных модулей. // Функциональная оптоэлектроника в вычислительной технике и устройствах управления: Мат. Всесоюз. Конф. – Тбилиси, 1986 г., с. 81-91.
52. Имнаишвили Л.Ш., Натрошвили О.Г., Мебуке Б.К., Цицишвили Л.А. А.С. № 1328927. Многофункциональный триггер. – Оpubл. В Б.И.1987, № 29.
53. Имнаишвили Л. Ш., Гиоргобиანი Т. М., Натрошвили О.Г., Вашакидзе А.Г. Триггерное устройство. А.С. № 1480101 Б.И. №18, 1989 г.
54. Имнаишвили Л.Ш., Гиоргобиანი Т. М. Натрошвили О.Г. Триггерное устройство. А.С. № 1592916 - Б.И. №34, 1990 г.

55. Имнаишвили Л.Ш., Натрошвили О.Г., Кахишвили Н.И., Гикошвили И.П., Гиоргобиани Т.М. Многофункциональный триггер. А.С. № 1598122 - Б.И. №37, 1990 г.
56. Цирамуа Г.С., Имнаишвили Л.Ш. А.С. № 1062688. Управляемый арифметический модуль. – Оpubл. В Б.И., 1983, № 47.
57. Цирамуа Г.С., Дзаганя Т.Б., Имнаишвили Л.Ш. Многофункциональные регистровые элементы вычислительных устройств автоматизированной системы измерения параметров проката. Тез. докл. XXII Республиканской научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава ГПИ, 1979 г.
58. Имнаишвили Л.Ш- Статический регистр. А.С. № 1300566 Б.И. №12, 1987 г.
59. Имнаишвили Л.Ш., Натрошвили О.Г., Пепанашвили Н.А., Кешелашвили Дж., Гикошвили И.П Многофункциональный логический модуль А.С. № 1654808 - Б.И. №21, 1991 г.
60. იმნაიშვილი ლ., ბენაშვილი ა. ორობითი მთვლედი. საპატენტო სიგელი ¹ 3194, ბიულ. № 2, 2004 წ.
61. Цирамуа Г.С., Имнаишвили Л.Ш. А.С. № 962923. Управляемый арифметический модуль. – Оpubл. В Б.И., 198, № 36.
62. Цирамуа Г.С., Имнаишвили Л.Ш., Гочиташвили Л.И. А.С. № 1196851. Управляемый арифметический модуль. – Оpubл. В Б.И., 1985, № 45.
63. Цирамуа Г.С., Имнаишвили Л.Ш. № 1176385. Реверсивный регистр сдвига. – Оpubл. В Б.И. 1985, № 12.
64. Имнаишвили Л.Ш., Натрошвили О.Г. А.С. № 1388952. Статический регистр. – Оpubл. в Б.И., 1988, № 14.
65. იმნაიშვილი ლ. მრავალფუნქციონალური მიმდევრული მოდულების სინთეზი გრაფების საშუალებით. სტუ-ის შრომები, № 13 (369), 1990, გვ. 57-59.
66. Цирамуа Г.С. Имнаишвили Л.Ш. Управляемый логический модуль. А.С. № 1273916 Б.И. №44, 1986 г.
67. Квазиимпульсно-потенциальные оптоэлектронные элементы и устройства логико-временного типа / Свечников С.В., Кожемяко В.П., Тимченко Л.И.-Киев: Наук. Думка, 1987.-256 с.
68. Кожемяко В.П., Натрошвили О.Г., Мартинюк Т.Б., Имнаишвили Л.Ш. Оптоэлектронная схемотехника. УМК ВО УСССР, Киев, 1988 г.,с.276.

