

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ირაკლი ბერიძე

მაღალი საიმედოობის სწრაფმოქმედი მართვის სქემების  
დამუშავება საისრო ამძრავებისთვის

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის  
მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა - ტრანსპორტი  
შიფრი - 0407

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
თბილისი, 0175, საქართველო  
2016 წელი

საავტორო უფლება © წელი, 2016 წელი, ირაკლი ბერიძე  
თბილისი  
2016 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში  
სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი  
სარკინიგზო ტრანსპორტის დეპარტამენტი

# საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავაცანით ირაკლი ბერიძის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: „მაღალი საიმედოობის სწრაფმოქმედი სქემების დამუშავება საისრო ამძრავებისთვის“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

2016 წელი

ხელმძღვანელი:

პროფესორი

მ. გოცაძე

---

რეცენზენტი:

ასოცირებული პროფესორი

ა. დუნდუა

---

რეცენზენტი:

პროფესორი

თ. მელქაძე

---

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2016 წელი

ავტორი: ირაკლი ბერიძე

დასახელება: „მაღალი საიმედოობის სწრაფმოქმედი მართვის სქემების დამუშავება საისრო ამბრავებისთვის“

ფაკულტეტი : სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობა

ხარისხი: დოქტორი

სხდომა ჩატარდა: თარიღი

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ შემომოყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

---

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო უფლებებით დაცული მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა ის მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

## რეზიუმე

რკინიგზის ტრანსპორტისა და მეტროპოლიტენების გამართული მუშაობისათვის განსაკუთრებული ფუნქცია აკისრიათ ავტომატიკისა და ტელემექანიკის მოწყობილობებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ მატარებელთა მოძრაობის ორგანიზაციასა და უსაფრთხოებას. ამ მოწყობილობათა ერთ-ერთ ძირითად ნაწილს წარმოადგენს ისრის მართვის სქემები, რომელთა სწრაფი და ეფექტური მოქმედება მნიშვნელოვნად ამცირებს მარშრუტის გამზადების დროს და ზრდის რკინიგზებისა და მეტროპოლიტენების გამტარუნარიანობას, ამიტომ ისრული ელექტროამძრავების მართვის სქემები ელექტრული ცენტრალიზაციის ერთ-ერთი ყველაზე საპასუხისმგებლო სქემებია. მათი საშუალებით ხდება ჩაუკეტავ და მოძრავი შემადგენლობიდან თავისუფალ მარშრუტში ისრის ერთი განაპირა მდგომარეობიდან მეორეში გადაყვანა ისე, რომ გამორიცხული უნდა იყოს ისრის გადაყვანა მოძრავი შემადგენლობის ქვეშ, ერთი და იგივე ისრის სხვადასხვა მარშრუტებში ერთდროული გამოყენება და სხვა. ამ სქემის ეფექტურობა ძირითადად განისაზღვრება მათი სწრაფმოქმედობისა და საიმედოობის ხარისხით, რაც განაპირობებს ნაშრომში განხილული პრობლემის აქტუალურობას.

შპს „საქართველოს რკინიგზის“ სიგნალიზაციის, ცენტრალიზაციისა და ბლოკირების დეპარტამენტის ტექნიკურ მოწყობილობათა საექსპლუატაციო მუშაობის 2010 – 2015 წლის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ სიგნალიზაციის, ცენტრალიზაციისა და ბლოკირების მეურნეობის საერთო ჯამური ხარჯი შეადგენს სარკინიგზო საერთო საექსპლუატაციო ხარჯების 45% -ს, აქედან დაახლოებით 20% მოდის საისრე ელექტროამძრავების და მათი შემადგენელი ელემენტების დაზიანებაზე მათ მომსახურებასა და რემონტზე, ასევე საისრე გადამყვანების სხვა ელემენტებზე, რაც თვალნათლივ გვიჩვენებს ისრის მართვის სქემებისა და საისრე ამძრავის კონსტრუქციის გაუმჯობესებული ვარიანტების დამუშავების აუცილებლობას.

თანამედროვე ლიტერატურის გაცნობისა და ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ ავტომატიკისა და ტელემექანიკის სასადგურო სისტემები მიეკუთვნება ტექნიკურად რთულ სისტემებს, რომელთა მუშაობის საიმედოობის ტრადიციული მეთოდებით შეფასება ხშირ შემთხვევაში არ იძლევა სასურველ შედეგს.

ლიტერატურული მონაცემების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ნაშრომში დასმული პრობლემების გადასაწყვეტად სხვადასხვა ქვეყნებში მიმდინარეობს ინტენსიური სამეცნიერო - კვლევითი სამუშაოები, მაგრამ დღეისათვის არ არის დამუშავებული სრულყოფილი ავტომატური მოწყობილობა, რომელიც უზრუნველყოფს ისრის სწრაფად და უსაფრთხოდ გადაყვანას.

იაპონიაში გამოიყენება მუდმივი ან ცვლადი დენის ამძრავის მუშა და საკონტროლო წრედების მაგისტრალური კვება. მარვერსირებელი რელე უშუალოდ ამძრავის კორპუსშია ჩაყენებული. სქემა გაანგარიშებულია ამუშავების აპარატის ერთი კომპლექტით ორი ან მეტი ისრის მიმდევრობით

გადაყვანაზე. მუდმივი დენის საკონტროლო წრედი რელეური მოქმედების ავტოგადამრთველის კონტაქტებით კომუტირდება. სქემა მცირეელემენტიანი და მარტივია, მაგრამ გააჩნია დიდი რაოდენობით სახაზო სადენები და მაგისტრალური კვება.

გერმანიაში დამუშავებულ ცვლადი დენის ისრული ამძრავის მართვის სქემაში იყენებენ ასინქრონული სამფაზიანი ძრავის ასიმეტრიულ ამუშავებას (ორი ფაზა-ნოლი), რომლის შემდეგ მისი გრაგნილები ავტოგადამრთველის მუშა კონტაქტებით „ვარსკვლავური“ სქემის მიხედვით შეერთდება. ისრის გადაყვანის დამთავრებისას გრაგნილები ნულოვან წრედში განირთვება და ამუშავების რელე გამოირთვება ფაზის საკონტროლო რელეს კონტაქტებით.

ისრის შეჭრის შემთხვევაში ამუშავების რელე ამოქმედდება და გამორიცხავს საისრო ამძრავის მართვის შესაძლებლობას. სქემის ნაკლად შეიძლება ჩაითვალოს ის, რომ იგი არ არის გაანგარიშებული შეწყვილებული ისრების მართვისათვის.

ამერიკის შეერთებულ შტატებში გამოყენებული ისრის მართვის სქემა შეიცავს მუდმივი დენის ცენტრალური კვების მქონე სამსადენიან მუშა წრედს, რომელიც ცვლადი დენისა და ფაზური ამორჩევითობის მქონე საკონტროლო წრედთანაა შერწყმული.

საფრანგეთში დამუშავებულია ცვლადი დენით ისრის მართვის ოთხსადენიანი მართვის სქემა, ძრავის მუშა წრედში ავტოგადამრთველის კონტაქტები არ გამოიყენება, მაგრამ ისრის გადაყვანის დამთავრებისას ძრავა გარკვეული დროის გასვლის შემდეგ გამოირთვება, რაც რეალურად ამცირებს სქემის სწრაფმოქმედუნარიანობას.

წარმოდგენილ ნაშრომში შესრულებული კვლევის მიზანი და ამოცანები მდგომარეობს სამამულო და უცხოურ ანალოგებში გამოვლენილი ნაკლოვანებების გათვალისწინებით ახალი სწრაფმოქმედი და საიმედო მართვის სქემების დამუშავებასა და გამოკვლევაში, რაც უზრუნველყოფს მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლებას, აგრეთვე სადგურების გამტარუნარიანობის გაზრდას.

საქართველოს სარკინიგზო მაგისტრალზე ძირითადად გამოიყენება ისრის მართვის ორსადენიანი სქემა. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ ამ სქემას აქვს მთელი რიგი ნაკლოვანებები:

- ისრის მდგომარეობის ყალბი კონტროლის მიღების შესაძლებლობა სახაზო წრედებში მუდმივი დენის მოხვედრის შემთხვევაში სხვა გარეშე წყაროდან;
- ისრის მდგომარეობის ყალბი კონტროლის მიღების შესაძლებლობა სახაზო წრედებში მუდმივი დენის მოხვედრის შემთხვევაში ძრავის კოლექტორზე ელექტრული რკალის წარმოქმნის შემთხვევაში;
- ისრის მდგომარეობის ყალბი კონტროლის მიღების შესაძლებლობა ელექტრული ამძრავის შუალედურ მდგომარეობაში გაჩერებისა და ამუშავების რელეს მოშვების შემთხვევაში;

- ისრის მდგომარეობის ყალბი კონტროლის მიღების შესაძლებლობა სახაზო სადენების ერთმანეთში არევის, ანუ შემთხვევით მათი ადგილების შეცვლის შემთხვევაში;
- საიმედოობის დაბალი მაჩვენებელი და ფუნქციონირების შეზღუდული ვადა კომუტაციური დენებით ამუშავებისა და რევერსული რელეების კონტაქტების ინტენსიური დაზიანებების გამო.

ნაშრომში გამოყენებულია კვლევის თეორიული და ექსპერიმენტული მეთოდები. საიმედოობის თეორიის გამოყენებით განსაზღვრულია ავარიული დაცვის საშუალებების „ცივი“ და „ცხელი“ დარეზერვებით უსაფრთხოების შეფასების კრიტერიუმები.

ექსპერიმენტი ჩატარებულ იქნა საქართველოს რკინიგზაზე და საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში.

დასმული ამოცანების გადაწყვეტისას გამოიყენებოდა ალბათობისა და საიმედოობის თეორიის აპარატი და მეთოდები, აგრეთვე მათემატიკური სტატისტიკის თანამედროვე ხერხები.

წარმოდგენილ ნაშრომში პრობლემების თანამედროვე მდგომარეობის ანალიზისა და სტატისტიკური მაჩვენებლების საფუძველზე ნაჩვენებია, რომ საისრე ამძრავის მართვის სქემებს გააჩნიათ მთელი რიგი ნაკლოვანებებისა, რომლებიც აუარესებს მოძრაობის უსაფრთხოებას.

ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგენილია, რომ შუალედურ სადგურებზე ელექტრული ცენტრალიზაციის მოწყობილობათა მტყუნების 20% -ს შეადგენს ისრებისა და საისრე ამძრავების მტყუნებები.

მოცემულია ელექტროამძრავების მართვის სისტემების დაბალი საიმედოობის მიზეზების ფაქტორული ანალიზი, აგრეთვე საისრო ამძრავების საიმედოობისა და უსაფრთხოების შეფასება რეზერვირებისა და ავარიული დაცვის მოწყობილობათა როლის გათვალისწინებით.

დამუშავებულია ცვლადი დენის საისრო ამძრავის მართვის სქემა უკონტაქტო ელემენტების გამოყენებით.