69. Имнашвили Л.Ш., Натрошвили О.Г., Кожемяко В.П. К вопросу применения принципа многофункциональности в оптоэлектронных устройствах. Мат. докл. Респ. конференции "Оптоэлектронные методы и средства обработки информации", Винница, 1988 г., с.82-87.
70. Натрошвили О.Г., Имнашвили Л. Ш., Кобесашвили З.К. Повышение эффективности устройств функциональной оптоэлектроники. Мат. Всесоюзной конференции "Оптоэлектронные методы и средства обработки изображений", Винница-Тбилиси, 1987 г., с. 207-212.
71. Кожемяко В. П., Натрошвили О.Г., Тимченко Л.И. Оптоэлектронные параллельные вычислительные устройства: Принципы построения и способы реализации. – Тбилиси: Изд-во Тбилисского университетаБ 1985, 246 с.
72. Имнашвили Л.Ш. К вопросу определения функций, реализуемых на многофункциональном последовательностном модуле // Новые методы и средства вычислительной техники: Сб. статей.-Тбилиси, 1985 г.с. 178-181.
73. Имнашвили Л.Ш., Курдадзе М.А. К вопросу определения надежности многофункционального последовательностного модуля. // Функциональная оптоэлектроника в вычислительной технике и устройствах управления: Мат. Всесоюз. Конф. – Тбилиси, 1986 г., с. 67-80.
74. Имнашвили Л.Ш., Натрошвили О.Г., Вашакидзе А.Г., Бенашвили А.М. Параллельный накапливающий сумматор. А.С.№ 1564616 - Б.И. №18, 1990 г.
75. Имнашвили Л.Ш., Натрошвили О.Г., Саникидзе Д.О. А.С. №1411828. Многофункциональный регистр. – Оpubл. в Б.И., 1988, № 27.
76. Цирамуа Г.С., Имнашвили Л.Ш. А.С. № 832553. Управляемый арифметический модуль. – Оpubл. В Б.И., 1981, № 19.
77. Цирамуа Г.С., Имнашвили Л.Ш. К вопросу синтеза многофункциональных последовательностных модулей // Оптоэлектронные устройства в приборостроении и информатике: мат. док. Всесоюзн. сем.-Тбилиси, 1985.,с.302-305.
78. Кожемяко В.П. Оптоэлектронные логико-временные информационно-вычислительные среды. –Тбилиси: Мецниереба, 1984. 357 с. Ил.
79. Натрошвили О.Г., Имнашвили Л.Ш., Кобесашвили З.К., Прангишвили А.И. Способ сложения десятичных чисел. Сборник научных трудов "Математические и методы и измерительно-вычислительные средства обработки изображений". ГПИ, 1987 г. с.21-28

80. Натрошвили О.Г., Имнашвили Л. Ш., Кобесашвили З.К., Прангишвили А.И. Оптоэлектронный сумматор А.С. № 1386992 Б.И. №13, 1988 г.
81. Натрошвили О.Г., Носов Ю.Р., Кожемяко В.П., Лысенко Г.Л., Саникидзе Д.О., Прангишвили А.И., Имнашвили Л. Ш., Кобесашвили З.К. Оптоэлектронный сумматор. А.С. № 1427364 Б.И. №36, 1988 г.
82. Натрошвили О.Г., Кобесашвили З.К., Имнашвили Л.Ш., Куция В.Л., Абуладзе Т.Д. К вопросу реализации алгоритма вычитания в оптоэлектронных операционных устройствах. Мат. Всесоюзной конференции "Функциональная оптоэлектроника в ВТ и устройствах управления", Тбилиси, 1986 г. с. 158-162.
83. Натрошвили О.Г., Кожемяко В.П., Гунченко О.М., Саникидзе Д.О. Имнашвили Л.Ш. Устройство сравнения на многофункциональных оптоэлектронных модулях. Мат. Всесоюзной конференции "Функциональная оптоэлектроника в ВТ и устройствах управления", Тбилиси, 1986 г. с. 41-46.
84. Натрошвили О.Г., Гигаури В.Г., Имнашвили Л.Ш. Устройство для умножения десятичных чисел. Мат. Всесоюзной конференции "Функциональная оптоэлектроника в ВТ и устройствах управления", Тбилиси, 1986 г. с. 36-39.
85. Гиоргадзе А.Х., Ломинадзе Н.Н., Натрошвили О.Г., Прангишвили А.И., Имнашвили Л. Ш., Методы обработки десятичной информации при представлении операндов в виде фигур. Мат. Всесоюзной конференции "Оптоэлектронные методы и средства обработки изображений", Винница-Тбилиси, 1987 г., с. 89-92.
86. Цирамуа Г.С., Кахеладзе К.Г., Имнашвили Л.Ш. К вопросу реализации логических и арифметических функций на базе многофункциональных регистровых элементов//Тез. Док. XXII Республиканской научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава Грузинского политехнического института и работников производства: Ч.1.-Тбилиси, 1979 г., с.10-11.
87. Натрошвили О.Г., Камкамидзе К.Н., Имнашвили Л.Ш., Гиоргобиани Т.М. К вопросу синтеза оптоэлектронного операционного устройства суммирования. Мат. Всесоюзной конференции "Оптоэлектронные методы и средства обработки изображений", Винница-Тбилиси, 1987 г., с. 237-242.

88. Имнашвили Л.Ш., Гиоргобиани Т.М., Натрошвили О.Г. Оптоэлектронный сумматор. А.С. № 1702355 - Б.И. №48, 1991
89. Натрошвили О.Г., Имнашвили Л.Ш., Кобесашвили З.К., Прангишвили А.И., Гигаури В.Г. Оптоэлектронное устройство для вычитания десятичных чисел. А.С. № 1539754 - Б.И. №4, 1990 г.
90. Натрошвили О.Г., Имнашвили Л.Ш., Кобесашвили З.К. Оптоэлектронное устройство для вычитания десятичных чисел. А.С. № 1697069 - Б.И. №45, 1991 г.
91. Натрошвили О.Г., Имнашвили Л.Ш., Кобесашвили З.К., Гиоргобиани Т.М. Оптоэлектронный модуль. А.С. № 1621171 - Б.И. №2, 1991 г.
92. Натрошвили О.Г., Кожемяко В.П., Имнашвили Л.Ш., Гигаури В.Г. Устройство для сложения длительностей импульсов. А.С. № 1332337 Б.И. №31, 1987 г.
93. Натрошвили О.Г., Имнашвили Л.Ш., Гиоргобиани Т.М. Устройство для сложения длительностей импульсов. А.С. № 1548796 - Б.И. №9, 1990 г.
94. Натрошвили О.Г., Имнашвили Л.Ш., Кобесашвили З.К., Гиоргобиани Т.М. Устройство для сложения длительностей импульсов. А.С. № 1608702 - Б.И. №43, 1990 г.
95. Натрошвили О.Г., Имнашвили Л.Ш., Прангишвили А.И., Гиоргобиани Т.М. О некоторых проблемах организации оптоэлектронных вычислительных устройств конвейерного типа. Сборник научных трудов "Математические и методы и измерительно-вычислительные средства обработки изображений", ГПИ, 1987 г. с.17-20
96. Имнашвили Л.Ш., Кобесашвили З.К., Натрошвили О.Г. Оптоэлектронный сумматор. А.С. № 1548780 - Б.И. №9, 1990 г.
97. Коутс Р., Влейминк И. Интерфейс "человек-компьютер": Пер. с англ.-М.: Мир, 1990.-501 с.
98. Основы инженерной психологии / Б.А.Душков, Б.Ф.Ломов, В.Ф.Рубахин и др.: Под ред. Б.Ф.Ломова. - М.: Высш. шк., 1986.-448 с.
99. Имнашвили Л.Ш. К вопросу усовершенствования интерфейса "Человек-компьютер" персонального компьютера. // Georgian Engineering News, 2001, #2, с. 46-48.
100. იმნაიშვილი ლ., ჰეპანაშვილი ნ., გიორგობიანი თ.მატრიცული დისკლეი. საპატენტო სიგელი № 408, ბიულ. № 3, 1996 წ.