- დამუშავებულია და შემოთავაზებულია მუდმივი დენის საისრო ამძრავის მართვის ახალი ორსადენიანი სქემა, რომელიც გამორიცხავს ცვეთის ხასიათის მქონე დაზიანებებს, ხოლო საკონტროლო რელეების გრაფილების ორიგინალური ჩართვით გაზრდილია საკონტროლო წრედის საიმედოობა.
- დამუშავებულია საისრო ელექტროამძრავის მართვის ორიგინალური სქემა, რომელიც უზრუნველყოფს ნებისმიერი ისრის ნემისმიერ მდგომარეობაში გადაყვანას მეორე ისრის გადაყვანის მიმართულებისაგან დამოუკიდებლად, გამორიცხავს რომელიმე ამძრავის ჩართვას საისრო უბნის სითავისუფლისა და დაუზიანებლობის კონტროლის გარეშე, რითაც დაცულია მოძრაობის უსაფრთხოების პირობები და გაფართოებულია მოწყობილობების ფუნქციონალური შესაძლებლობები.
- ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ შემოთავაზებული ისრის მართვის ახალი სქემები გაცილებით სწრაფმოქმედი და საიმედოა არსებულ სქემებთან შედარებით.

ნაშრომში განხილულია მიკროკონტროლიორების გამოყენების შესაძლებლობები საისრო ელექტრო ამპრავების მართვისათვის, მათი მოწყობილობა, მოქმედების პრინციპი, როგორც მუდმივი, ისე ცვლადი დენის პირობებში

## Abstract

For running order of railway transport and metropolitan operation, a particular role has automatics and telemechanics devices that ensure the organization and safety of train traffic. The one of main part of these devices represents by points control circuits, the quick and effective action significantly reduces the route preparation time and improves railways and metropolitan capability, thus the point electric drives control circuits are one of the most important schemes of the electric interlocking. Through them becomes transition from un-locked and moving trains on free route from point's one extreme position to another in such manner that would be avoided the points change under the moving train, simultaneous application of the same pointss in different directions and so on. The efficiency of this scheme mainly is determined by the degree of its response speed and reliability that stipulates the actuality of the of stated in the work problem.

The analysis of Georgian Railway LTD signaling, interlocking and blocking department technical devices operational work during 2010 - 2015 years showed that signaling, interlocking and blocking facilities total aggregate cost makes up to 45% of the total railway operating costs, of which about 20% makes maintenance and repair of the point electric drives and their constituent elements damages, as well as other elements of the pointwork, which clearly indicates on the necessity of point control circuits and point drives design improved variants development.

Based on the analysis and estimation of modern literature review is defined that automatics and telemechanics station systems are belonging to technically complex systems, assessment of which operation reliability by traditional methods in most cases does not give the desired result.

The analysis of literature data showed that for solution of stated in the work problems in various countries is carried out intensive scientific - research work, but nowadays are not developed complete automatic device that provides a fast and safe point changes.

In Japan is used a DC or AC current drive operation and control circuits power supply. Reversing relay is arranged directly in the drive's case. The circuit is designed for operation by one set of apparatus of two or more point's successive change. The DC current control circuit by relay action auto switch contacts is commutating. The scheme has small number of elements is and simple, but has a large number of line wires and main power supply.

In developed in Germany alternating current point drive control circuit are applied three-phase asynchronous motors asymmetrical switch-on (two phase-zero), after which its windings will be connected by auto switch working contacts "Star" scheme. At termination of points change windings in zero circuit will be unloaded and switch-on relay will turn-off by phase control relay contacts.

In the case of point cut-in the turn-on relay will be activated and eliminate possibility of point drive control. As a disadvantage of circuit can be considered that it is not designed for the control of conjugated points.



Used in the United States points control circuit includes a having DC current central supply three-wire working circuit that is alternating current and is combined with having phase consequence control circuit.

In France is developed point control four-wire control circuit by AC current, in the motor working circuit auto switch contacts are not used, but at the points change termination the motor after some time will switch-off that actually reduces the response speed of circuit.

The objective and tasks of carried out in the presented work research is presented by development and research with revealing in domestic and foreign analogous disadvantages of the new fast-acting and reliable control circuits that provides improvement in train traffic safety, as well as increasing in stations capabilities.

On the main line of Georgia railway mainly is used the two-wire circuit of the points control. Based on conducted studies is determined that this circuit has a number of disadvantages:

- Possibility of obtaining of point state false control in case of DC current occurring in line circuits from external source;
- Possibility of obtaining of point state false control in case of DC current occurring in line circuits in case of electric arc occurring into the motor collector;
- Possibility of obtaining of point state false control in case of electric drive stop in the intermediate position and loosening of start-up relay;
- Possibility of obtaining of point state false control in case of the potential confusion, or incidental change of their positions;
- a low rate of reliability and limited period of operation due the switching-on due commutating current and intensive damages of reverse relays contacts.

In the work are used the theoretical and experimental methods of study. By application of reliability theory are defined the security evaluation criteria of emergency protection means by "cold" and "hot" redundancy.

The experiment was carried out in Georgia Railways and Georgian Technical University.

At solution of stated task were applied apparatus and methods of probability and reliability theories, as well as modern methods of mathematical statistics.

In the presented work based on analysis of current state of the problems and statistical indicators is show that point drives control circuits have a number of drawbacks that worsening traffic safety.

As result of carried out studies is defined that on intermediate stations up to 11% of the electric interlocking devices failure includes points and point actuators faults.

Is stated the factor analysis of causes electric drive control system low reliability, as well as evaluation of point drives reliability and safety and crash with taking into account the role of redundancy and protection devices.

Is developed AC current point drive control circuit using contactless elements.

Is developed and proposed DC current point drive control new two-wire circuit that excludes depreciation nature damages, while due the control relays windings connection by original insertion is increased reliability of the control circuit.

Is developed the original circuit of point electric drive control that provides the change of arbitrary point in arbitrary position independently from direction, exclude the switch-on of arbitrary point without control of site freeness and running order, thus are protected traffic safety conditions and are increased functional capabilities of devices.

Based on the carried out experimental researches is defined that proposed point control new schemes are fast-acting and reliable in comparison with current circuits.

In the work are considered the possibilities of micro controllers application for point electrical actuators control, their arrangement, principles of action for DC as well as AC voltages

## შინაარსი

შესავალი.....	15
1. ლიტერატურის მიმოხილვა .....	21
1.1. ელექტროამძრავების მართვის სქემების აგების თეორიული საფუძვლები.....	21
1.2. საისრო ამძრავების მართვის საზღვარგარეთული სქემები .....	30
1.3. ისრის მართვის სქემებისადმი წაყენებული ექსპლუატაციურ- ტექნიკური მოთხოვნები.....	39
2. შედეგები და მათი განსჯა .....	61
2.1. საისრო ელექტრული ამძრავები .....	61
2.1.1. საისრო ამძრავების კლასიფიკაცია .....	65
2.1.2. საისრო ელექტრული ამძრავის ელემენტები .....	68
2.2. ისრის მართვის სქემები .....	77
2.2.1. ისრის მართვის ორსადენიანი სქემა .....	77
2.2.2. ისრის მართვის ხუთსადენიანი სქემა .....	84
2.2.3. ისრის მართვა ЭИ-12-00 ცენტრალიზაციის სისტემაში .....	88
2.3. საისრო ელ. ამძრავების საიმედოობისა და უსაფრთხოების შეფასების დროს ავარიული დაცვის საშუალებების დარეზერვება .....	96
2.4. მუდმივი დენის საისრო ამძრავის გაუმჯობესებული მართვის ორსადენიანი სქემის დამუშავება .....	104
2.5. ამუშავების ხელსაწყოების ერთი კომპლექტით რამოდენიმე ისრის მართვის სქემის დამუშავება .....	110
2.6. ცვლადი დენის საისრო ამძრავის მართვის სქემის საიმედოობის ამაღლება .....	115
2.7. ცვლადი დენის საისრო ამძრავის მართვის მოწყობილობების დამუშავება .....	124
2.8. საისრო ელექტრო ამძრავის მართვა და ისრის მდგომარეობის კონტროლი მიკროპროცესორულ ცენტრალიზაციაში .....	129

2.9. საისრო ამბრავების დამუშავებული სქემების ექსპერიმენტული	
კვლევის შედეგები .....	138
დასკვნა .....	141
გამოყენებული ლიტერატურა .....	142

## ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1. 2010-2015 წლების ანალიზის მიხედვით ავტომატიკისა და ტელემექანიკის მოწყობილობებში საისრე გადამყვანებისა და მათი შემადგენელი ელემენტების დაზიანებათა განაწილება .....	40
ცხრილი 2. ისრის მართვის სქემებში გამოყენებული ელექტროამძრავების ელექტრომექანიკური პარამეტრები ...	42
ცხრილი 3. სპვ-6 ტიპის ტიპის ელექტროძრავიანი ისრების დენების სიდიდე ნორმალური გადასვლისას და ელექტროძრავის ფრიქციაზე მუშაობისას. მსპ-0,1 ძრავებით .....	43
ცხრილი 4. სპ-2 ტიპის ტიპის ელექტროძრავიანი ისრების დენების სიდიდე ნორმალური გადასვლისას და ელექტროძრავის ფრიქციაზე მუშაობისას. მსპ-0,1 ძრავებით .....	44
ცხრილი 5. სპ-6 ტიპის ტიპის ელექტროძრავიანი ისრების დენების სიდიდე ნორმალური გადასვლისას და ელექტროძრავის ფრიქციაზე მუშაობისას. მსპ-0,1 ძრავებით .....	45
ცხრილი 6. სპვ-5 ტიპის ტიპის ელექტროძრავიანი ისრების დენების სიდიდე ნორმალური გადასვლისას და ელექტროძრავის ფრიქციაზე მუშაობისას. მსპ-0,15 ძრავებით .....	46
ცხრილი 7. სპ2- ტიპის ტიპის ელექტროძრავიანი ისრების დენების სიდიდე ნორმალური გადასვლისას და ელექტროძრავის ფრიქციაზე მუშაობისას. მსპ-0,15 ძრავებით .....	47
ცხრილი 8. სპ-6 ტიპის ტიპის ელექტროძრავიანი ისრების დენების სიდიდე ნორმალური გადასვლისას და ელექტროძრავის ფრიქციაზე მუშაობისას. მსპ-0,15 ძრავებით .....	48
ცხრილი 9. სპვ-5 ტიპის ტიპის ელექტროძრავიანი ისრების დენების სიდიდე ნორმალური გადასვლისას და ელექტროძრავის ფრიქციაზე მუშაობისას. მსპ-0,25 ძრავებით .....	49
ცხრილი 10. სპ2- ტიპის ტიპის ელექტროძრავიანი ისრების დენების სიდიდე ნორმალური გადასვლისას და ელექტროძრავის ფრიქციაზე მუშაობისას. მსპ-0,25 ძრავებით .....	50
ცხრილი 11. სპ-6 ტიპის ტიპის ელექტროძრავიანი ისრების დენების სიდიდე ნორმალური გადასვლისას და ელექტროძრავის ფრიქციაზე მუშაობისას. მსპ-0,15 ძრავებით .....	51