101. Способ ввода алфавитно-цифровых символов при помощи цифровой клавиатуры. Патент ФРГ (DE) # 3712131 A1, 1988 г.
102. Руководство пользователя. Samsung SGH-X200. 2004 г.
103. იმნაიშვილი ლ., პეპანაშვილი ნ., ფირცხალავა ვ. ციფრული (ათობითი) კლავიატურის საშუალებით ალფავიტიურ-ციფრული სიმბოლოების შეტანის ხერხი. საპატენტო სიგელი № 986, ბიულ. № 7, 1997 წ.
104. Схемотехника ЭВМ: Учебник для студентов вузов спец. ЭВМ / Под ред. Г.Н.Соловьева. – М.: Высш. шк., 1985. – 391 с., ил.
105. Цирамуа Г.С., Имнаишвили Л.Ш. Универсальный вычислительный автомат. А.С. № 1196844. Б.И. 45, 1985 г.
106. Имнаишвили Л.Ш. Оценка функциональных возможностей многофункционального последовательностного модуля // Новые методы и средства вычислительной техники: Сб. статей.-Тбилиси, 1985 г., с.94-98.
107. Цирамуа Г.С., Чихладзе Г.А., Имнаишвили Л.Ш. Адаптивное вычислительное устройство. А.С. № 756409 Б.И. №30, 1980 г.
108. Цирамуа Г.С., Чихладзе Г.А., Богатырев В.А., Имнаишвили Л. Ш., Устройство для перебора соединений. А.С. № 911535 Б.И. №9, 1982 г
109. Цирамуа Г.С., Имнаишвили Л.Ш., Цирамуа С.Г., Чхитунидзе М.П. Устройство для перебора соединений. А.С. № 1057952 Б.И. №44, 1983 г.
110. Цирамуа Г.С., Имнаишвили Л. Ш., Цирамуа С.Г. Устройство для определения показателей надежности объектов. А.С. № 1072058 Б.И. №5, 1984 г.
111. Натрошвили О.Г., Имнаишвили Л.Ш., Курдадзе М.А. Повышение надежности функционально-перестраиваемых оптоэлектронных устройств.//Труды международной конференции "PHOTONICS-ODS 2000",Винница, 2000 , с.124.
112. Натрошвили О.Г., Имнаишвили Л.Ш., Пепанашвили Н.А., Кобесашвили З.К., Гиоргобиани Т.М. К вопросу определения надежности многофункционального оптоэлектронного модуля. Тез. докл. IV Всесоюзного совещания"Оптические сканирующие устройства и измерительные приборы на их основе", 1988 г.
113. Имнаишвили Л.Ш., Чхитунидзе М.П., Дойджашвили Н.В. К вопросу проверки и отладки управляющих программ на тренажере многоцелевого назначения. Тез. докл.респуб. научно-технической конференции молодых

ученых, специалистов и работников производства под девизом "Наука-практике", 1984 г.

114. Цирамуа Г.С., Имнаишвили Л.Ш., Парцхаладзе В.В. К вопросу повышения технико-экономических показателей ЭА токарного станка. Тез. докл. респуб. научно-технической конференции "Эффективность применения станков с программным управлением", 1983 г.

115. Цирамуа Г.С., Имнаишвили Л.Ш., Пепанашвили Н.А. К вопросу разработки устройства функционального контроля УЧПУ "Электроника НЦ-31". Тез. докл. респуб. научно-технической конференции "Эффективность применения станков с программным управлением", 1983 г.

116. Цирамуа Г.С., Имнаишвили Л. Ш., Цирамуа С.Г. Устройство для определения показателей надежности объектов. А.С. № 1078439 Б.И. №9, 1984 г.

117. Цирамуа Г.С., Хачиров З.Х., Имнаишвили Л.Ш., Пилишвили П.М., Крихели Д.И. К вопросу повышения надежности УЧПУ класса "Электроника-31". Мат. докл. Всесоюзного семинара "Оптоэлектронные устройства в приборостроении и информатике", -1985 г., с. 289-290

118. Натрошвили О.Г., Имнаишвили Л.Ш., Гиоргобиани Т.Г., Кобесашвили З.К., Пепанашвил Н.А. Устройство для определения количества единиц в двоичном коде. А.С. № 1640692 - Б.И. №13, 1991 г.