## ნახაზების ნუსხა

ნახ 1. ისრის მართვის ძირითადი გამშვები ბლოკი შესაბამისი რელეთა კომპლექტით ПС-220; ПС-110 .....	23
ნახ 2. ცვლადი დენის ისრული ამძრავის მართვის სქემა (გერმანია) .....	32
ნახ 3. მუდმივი დენის ისრული ამძრავის მართვის სქემა (იაპონია) .....	34
ნახ 4. მუდმივი დენის ისრული ამძრავის მართვის სქემა (აშშ) .....	36
ნახ 5. ცვლადი დენის ისრული ამძრავის მართვის სქემა (საფრანგეთი) ...	38
ნახ 6. СП ტიპის საისრო ელ. ამძრავი .....	63
ნახ 7. ამერიკული საისრო ელ. ამძრავი .....	64
ნახ 8. საისრო ელ. ამძრავების კლასიფიკაციის სქემა .....	67
ნახ 9. ფრიქციული მექანიზმი .....	70
ნახ 10. ავტოგადამრთველის საკონტაქტო სისტემა .....	72
ნახ 11. ისარზე ელ. ამძრავის დაყენების სქემა .....	75
ნახ 12. ისრის მართვის ორსადენიანი სქემა .....	79
ნახ 13. ისრის მართვის ხუთსადენიანი სქემა .....	87
ნახ 14. ისრების მართვის სქემა ისრების თანმიმდევრული გადაყვანით ..	89
ნახ 15. ისრის მდგომარეობის კონტროლის სქემა .....	91
ნახ 16. მუდმივი დენის საისრო ამძრავის გაუმჯობესებული ორსადენიანი მართვის სქემა .....	105
ნახ 17. ცვლადი დენის საისრო ამძრავის მართვის მოწყობილობა .....	112
ნახ 18. ისრის მართვის სქემა უკონტაქტო რევერსორით .....	116
ნახ 19. ისრის მართვის სქემა ავტოგადამრთველის გარეშე .....	120
ნახ 20. მუშა წრედში დენისა და ძაბვის დამოკიდებულება .....	122
ნახ 21. ЭЦ-МПК სისტემით ისრის მართვის სქემა .....	132
ნახ 22. ისრის მართვის სქემა .....	136

## შესავალი

ევროპა-აზიის სატრანსპორტო დერეფანის ამოქმედებასთან ერთად უფრო გაიზრდება რკინიგზის მნიშვნელობა საქართველოს სატრანსპორტო სისტემაში, რადგან რკინიგზა იყო და იქნება ტვირთების გადატანის მთავარი არტერია. ამ ამოცანის გადაწყვეტაში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება რკინიგზის ავტომატიკის, ტელემექანიკისა და კავშირგაბმულობის მოწყობილობებს, ხოლო ამ მოწყობილობების ერთ-ერთ ძირითად ნაწილს წარმოადგენს ისრის მართვის სქემები.

საისრო გადაყვანების მართვის სქემები ელექტრული ცენტრალიზაციის საპასუხისმგებლო სქემებია, მათ უნდა უზრუნველყონ ჩაუკეტავი და მოძრავი შემადგენლობისაგან თავისუფალ მარშრუტში ისრის ერთი განაპირა მდგომარეობიდან ნებისმიერ განაპირა მდგომარეობაში ისრის გადაყვანა; ისრის ფაქტიური მდგომარეობის კონტროლი (ისარმა შეიძლება დაიკავოს სამი - პლუსოვანი, მინუსოვანი და საშუალო მდებარეობა). საისრო ამძრავების მართვის სქემები სამი - მმართველი, მუშა და საკონტროლო წრედებისაგან შედგება.

მმართველი წრედი მართვის პულტიდან ისრული ელექტროამძრავის ამუშავების ხელსაწყოების ჩართვამდე იგი ამოწმებს იმ პირობების არსებობას, რომლებიც მოძრავი შემადგენლობის უსაფრთხო მოძრაობას უზრუნველყოფენ, ეს პირობებია: იზოლირებული უბნის სითავისუფლე, რომელიც ისრული სალიანდაგო რელეს ფრონტალური კონტაქტით მოწმდება და მოცემული ისრის შემცველი მარშრუტის დაყენების არარსებობა, რომელიც ჩამკეტი რელეს ფრონტალური კონტაქტით მოწმდება.

მმართველი წრედისადმი წაყენებული ერთ-ერთი ძირითადი მოთხოვნაა ის, რომ ამუშავების რელე, რომელიც ელექტროამძრავის მუშა წრედს შერთავს, ხანმოკლე იმპულსისაგან უნდა ამოქმედდეს. მისი ამოქმედება დამოკიდებული არ უნდა იყოს მმართველ კნოპზე დაჭერის ხანგრძლივობაზე. ამოქმედების შემდეგ ამუშავების რელემ ისრის გადაყვანის დამთავრებამდე

ღუზა მიზიდულ მდგომარეობაში უნდა შეინარჩუნოს მუშა წრედში გამავალი დენით. ამით ფიქსირდება კვების წყაროზე ამძრავის ძრავას ფაქტიური მიერთება.

თუ ამუშავების რელე მუშა დენით არ დაბლოკირდა, მაშინ იგი დაუყოვნებლივ უნდა გამოირთოს და და განირთოს მუშა წრედი. ამ მოთხოვნის დარღვევა სამანევრო სვეტიდან ან კომპკურიდან ისრების მართვის რაიონში შემადგენლობის ქვეშ ისრის გადაყვანის საფრთხეს წარმოშობს.

მმართველი წრედისადმი წაყენებული მეორე მოთხოვნა ისაა, რომ ისრის გადაყვანა, რომელიც ისრული უბნის სითავისუფლის დროს იწყება, უნდა დამთავრდეს იმ შემთხვევაშიც, თუ მისი დაწყების შემდეგ ისრულ უბანში მოძრავი ერთეული შევა ან გამმოირთვება სარელსო წრედის კვება.

მმართველი წრედისადმი წაყენებული მესამე მოთხოვნა ისაა, რომ ამუშავების ხელსაწყობის მართვა ისრის მდებარეობაზე არ უნდა იყოს დამოკიდებული, რის შედეგადაც ისრის გადაყვანა დამოკიდებული არ იქნება საკონტროლო წრედის მდგომარეობაზე და შესაძლებელი ხდება კალმები ნებისმიერი მდებარეობიდან იქნეს გადაყვანილი.

მუშა წრედი ისრის ერთი მდგომარეობიდან მეორეში გადაყვანისას კვების წყაროსთან ისრული ამძრავის ძრავას მისაერთებლადაა განკუთვნილი. იგი წარმოიქმნება ისრული ძრავას გრაგნილებით, ამძრავის ავტოგადამრთველის კონტაქტებით, სახაზო სადენებითა და ამუშავების აპარატურის კონტაქტებით.

გამოიყენება ისრული ძრავას რევერსირების ორი, ცენტრალური და ადგილობრივი ხერხი. ცენტრალური რევერსირების დროს ისრული ძრავას ბრუნვის მიმართულება მართვის პულტზე დაყენებული ამუშავების რელეთა კონტაქტების გადართვით იცვლება; ადგილობრივი რევერსირების დროს - კი იგი იცვლება უშუალოდ ამძრავთან ან რელეურ კარადაში მოთავსებული რევერსირების ან ამუშავების რელეს კონტაქტების გადართვით.

მუშა წრედის კვება შეიძლება იყოს ცენტრალური, მაგისტრალური ან ადგილობრივი. ცენტრალური კვების დროს რევერსირების რელეს გამოყენება საშუალებას იძლევა კაბელის ეკონომიის მიზნით მუშა და საკონტროლო



წრედებისათვის ხაზის საერთო სადენები იქნეს გამოყენებული; ამ დროს შეწყვილებული ისრები მიმდევრობით გადაიყვანება; მაგისტრალური და ადგილობრივი კვების შემთხვევაში მუშა და საკონტროლო წრედები არ ერთიანდება და რევერსირების რელეს ფუნქციებია ძრავას მიერთება კვების წყაროებთან და ამძრავის რევერსირება.

მუშა წრედს შემდეგი ძირითადი მოთხოვნები წაეყენება:

მუშა წრედის ნებისმიერი ელემენტის მწყობრიდან გამოსვლა ისრის მომდევნო გადაყვანაზე გვიან არ უნდა გამოძღვანდეს;

ისრული ძრავას ყველა გრაგნილი ნორმალური (საკონტროლო) რეჟიმის შემთხვევაში მუშა წრედის კვების წყაროს პოლუსისგან უნდა იყოს განრთული. ამით სხვა ისრების მუშა მუშა წრედებთან და ელექტრული ცენტრალიზაციის სხვა სალიანდაგო ელემენტების ხაზის წრედებთან ძრავას ერთპოლუსა მიერთებისას იგი მობრუნებისაგანაა დაცული.

ისრული ძრავა, რომლის მუშა წრედს საკონტროლო წრედთან ხაზის საერთო სადენები აქვს, მის გრაგნილებში საკონტროლო დენის გავლის შემთხვევაში არ უნდა მობრუნდეს.

მუშა წრედმა უნდა უზრუნველყოს ისრის ორმაგი (ცენტრალიზებული და ადგილობრივი) მართვისა და ისრების შეწყვილების შესაძლებლობა, ამასთანავე შესაძლებელი უნდა იყოს შეწყვილებული ისრების მიმდევრობითი ან პარალელური გადაყვანა. დაუშვებელია ელექტროამძრავის მუშა წრედის გაერთიანება ნაკლებ საპასუხისმგებლო მოწყობილობათა წრედებთან, კერძოდ ისრების ავტომატური გაწმენდის წრედებთან, ავტოგადამრთველის საკონტაქტო სისტემების გათბობისა და სხვა მსგავს წრედებთან.

მუდმივი დენის მუშა წრედის ერთ-ერთი ძირითადი ნაკლია ამუშავების რელეს კონტაქტების დაშლა საკომუტაციო დენების მოქმედების შედეგად, რომლებიც ამძრავის რევერსირების დროს მაქსიმალურ მნიშვნელობებს ღებულობენ. ამის გამო მიზანშეწონილია მუშა წრედში უკონტაქტო ელემენტები (მაგალითად ტირისტორები) იქნეს გამოყენებული ან მასში რკალჩამქრობი კონტურები არსებობდეს.

საკონტროლო წრედი ისრული ამძრავის ყველა პლუსოვანი, მინუსოვანი და საშუალო მდებარეობის უწყვეტი კონტროლისთვისაა განკუთვნილი. ყველაზე მეტად გავრცელდა სქემური და პოლარული ამორჩევითობის მქონე მუდმივი დენის საკონტროლო წრედები და პოლარული და ფიზიკური ამორჩევითობის მქონე, ცვლადი დენის საკონტროლო წრედები.

საკონტროლო წრედებს წაყენებათ შემდეგი ძირითადი მოთხოვნები: საკონტროლო წრედის ნებისმიერი ელემენტის დაზიანება დაუყონებლივ უნდა გამოძვადვანდეს, რისთვისაც ნორმალური რეჟიმის დროს მათში განუწყვეტლივ უნდა გადიოდეს საკონტროლო დენი.

საკონტროლო ხელსაწყოებს საკონტროლო დენი ამძრავის ავტოგადამრთველის მხრიდან უნდა მიეწოდოს; საკონტროლო დენის ასეთი მიწოდება საკონტროლო წრედს ხაზის სადენებში მომხდარი გაწყვეტისა და მოკლედ შერთვებისაგან გამოწვეული ამოქმედებისაგან იცავს. თუ ამძრავის ავტოგადამრთველის კონსტრუქციაში მისი საკონტროლო კონტაქტების შედუღებადობაა შესაძლებელი, მაშინ კონტაქტების შედუღების შემთხვევაში საკონტროლო წრედი ყალბი კონტროლის წარმოშობისაგან უნდა იყოს დაცული. ისრის საშუალო მდებარეობაში ყოფნისას საკონტროლო ხელსაწყოები კვების წყაროს ყველა პოლუსისაგან განრთული უნდა იყოს. ეს განრთვა ხაზის სადენების შეერთების შემთხვევაში საკონტროლო ხელსაწყოებს ყალბი ამოქმედებისაგან იცავს.

ნორმალური მდგომარეობის დროს მუდმივი დენის ისრული ძრავას კოლექტორში საკონტროლო დენის გავლის შემთხვევაში კოლექტორის გარდამავალი წინაღობის ცვლილებამ ისრის მდგომარეობის კონტროლი არ უნდა დაარღვიოს. ამძრავში ძრავას გამოცვლის ან სარემონტო სამუშაოთა მიმდინარეობის შემთხვევაში საკონტროლო წრედი არ უნდა დაირღვეს.

დაუშვებელია საკონტროლო წრედის გაერთიანება ნაკლებად საპასუხისმგებლო მოწყობილობათა წრედებთან და აგრეთვე მუშა წრედებთან. მუა წრედი შეიცავს ელემენტებს, რომელთა დაზიანებამ შეიძლება საკონტროლო რელე აამოქმედოს.

ამრიგად ირის მართვის სქემების აგება თანამედროვე საელემენტო ბაზის გამოყენებით მეტად აქტუალურია და მნიშვნელოვნად უზრუნველყოფს რკინიგზისა და მეტროპოლიტენის გამტარუნარიანობის გაზრდას და მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლებას. ამასთან ისრის მართვის უკონტაქტო სქემების გამოყენება გაცილებით ეკონომიურია, როგორც დამზადების ისე ექსპლუატაციის თვალთაზრისით.

ნაშრომში შესრულებული კვლევის მიზანი და ამოცანები მდგომარეობს სამამულო და უცხოურ ანალოგებში გამოყენებული ნაკლოვანებების გათვალისწინებით ახალი სწრაფმოქმედი და საიმედო სქემების დამუშავებასა და გამოკვლევაში, რაც უზრუნველყოფს მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლებას, აგრეთვე სადგურების გამტარუნარიანობის გაზრდას.

ნაშრომში მიზნის მისაღწევად დასმული და გადაწყვეტილი იქნა შემდეგი ამოცანები:

- წარმოდგენილია საისრო ამძრავების მართვის სისტემების დაბალი საიმედოობის ფაქტორული ანალიზი;
- მოცემულია საისრო ამძრავების საიმედოობისა და უსაფრთხოების შეფასება რეზერვირებისა და ავარიული დაცვის მოწყობილობების როლის გათვალისწინებით;
- დამუშავებულია ცვლადი დენის საისრო ამძრავის მართვის სქემა უკონტაქტო ელემენტების გამოყენებით;
- დამუშავებულია მუდმივი დენის საისრო ამძრავის მართვის ახალი ორსადენიანი სქემა, რომელიც გამორიცხავს ცვეთის ხასიათის მქონე დაზიანებებს;
- დამუშავებულია საისრო ელექტროამძრავის ორიგინალური სქემა, რომელიც უზრუნველყოფს ამუშავების ერთი კომპლექტით რამდენიმე ისრის გადაყვანას;
- ექსპერიმენტის შედეგად დადგენილია შემოთავაზებული სქემების არსებულ სქემებთან შედარებით მნიშვნელოვანი სწრაფმოქმედება.

ნაშრომში გამოყენებულია კვლევის თეორიული და ექსპერიმენტული მეთოდები, ექსპერიმენტი ჩატარდა საქართველოს რკინიგზაზე და საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში.

დასმული ამოცანების გადასაწყვეტად გამოიყენებოდა ალბათობისა და საიმედოობის თეორიის აპარატი და მეთოდები, აგრეთვე მათემატიკური სტატისტიკის ელემენტები.

ნაშრომში განხილულია მიკროკონტროლერების გამოყენების შესაძლებლობები საისრო ელექტრული ამძრავების მართვისათვის, როგორც მიკროპროცესორული ისე ელექტრონულ ცენტრალიზაციაში.

# 1. ლიტერატურის მიმოხილვა

## 1.1. ელექტროამძრავების მართვის სქემების აგების თეორიული საფუძვლები

საისრო ელექტროამძრავების მართვის სქემები ელექტრული ცენტრალიზაციის საპასუხისმგებლო სქემებია. ძირითადი საექსპლუატაციო მოთხოვნების თამახმად, მათ უნდა უზრუნველყონ ჩაუკეტავი და მოძრავი შემადგენლობისაგან თავისუფალ მარშრუტში ისრის გადაყვანა; ისრის ფაქტიური მდებარეობის კონტროლი (ისარმა შეიძლება დაიკავოს სამი პლუსური, მინუსური და საშუალო მდებარეობა). ისრული ელექტროამძრავების მართვის სქემები სამი - მმართველი, მუშა და საკონტროლო წრედისაგან შედგება.

მმართველი წრედი მართვის პულტიდან ისრული ელექტროამძრავის ამუშავების ხელსაწყოების ჩასართავადაა განკუთვნილი. ამუშავების ხელსაწყოების ჩართვამდე იგი ამოწმებს იმ პირობების არსებობას, რომლებიც მოძრავი შემადგენლობის უსაფრთხო მოძრაობის უზრუნველყოფენ. ეს პირობებია: იზოლირებული უბნის სითავისუფლე, რომელიც ისრული სალიანდაგო რელეს ფრონტალური კონტაქტით მოწმდება და მოცემული ისრის შემცველი მარშრუტის დაყენების არარსებობა, რომელიც ჩამკეტი რელეს ფრონტალური კონტაქტით მოწმდება.

მმართველი წრედისადმი წაყენებული ერთ-ერთი ძირითადი მოთხოვნაა ის, რომ ამუშავების რელე, რომელიც ელექტროამძრავის მუშა წრედს შერთავს, ხანმოკლე იმპულსისგან უნდა ამოქმედდეს. მისი ამოქმედება დამოკიდებული არ უნდა იყოს მმართველ კნოპზე დაჭერის ხანგრძლივობაზე. ამოქმედების შემდეგ ამუშავების რელემ ისრის გადამყვანის დამთავრებამდე ლუზა მიზიდულ მდგომარეობაში მუშა წრედში გამავალი დენით უნდა შეინარჩუნოს. ამით ფიქსირდება კვების წყაროზე ამძრავის ძრავის ფაქტიური მიერთება.

თუ ამუშავების რელე მუშა დენით არ დაბლოკირდა, მაშინ იგი დაუყოვნებლივ უნდა გამოირთოს და მუშა წრედი განირთოს, ამ მოთხოვნის დარღვევა სამანევრო სვეტიდან ან კომპურიდან ისრების მართვის რაიონში შემადგენლობის ქვეშ ისრის გადაყვანის საფრთხეს წარმოშობს, ამ შემთხვევაში სრული საფეხურების შებრუნების ამუშავების რელე უწყვეტადაა დენის ქვეშ და ძრავას შეერთებული აქვს ძრავის ამუშავების წრედი. საკმაოდ მჭიდრო კონტაქტის არსებობისას, მაგალითად, ამძრავის ავტოგადამრთველში, ისრის გადაყვანა შესაძლებელია მასზე მატარებელთა მოძრაობისას დაიწყოს; მას რყევის შედეგად კონტაქტის აღდგენა იწვევს.

ასეთი მოთხოვნის შესასრულებლად ისრული ამძრავების მართვის თანამედროვე სქემებში ამუშავების ორ რელეს იყენებენ, რომელთაგანაც ერთი ნეიტრალური, ხოლო მეორე პოლარიზებული ტიპისაა. ამუშავების ნეიტრალური რელეს ამოქმედების შემდეგ პოლარიზებული რელე გადართავს კონტაქტებს და ნეიტრალური რელეს აგზნების გრაგნილის კვების წრედი განიტვირთება შემდგომში ამუშავების რელეს დენური (დაბალმომიანი) გრაგნილი, რომელიც ამძრავის მუშა წრედშია ჩართული, მისი წესიერულობის შემთხვევაში ისრის გადაყვანის დამთავრებამდე რელეს ფრონტალურ კონტაქტს შერთულ მდგომარეობაში შეინარჩუნებს. არსებობს სქემები, რომლებშიც ეს მოთხოვნა არ სრულდება და ამუშავების კნოპი, ოღონდ სახიფათო სიტუაციების გამოსარიცხად გარკვეული გათვლის შემდეგ მათში მუშა წრედები ავტომატურად განირთება. ნახაზზე 1 იხილეთ ისრის მართვის ძირითადი ბლოკი შესაბამისი რელეებით.



ნახ.№1. ისრის ორსადენიანი მართვის ძირითადი გამშვები ბლოკი შესაბამისი რელეთა კომპლექტით ПС-220; ПС-110.

მმართველი წრედისადმი წაყენებული მეოთხე მოთხოვნა ისაა, რომ ისრის გადაყვანა, რომელიც ისრული უბნის სითავისუფლის დროს იწყება, უნდა დამთავრდეს იმ შემთხვევაში, თუ მისი დაწყების შემდეგ ისრულ უბანში მოძრავი ერთეული შევა ან სარელსო წრედის კვება გამოირთვება. ამით თავიდან იქნა აცილებული კალმების განაპირა მდებარეობაში მოძრავი შემადგენლობის რელსებიდან აცდენები.

მმართველი წრედისადმი წაყენებული მესამე პირობა ისაა, რომ ამუშავების ხელსაწყობის მართვა ისრის მდებარეობაზე არ უნდა იყოს დამოკიდებული, რის შედეგადაც ისრის გადაყვანა დამოკიდებული არ იქნება საკონტროლო

წრედის მდგომარეობაზე და შესაძლებელი ხდება კალმების ნებისმიერი მდებარეობიდან იქნას გადმოყვანილი.

გარდა ამისა, ამუშავების ხელსაწყოების კონტაქტები მუშა წრედში მაქსიმალური დენის (ისრული ძრავას ამუშავების დენის) კომპუტაციაზე უნდა იყოს გაანგარიშებული და ამძრავის ნორმალური მდებარეობის შემთხვევაში ამძრავის მართვისა და კონტროლის ორგანოების მდებარეობას უნდა შეესაბამოს.

მუშა წრედი ისრის ერთი მდებარეობიდან მეორეში გადაყვანისას კვების წყაროსთან ისრული ამძრავის ძრავის მისაერთებლადაა განკუთვნილი. იგი წარმოიქმნება ისრული ძრავას გრაგნილებით, ამ ძრავის ავტოგადამრთველის კონტაქტებით, ხაზის სადენებითა და ამუშავების აპარატურის კონტაქტებით. გამოიყენება ისრული ძრავას რევერსირების ორი - ცენტრალური და ადგილობრივი ხერხი. ცენტრალური რევერსირების დროს ისრული ძრავას ბრუნვის კონტაქტების გადართვით იცვლება; ადგილობრივი რევერსირების დროს კი იგი იცვლება უშუალოდ ამძრავთან ან რელეურ კარადაში მოთავსებული რევერსირების ამუშავების რელეს კონტაქტების გადართვით. მუდმივი დენის ძრავას რევერსირებას ღუზის ან სტარტის გრაგნილებით შექმნილი მაგნიტური ნაკადის მიმართულების ცვლილებით აღწევენ. სამფაზიანი დენის ძრავების რევერსირება სტარტის ორ გრაგნილში ფაზების გადართვით ხორციელდება.