119. Имнаишвили.Ш., Бенашвили А.М., Гиоргобиани Т.Г., Натрошвили О.Г.Б Кулиджанов Б.К Устройство для суммирования m n -разрядных последовательно поступающих чисел. А.С. № 1764065 - Б.И. №35, 1992 г.

120. ფრანგიშვილი ა., იმნაიშვილი ლ., მათითაშვილი თ., პეპანაშვილი ნ. ელექტროენერჯის გასაღებისა და აბონენტებთან ანგარიშსწორების ავტომატიზებული სისტემა. საქართველოს საინჟინრო პრობლემები: მდგომარეობა და პერსპექტივები, საქართველოს საინჟინრო აკადემია 1998. გვ. 69-77.

121. Прангишвили А.И., Имнаишвили Л.Ш. Автоматизированная система сбыта электроэнергии и расчета с потребителем. // Датчики и системы, 2004, № 2, с. 44-47.

122. ელექტროენერჯის გასაღებისა და აბონენტებთან ანგარიშსწორების ავტომატიზებული სისტემა. // ენერჯეტიკის რეგულირების მაცნე, 2003, № 5, გვ. 5-9.

123. ფრანგიშვილი ა., იმნაიშვილი ლ., პეპანაშვილი ნ., მათითაშვილი თ., უშვერიძე რ. ელექტროენერჯის მომხმარებელზე მიწოდების ლიმიტირებისა და კონტროლის ხერხი. საპატენტო სიგელი № 1449, ბიულ. № 9, 1998 წ.
124. იმნაიშვილი ლ., უშვერიძე რ., ჭედია ი., პეპანაშვილი ნ., გიორგობიანი თ., ხუბერაშვილი გ., სიტნიკოვი ე. ელექტროენერჯის ინდუქციური მრიცხველის წინასწარ გადახდის მოწყობილობა საპატენტო სიგელი № 881, ბიულ. № 5, 1997 წ.
125. ჩაჩხიანი ე., იმნაიშვილი ლ., დუნდუა ა., მათითაშვილი თ. ტივტივიანი დონის საზომი. - განაცხადი № AP 2004 008566. დადებითი გადაწყვეტილება 27.12.2005 წ-დან.
126. Патент Российской Федерации № 2082109. 1997 г.
127. მჭედლიშვილი კ., იმნაიშვილი ლ. საქართველოს და სამხრეთ კავკასიის ქვეყნებში ავტოსატრანსპორტო საშუალებათა მოძრაობის პარამეტრების უწყვეტი რეგისტრაციის სავალდებულო სისტემის შემოღების შესახებ. საქართველოს შინაგან საქმეთა სამინისტროს აკადემიის შრომები, ნაწ.2, თბილისი, 2001 წ.
128. იმნაიშვილი ლ., მჭედლიშვილი კ. მოთხოვნები საგზაო მოძრაობის თანამედროვე ელექტრონული აპარატურისადმი საქართველოს და სამხრეთ კავკასიის სხვა ქვეყნებში. საერთაშორისო კონფერენციის "უახლესი ტექნოლოგიები საქართველოში" შრომები - ტრანსპორტი, თბილისი, 2002 წ.
129. Коллинз Д., Моррис Д. Анализ дорожно-транспортных происшествий /М., Транспорт, 1971 г.
130. Илларионов В.А. Экпертиза дорожно-транспортных происшествий/М., транспорт,1989 г.
131. კოზმანაშვილი გ., ფრანგიშვილი ა., იმნაიშვილი ლ., გახოკიძე ჯ., მათითაშვილი თ., პეპანაშვილი ნ. სატრანსპორტო საშუალების პარამეტრების განსაზღვრის ხერხი საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევის ექსპერტიზისას. საპატენტო სიგელი № 1139, ბიულ. № 11, 1997 წ.