მუშა წრედის კვება შეიძლება ცენტრალური, მაგისტრალური ან ადგილობრივი. ცენტრალური კვების დროს რევერსირების რელეს გამოყენება საშუალებას იძლევა კაბელის ეკონომიის მიზნით მუშა და საკონტროლო წრედებისთვის ხაზის საერთო სადენები იქნება გამოყენებული; ამ დროს შეწყვილებული ისრები მომდევნოებით გადაიყვანება; ცვლადი დენის გარეშე ამ ძალების მოქმედების ძრავას მობრუნების ალბათობის შესამცირებლად კონტროლის რეჟიმში ისრული ძრავას გრაგნილები ხაზის სადენებიდან გამოირთვება.



მაგისტრალური და ადგილობრივი კვების შემთხვევაში მუშა და საკონტროლო წრედები არ ერთიანდება და რევერსირების რელეს ფუნქციებია ძრავას მიერთება კვების წყაროებთან ამძრავის რევერსირება. გადაყვანის დამთავრების შემდეგ მუშა წრედის განრთვის ორი ხერხი გამოიყენება: ამძრავის ავტოგადამრთველის კონტაქტებით (ისრის გადაყვანის დამთავრებისას ამძრავის თვითგამორთვით) და ამ საკონტროლო წრედის შერთვის შემდეგ ამუშავების მოწყობილობათა კონტაქტებით. თვითგამორთვა მმართველ ან საკონტროლო წრედებში არსებულ დაზიანების შემთხვევაში ფრიქციაზე ძრავას ხანგრძლივ მუშაობას გამორიცხავს: იგი ისეთ რეჟიმს უზრუნველყოფს, რომლის დროსაც ამუშავების რელეს კონტაქტები ფრიქციის დენის კომპუტირებას ახდენს მხოლოდ ძრავას რევერსირებისას, როდესაც რაიმე მიზეზით ისარი განაპირა მდებარეობას ვერ იკავებს. მეორე შემთხვევაში ფრიქციის დენები ყოველთვის კომპუტირდება, რადგან მუშა წრედი დროის დაყოვნების შემდეგ განირთვება: დაყოვნების დროს ამუშავების რელე გამორთვის დროის ტოლია. იმის გამო, რომ მუშა წრედში ავროგადამრთველის კონტაქტების მცირე რაოდენობა მონაწილეობს და შესაძლებელია ამძრავში უკონტაქტო გადამრთველი მოწყობილობა ფართოდ იყოს გამოყენებული, ამიტომ მეორე ხერხი გარკვეული საექსპლუატაციო უპირატესობით ხასიათდება.

მუშა წრედს შემდეგი ძირითადი მოთხოვნები წაეყენება:

მუშა წრედის ნებისმიერი ელემენტის მწყობრიდან გამოსვლა ისრის მომდევნო გადაყვანაზე გვიან არ უნდა გამოიქვანდეს.

ისრული ძრავას ყველა გრაგნილი ნორმალური საკონტროლო რეჟიმის შემთხვევაში მუშა წრედის კვების წყაროს პოლუსისგან უნდა იყოს განრთული. ამით სხვა ისრების მუშა წრედებთან და ელექტრული ცენტრალიზაციის სხვა სალიანდაგო ელემენტების ხაზის წრედებთან ძრავას ერთპოლუსა მიერთებისას იგი მობრუნებისგანაა დაცული;

ისრული ძრავა, რომლის მუშა წრედი საკონტროლო წრედთან ხაზის საერთო სადენი აქვს, მისი გრაგნილებში საკონტროლო დენის გავლის შემთხვევაში არ უნდა მობრუნდეს.

მუშა წრედმა უნდა უზრუნველყოს ისრის ორმაგი (ცენტრალიზებული და ადგილობრივი) მართვისა და ისრების შეწყვილების შესაძლებლობა, ამასთანავე შესაძლებელი უნდა იყოს შეწყვილებული ისრების მიმდევრობითი ან პარალელური გადაყვანა; დაუშვებელია ელექტროამძრავის მუშა წრედის გაერთიანება ნაკლებ საპასუხისმგებლო მოწყობილობათა წრედებთან, ავტოგადამრთველის საკონტაქტო სისტემების გათბობისა და სხვა ამგვარ წრედებთან.

ისრული ამძრავი დაცული უნდა იყოს ხაზის სადენებში ინდუქციურებული ცვლადი ამ ძალის მოქმედებით გამოწვეული მობრუნებისაგან, როცა ამძრავის მართვის სქემა არ აკონტროლებს მის სახაზო ნაწილში დამიწების წარმოშობას.

მუდმივი დენის მუშა წრედის ერთ-ერთი ძირითადი ნაკლია ამუშავების რელეს კონტაქტების დაშლა საკომუტაციო დენების მოქმედების შედეგად, რომლებიც ამძრავის რევერსირების დროს მაქსიმალურ მნიშვნელობებს ღებულობენ. ამის გამო მიზანშეწონილია მუშა წრედში უკონტაქტო ელემენტები (მაგალითად: ტირისტორები) იქნეს გამოყენებული ან მასში რკალჩამქრობი კონტურები არსებობდეს.

საკონტროლო წრედი ისრული ამძრავის ყველა პლუსური, მინუსური და საშუალოდ მდებარეობის უწყვეტი კონტროლისთვისაა განკუთვნილი. ყველაზე მეტად გავრცელდა სქემური და პოლარული ამორჩევითობის მქონე მუდმივი დენის საკონტროლო წრედები და პოლარული და ფიზიკური ამორჩევითობის მქონე, ცვლადი დენის საკონტროლო წრედები.

სქემური ამორჩევითობის მქონე საკონტროლო წრედი ყალბი კონტროლისაგან საიმედოდაა დაცული, ვინაიდან თითოეულ საკონტროლო რელეს ავტოგადამრთველის კონტაქტებთან და კვების წყაროებთან ხაზის დამოუკიდებელი სადენებითაა დაკავშირებული. საკონტროლო რელეები

კვებას ამძრავის მხრიდან იღებენ; ავტოგადამრთველის კონტაქტები საკონტროლო რელეთა წრედის ორპოლუსიან კომუტაციას ახდენენ, რაც სადენის შეერთების შემთხვევაში რელეთა ამოქმედებას გამორიცხავს.

პოლარული ამორჩევითობის მქონე, მუდმივი დენის საკონტროლო წრეში პლუსური და მინუსური კონტროლის სიგნალები პირდაპირი და უკუმდმართულების დენის მიეწოდება; ამ დენის მიწოდება ავტოგადამრთველის საკონტროლო კონტაქტების მდგომარეობაზე დამოკიდებული და ისინი სიმპოზიციური რელეთი აღიქმება. კომბინირებული რელეს პოლარიზებული ღუზის გადაურთველობის შემთხვევაში სქემა ყალბი კონტროლისაგან დაცულია; ამ დაცვისათვის მამეორებული საკონტროლო რელეა დაყენებული ან სქემაზე ამუშავებისა და საკონტროლო რელეთა კონტაქტების მდგომარეობათა შესაბამისობა მოქმედებს. სქემის ნაკლი ისაა, რომ მასში ის სრული საკონტროლო რელეთა მაგისტრალური კვებაა გამოყენებული, ხოლო ინდივიდუალური კვების გამოყენება სქემას მრავალსადენიანს ხდის.

ყველაზე მეტად პოლარული ამორჩევითობის ცვლადი დენის საკონტროლო წრედი (ვენტილური საკონტროლო წრედი) გავრცელდა. ეს იმით აიხსნება, რომ მას თითოეული ისრისათვის კვების ინდივიდუალური წყარო და ხაზის სადენების მინიმალური რაოდენობა აქვს. ხაზი ორი სადენისაგან შედგება, რომლებიც ერთდროულად მუშა წრედისათვისაც შეიძლება იქნას გამოყენებული. კომბინირებული ტიპის რელე ხაზის ორივე სადენშია ჩართული, რომლებშიც ცვლადი დენი ინდივიდუალური ტრანსფორმატორისგან მიეწოდება. რელეს გრაგნილების პარალელურად ვენტილია მიერთებული; რელეს გრაგნილების მიმართ ვენტილის მდებარეობა ავტოგადამრთველის კონტაქტებით განისაზღვრება და ამ მდებარეობაზე დამოკიდებულების გამო საკონტროლო რელე პლუსური ან მინუსური პოლარობის მქონე გამართული დენით ამოქმედდება. ავტოგადამრთველის კონტაქტებით ვენტილის, აგრეთვე ინდივიდუალური ტრანსფორმატორისაგან კვების წრედის ორპოლუსიანი განრთვის გამო,

ხაზების შეერთების შემთხვევაში საკონტროლო რელე ყალბი ამოქმედებისგან საიმედოდაა დაცული.

ფაზური ამორჩევითობის მქონე ცვლადი დენის საკონტროლო წრედი ადგილობრივ და სახაზო გრაგნილებიან ფაზათმგრძნობიარე საკონტროლო რელეებს შეიცავს. ასეთი სქემები ყალბი ამოქმედებისგან საიმედოდაა დაცული, მაგრამ ისინი მაგისტრალურ კვებას ითხოვენ, ხოლო ცენტრალური კვების შემთხვევაში, მრავალსადენიანი ხდებიან.

საკონტროლო წრედებს შემდეგი ძირითადი მოთხოვნები წაეყენებათ: საკონტროლო წრედის ნებისმიერი ელემენტის დაზიანება დაუყოვნებლივ უნდა გამოიყვანდეს, რისთვისაც ნორმალური რეჟიმის დროს მათში განუწყვეტლივ უნდა გადიოდეს საკონტროლო დენი;

საკონტროლო ხელსაწყოებს საკონტროლო დენი ამძრავის ავტოგადამრთველის მხრიდან უნდა მიეწოდოს; საკონტროლო დენის ასეთი მიწოდება საკონტროლო წრედს ხაზის სადენებში მომხდარი გაწყვეტებისა და მოკლედ შეერთებისაგან გამოწვეული ამოქმედებისგან იცავს; თუ ამძრავის ავტოგადამრთველის კონსტრუქციაში მისი საკონტროლო კონტაქტების

შედულების შემთხვევაში საკონტროლო წრედი ყალბი კონტროლის წარმოშობისგან უნდა იყოს დაცული;

ისრის საშუალებები მდებარეობაში ყოფნისა საკონტროლო ხელსაწყოები კვების წყაროს ყველა პოლუსისგან განრთული უნდა იყოს. ეს განრთვა ხაზის სადენების შეერთების შემთხვევაში საკონტროლო ხელსაწყოების ყალბი ამოქმედებისგან იცავს;

ისრული ამძრავის საკონტროლო ორგანოებად უნდა იქნეს ხელსაწყოები, რომელთა ცვლადი დენით ასამოქმედებლად 80-100 ვოლტზე არანაკლები ძაბვაა საჭირო. ის იცავს მათ გრძივი ელექტრო მაგნიტურად ძალების ზემოქმედებისაგან;

პოლარიზებული რელეს ლუზის მუშაობაში მომხდარი მტყუნების, მცველების გადაწვის, რელეს დროითი მახასიათებლების ცვლილების, ხაზის

სადენების დამიწებების, ტევადური წინაღობების კაბელის მარღვების შეერთებისა და სქემის ნებისმიერ ნაწილში გარდამავალი პროცესების არსებობისას საკონტროლო წრედში სახიფათო მდგომარეობები არ უნდა წარმოიშვას.

## 1.2. ისრული ელექტროამძრავების მართვის საზღვარგარეთული სქემების მიმოხილვა

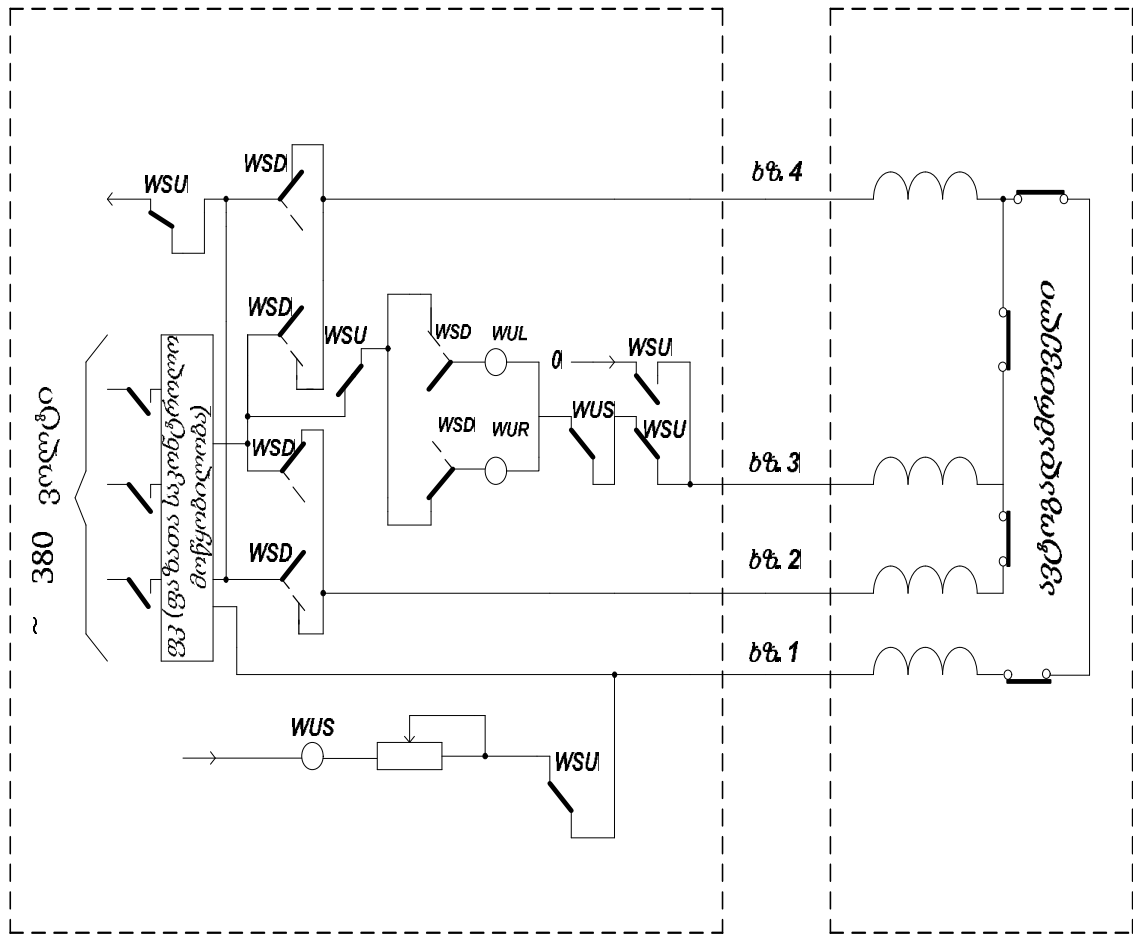
უცხოეთის მოწინავე (გერმანია, იაპონია, აშშ, საფრანგეთი და ა.შ) ქვეყნების რკინიგზებზე გამოიყენება როგორც მუდმივი, ასევე ცვლადი, დენის საისრო ელექტროამძრავები; აღნიშნული ამძრავების სამართავად დამუშავებულია მმართველი, მუშა და საკონტროლო წრედების შემცველი რელეური (კონტაქტური) სქემები. საკონტროლო წრედები დროში უწყვეტად აკონტროლებს ისრის სამივე (პლუსოვან, მინუსოვან და საშუალო) მდებარეობას და სათანადო ინფორმაციებს გადასცემს როგორც პულტ-ტაბლოზე, ასევე ელექტრული ცენტრალიზაციის სისტემის ცალკეულ სქემებში; მმართველი და მუშა წრედები ფუნქციონირებს მხოლოდ ისრის გადაყვანის პერიოდში. სამივე წრედს წაეყენება ჩვენს მიერ ზემოთ ფორმირებული საექსპლუატაციო-ტექნიკური მოთხოვნები. ზოგადად, ისრული ელექტროამძრავების მართვის საზღვარგარეთ სქემების აგებისა და ფუნქციონირების პრინციპები ზემოთ განხილული სქემების ანალოგიური პრინციპების მსგავსია. ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდება მხოლოდ ტექნიკური გადაწყვეტებითა და გამოყენებული საელემენტო ბაზით.

გერმანიაში გამოყენებული ცვლადი დენის ისრული ელექტროამძრავის მართვის სქემის მიერ (ნახ. №2) სამფაზიანი ასინქრონული ძრავა ასიმეტრიულად ამოქმედდება (ორი ფაზა-0) შემდგომში ავტოგადამრთველის კონტაქტებით მისი გრაგნილების ვარსკვლავისებურად შეერთებით. ისრის გადაყვანის დამთავრების შემდეგ გრაგნილები ნულოვან წერტილში გაითიშება და ფაზების მაკონტროლებელი რელეს კონტაქტებით ამოირთვება ამუშავების WSU რელე. ისრის შეჭრისას ამოქმედდება WUS რელე და გამორიცხავს ისრული ელექტროამძრავის მართვის შესაძლებლობას. საკონტროლო წრედად

გამოიყენება მუდმივი დენის სქემური არჩევნიანი წრედი; იგი შეიცავს ისრების მდებარეობის მაკონტროლებელ ორ - WUL ცენტრალური პოსტიდან იკვებება ისრული ელექტროამძრავის გრაგნილის შემცველი წრედით.

მუშა წრედზე მოდებულია კვების მაღალი (380 ვოლტის ტოლი) ძაბვა; ამის შედეგად ცენტრალიზაციის პოსტიდან მნიშვნელოვანი მანძილით დაშორებული ისრების მართვისას საჭირო არ არის საკაბელო ძარღვების კვეთების გაზრდა.

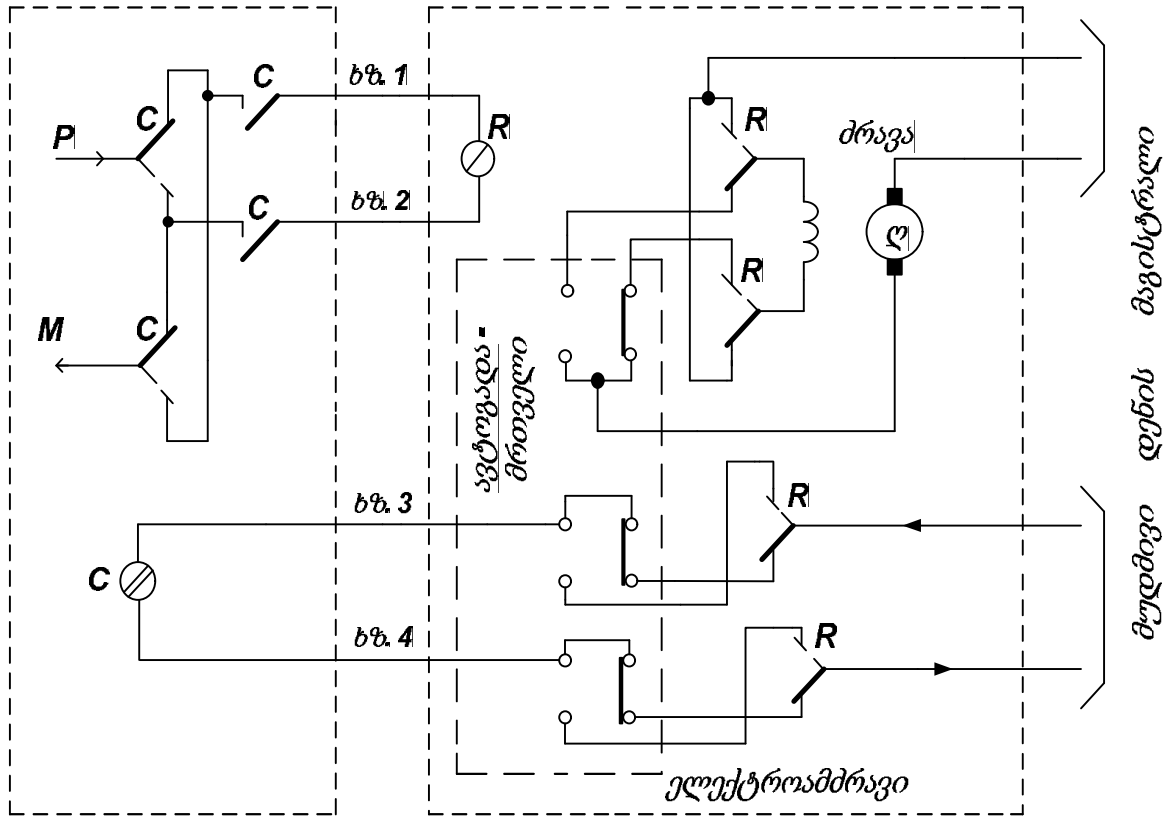
სქემა არაა გათვალისწინებული შეწყვილებული ისრების მართვისათვის. გამოიყენება ავტოგადამრთველის კონტაქტებით საკონტროლო წრედის ერთპოლუსოვანი განრთვა; ამის გამო ისრის საშუალებდო მდებარეობაში ყოფნის დროს არსებობს ყალბი კონტროლის წარმოშობის საშიშროება, თუ დაგროვდა არაკონტროლირებადი დაზიანებები.



ნახ.2. ცვლადი დენის ისრული ამძრავის მართვის სქემა (გერმანია)

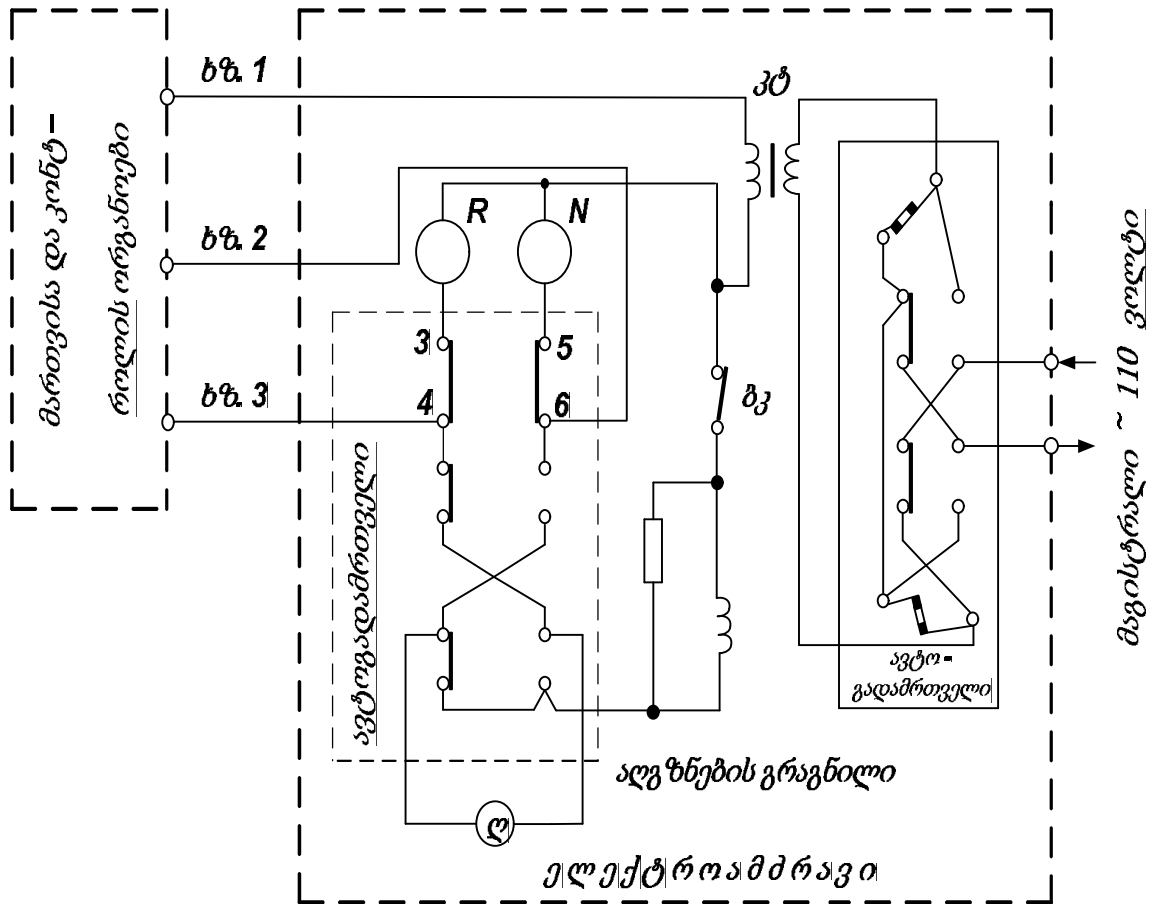


იაპონიაში გამოყენებული მუდმივი დენის ისრული ელექტროამძრავის მართვის სქემაში (ნახ.№3) მუშა და საკონტროლო წრედები მაგისტრალურად იკვებება. მარევერსირებელი R რელე უშუალოდ ამძრავშია მოთავსებული. მუდმივი დენის ელექტრულ ძრავას აქვს აგზების ერთი გრაგნილი; ნორმალურად ძრავა სახაზო სადენებიდან ორპოლუსურადაა განრთული. სქემას ამუშავების ერთი კომპლექტით შეუძლია ორი და მეტი ისრის მიმდევრობითი გადაყვანა. საკონტროლო წრედად გამოიყენება მუდმივი დენის პოლარული არჩევნიანი წრედი. სქემა შეიცავს მცირე რაოდენობის ელემენტებს, მარტივია, მაგრამ გააჩნია დიდი რაოდენობის სადენები. მის ნაკლად ითვლება მაგისტრალური კვების გამოყენებაც.



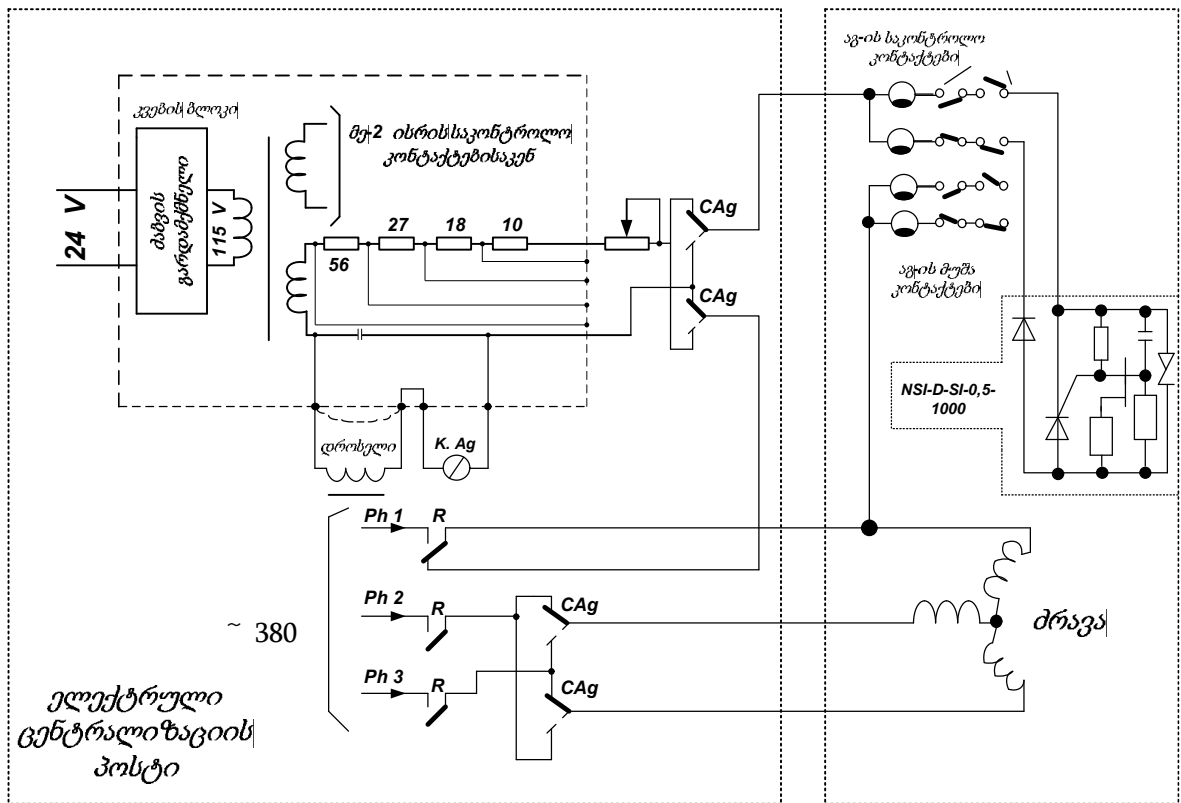
ნახ. 3. მუდმივი დენის ისრული ამბრავის მართვის სქემა (იაპონია)

აშშ-ში გამოყენებული მუდმივი დენის ისრული ელექტროამძრავის მართვის ერთ-ერთი სქემა (ნახN<sup>4</sup>.) შეიცავს მუდმივი დენის სამსადენიან მუშა წრედს; იგი იკვებება ცენტრალური პოსტიდან და შეთავსებულია ცვლადი დენის ფაზური ამორჩევის მქონე საკონტროლი წრედთან. რევერსირება ხდება სპეციალური R და N რელეებით, რომელთა ამოქმედება იწვევს ავტოგადამრთველის 3-4 ან 5-6 კონტაქტების შერთვას. მუშა კონტაქტები შეიძლება გადართოს ელექტროამძრავის საკონტროლო სახაზავითა და მარევერსირებელი რელეთი.



ნახ. 4. მუდმივი დენის ისრული ამბრავის მართვის სქემა (აშშ)

საფრანგეთში გავრცელებული ცვლადი დენის ისრული ელექტროამპრავის მართვის ოთხსადენიან სქემაში (ნახN<sup>5</sup>.) სამფაზიანი ასინქრონული ძრავისა და 380 ვოლტის ტოლი კვების ძაბვის გამოყენება ცენტრალიზაციის პოსტიდან 3 კილომეტრამდე მანძილით დაშორებული ამპრავების მართვის საშუალებას იძლევა. ძრავის წრედში ავტოგადამრთველი კონტაქტები არ არის გამოყენებული; სქემის მუშა და საკონტროლო წრედები ჩამოჰგავს საბჭოთა კავშირის ზოგიერთ მახარისხებელ სადგურში 1950 წლიდან გამოყენებული სქემის ხაზურ ნაწილს. ისრის გადაყვანის დამთავრების შემდეგ ძრავა დროის შეყოვნებით ამოირთვება. სქემაში გამოიყენება ვენტილური ტიპის საკონტროლო წრედი; გამართული დენის ცვლადი მდგენელის ზემოქმედებით გამოწვეული ვიბრაციისაგან საკონტროლო რელეს დასაცავად, იგი შეიცავს სპეციალურ ტირისტორ-ტრანზისტორულ სქემას.



ნახ.№5 . ცვლადი დენის ისრული ამძრავის მართვის სქემა (საფრანგეთი)

### 1.3. ისრის მართვის სქემებისადმი წაყენებული ექსპლუატაციურ-ტექნიკური მოთხოვნები

თანამედროვე მეცნიერებაში და წარმოებაში მთელი რიგი მიხწევები, იძლევა იმის საშუალებას, რომ გამოყენებულ იქნეს ესა თუ ის პრინციპი თუ სტრუქტურული მეთოდები სავსე მოწყობილობების კონსტრუქციის შესაქმნელად, მიღებულ იქნეს ახალი კონსტრუქციული გადაწყვეტილებები, ხელსაწყოები, ტექნოლოგიები, რომლებიც ემსახურება იმას, რომ საგრძნობლად გაიზარდოს საიმედოობა, უსაფრთხოება და უზრუნველყოს ექსპლუატაციაში მათი მუშაობა მინიმალური დანახარჯებით. ამასთან დაკავშირებით წარმოიქმნება აუცილებლობა ტექნოლოგიური საშუალებების შესაბამისობაში მოყვანა ავტომატიკის,

ტელემექანიკისა და კავშირგაბმულობის სარკინიგზო მოწყობილობების უსაფრთხოების თანამედროვე მოთხოვნებთან.

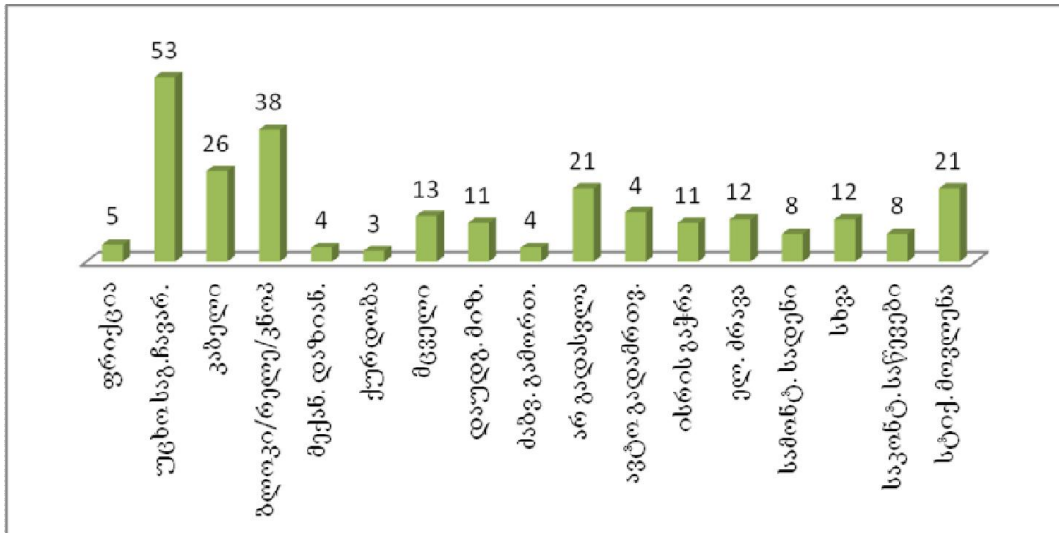
სიგნალიზაციის, ცენტრალიზაციისა და ბლოკირების მოწყობილობათა მტყუნების ანალიზმა უჩვენა, რომ დაახლოებით 85% დაზიანებებისა არის ექსპლუატაციის შედეგად, ხოლო დანარჩენი ქარხნული წუნით გამოწვეული ან კონსტრუქციული დაზიანებებია.

CII - ტიპის საისრე ელ. ამძრავების დაზიანებები შეადგენს 28%-ზე მეტს საერთო დაზიანებებიდან, ამიტომ უმნიშვნელოვანესი გადაწყვეტილებები საისრე გადამყვანების ეფექტური ექსპლუატაციისათვის არის მათი საიმედო მუშაობის წინაპირობა, ამათგან პირველ რიგში აღსანიშნავია საისრე ელ. ძრავი ავტოგადამრთველი, მუშა და საკონტროლო კონტაქტები.

თანამედროვე ეკონომიკურ პირობებში ექსპლუატაციაში მყოფი CII - ტიპის საისრე ელ. ამძრავების მუშაობის საიმედოობის ამაღლება ხორციელდება უფრო მეტად საპასუხისმგებლო კვანძებისა და დეტალების მოდერნიზაციის ხარჯზე, ტექნოლოგიური მომსახურებების სისტემის სრულყოფით და მათი რემონტისა და საექსპლუატაციო ხარჯების შემცირებისას.

სიგნალიზაციისა და ბლოკირების მეურნეობის საერთო ჯამური ხარჯი შეადგენს 45%-ს სარკინიგზო ხარჯების საერთო საექსპლუატაციო ხარჯებიდან, ამათგან დაახლოებით 15% ხარჯებისა მოდის CII - ტიპის საისრე ელ. ამძრავების ტექნიკურ მომსახურებაზე და რემონტზე, ასევე საისრე გადამყვანების სხვა ელემენტებზე.

სარკინიგზო ტრანსპორტის ავტომატიკისა და ტელემექანიკის მოწყობილობათა მომსახურებისა და რემონტის ენერგო ეკონომიური ტექნოლოგიების დანერგვა საექსპლუატაციო ხარჯების შემცირების მიზნით არის ერთ-ერთი მთავარი მოთხოვნა სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრამებისა.



**ცხრილი 1. სიგნალიზაციის, ცენტრალიზაციისა და ბლოკირების მოწყობილობათა დაზიანებების 2010-2015 წლის ანალიზის მიხედვით საისრე გადამყვანებისა და მათი შემადგენელი ელემენტების დაზიანებათა განაწილება**

რესურს-დანაზოგების ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულება, რომელიც დაკავშირებულია საპასუხისმგებლო კვანძებისა და დეტალების ცვეთასთან (დეფექტებთან), უპირველეს ყოვლისა არის აღდგენისა და დიაგნოსტიკის სისტემის თანამედროვე ტექნოლოგიების დანერგვა. დღეისობით აღნიშნულ თემაზე მუშაობის პირობებში განიხილება მატარებელთა მოძრაობის უზრუნველყოფის პირობა და კეთდება ანალიზი საშუალებებისა სარკინიგზო ავტომატიკის საისრე გადამყვანებისა და მათ უცხოურ ანალოგებზე. განიხილება საიმედოობისა და უსაფრთხოების მეთოდი სარკინიგზო ავტომატიკის საისრე გადამყვანების პროექტირებისა და ექსპუატაციის ეტაპზე.

მუდმივი დენის ელექტრო ძრავებზე მომუშავე CII- ტიპის საისრე ელ. ამძრავები ძირითადად განისაზღვრებიან მათი კომპუტაციური



მდგომარეობით, რომლის ამალღება და კონტროლის ავტომატიზირების პრობლემა არის მეტად აქტუალური საკითხი ელექტრო ამპრავების სრულყოფის გზაზე.

ცხრილი .2. ისრის მართვის სქემებში გამოყენებული ელექტროძრავების ელექტრომექანიკური პარამეტრები

ელექტროძრავას ტიპი	აგზნების გრაგნილების წინაღობა (ომი)	ღუზის წინაღობა (ომი)
მსპ-0.1; 30ვ.	0.4-0.5	0.6-0.7
მსპ-0.15; 30ვ.	0.5-0.7	0.5-0.7
მსპ-0.1; 100ვ.	3.7-4.6	6.0-7.0
მსპ-0.1; 160ვ.	11.3-13.8	16.0-20.0
მსპ-0.15; 160ვ.	9.9-12.1	13.1-16.0
მსპ-0.25; 30ვ.	0.2-0.3	0.2-0.3
მსპ-0.25; 100ვ.	1.4-1.7	2.4-3.0
მსპ-0.25; 160ვ.	3.5-4.2	6.0-7.4

**ცხრილი 3.: სპვ-5 ტიპის ელექტროძრავიანი ისრების დენების  
სიდიდენორმალური გადასვლისას და ელექტროძრავის ფრიქციაზე  
მუშაობისას , მსპ-0,1 ელ. ძრავებით**

საისრე გადამყვანების ტიპი	გადასვლ ის ძალვა (კგძ)	3, ძაბვის მიხედვით ელექტროძრავას მიერ მოთხოვნილი დენი, ა		
		მსპ - 0,1		
		30	100	160
<b>სპვ-5 ტიპის ელექტროძრავი</b>				
ცალმაგი რ43, რ50- 1/9, 1/11	1100 (110)	8,5 ----- 9,0-11	2,8 ----- 3,0-3,7	2 ----- 2,2-2,6
ცალმაგი რ65-1/9, 1/11 ჯვარედი რ43-1/9	1600 (160)	10,4 ----- 11-13,5	3,5 ----- 3,7-4,5	2,6 ----- 2,8-3,4
ჯვარედი რ50-1/9	2100 (210)	-	5,1 ----- 5,5-6,5	3,0 ----- 3,2-4,0

**ცხრილი 4.: სპ-2 ტიპის ელექტროძრავიანი ისრების დენების  
სიდიდენორმალური გადასვლისას და ელექტროძრავის ფრიქციაზე  
მუშაობისას , მსპ-0,1 ელ. ძრავებით**

საისრე გადამყვანების ტიპი	გადასვლის ძალვა (კვძ)	3, ძაბვის მიხედვით ელექტროძრავას მიერ მოთხოვნილი დენი, ა		
		მსპ - 0,1		
		30	100	160
სპ-2 ტიპის ელექტროძრავი				
ცალმაგი რ43. რ50- 1/9. 1/11	1100 (110)	8,0 ---- 8,5-10,5	2,6 ---- 2,8-3,4	2,0 ---- 2,2-2,6
ცალმაგი რ65- 1/9,1/11; ჯვარედი რ43-1/9; ბრუნვითი გულანა რ65 -1/11; მოქნილი მოძრავი გულანა რ65-1/18	1600 (160)	10,4 ---- 11-13,5	3,3 ---- 3,5-4,3	2,4 ---- 2,5-3,2
ცალმაგი რ50 -1/18, რ65-1/22 (ერთ ამძრავზე) ჯვარედი რ50-1/9, 1/11	2100 (210)	12 ---- 13-15	3,8 ---- 4-5	2,8 ---- 3-3,6
ცალმაგი რ65-1/18; ჯვარედი რ65-1/9; მოქნილი მოძრავი გულანა რ65-1/11; რ65-1/11 მოქნილი კალმებით, რ65-1/11 ჩქაროსნული ქვედა გადახრით	3100 (310)	13 ---- 15-17	5,5 ---- 6,0-7,2	3,6 ---- 3,8-4,7

ცხრილი 5.: სპ-6 ტიპის ელექტროძრავიანი ისრების დენების სიდიდე ნორმალური გადასვლისას და ელექტროძრავის ფრიქციაზე მუშაობისას. მსპ-0,1 ელ. ძრავებით

საისრე გადამყვანების ტიპი	გადასვლის ძალვა (კვძ)	3, ძაბვის მიხედვით ელექტროძრავას მიერ მოთხოვნილი დენი, ა		
		მსპ - 0,1		
		30	100	160
სპ-6 ტიპის ელექტროამძრავი				
ცალმაგი რ43, რ50-1/9, 1/11	1100 (110)	7,3 ----- 8-9,5	2,4 ----- 2,6-3,2	1,9 ----- 2-2,5
ცალმაგი რ65-1/9, 1/11; ჯვარედი რ43-1/9; ბრუნვითი გულანა რ65-1/11; მოქნილი მოძრავი გულანა რ65-1/18	1600 (160)	9 ----- 10-11	3 ----- 3,2-4	2,3 ----- 2,5-3
ცალმაგი რ50-1/18, რ65-1/22 (ერთ ამძრავზე) ჯვარედი რ50 1/9, 1/11	2100 (210)	10 ----- 11-13	3,4 ----- 3,6-4,5	2,5 ----- 2,7-3,3
ცალმაგი რ65-1/18; ჯვარედი რ65-1/9; მოქნილი მოძრავი გულანა რ65-1/11; რ65-1/11 მოქნილი კალმებით, რ65-1/11 სწრაფი	3100 (310)	13 ----- 15-17	4,7 ----- 5-6	3,3 ----- 3,5-4,5

ცხრილი 6.: სპვ-5 ტიპის ელექტროძრავიანი ისრების დენების სიდიდე  
 ნორმალური გადასვლისას და ელექტროძრავის ფრიქციაზე მუშაობისას.  
 მსპ-0,15 ელ. ძრავებით

საისრე გადამყვანების ტიპი	გადასვლის ძალვა (კვძ)	3, ძაბვის მიხედვით ელექტროძრავას მიერ მოთხოვნილი დენი, ა	
		მსპ - 0,15	
		30	160
სპვ-5 ტიპის ელექტროძრავა			
ცალმაგი რ 43, რ 50-1/9, 1/11	1100 (110)	-	1,4 ---- 1,5-1,8
ცალმაგი რ65-1/9, 1/11 ჯვარელი რ43-1/9	1600 (160)	-	1,7 ---- 1,8-2,2
ჯვარელი რ50-1/9	2100 (210)	-	2,1 ---- 2,2-2,7

ცხრილი 7.: სპ2- ტიპის ელექტროძრავიანი ისრების დენების სიდიდე ნორმალური გადასვლისას და ელექტროძრავის ფრიქციაზე მუშაობისას. მსპ-0,15 ელ. ძრავებით

საისრე გადამყვანების ტიპი	გადასვლ ის ძალვა (კგმ)	3, ძაბვის მიხედვით ელექტროძრავას მიერ მოთხოვნილი დენი, ა	
		მსპ - 0,15	
		30	160
სპ-2 ტიპის ელექტროამძრავი			
ცალმაგი რ43. რ50- 1/9. 1/11	1100 (110)	7,3 ----- 8,0-9,5	1,4 ----- 1,5-1,8
ცალმაგი რ65-1/9,1/11; ჯვარედი რ43-1/9; ბრუნვითი გულანა რ65 -1/11; მოქნილი მოდრავი გულანა რ65-1/18	1600 (160)	8,8 ----- 9,5-11,5	1,8 ----- 1,9-2,3
ცალმაგი რ50 -1/18, რ65-1/22 (ერთ ამძრავზე) ჯვარედი რ50-1/9, 1/11	2100 (210)	10 ----- 11-13	2 ----- 2,1-2,6
ცალმაგი რ65-1/18; ჯვარედი რ65-1/9; მოქნილი მოძრავი გულანა რ65-1/11; რ65-1/11 მოქნილი კალმებით, რ65-1/11 ჩქაროსნული ქვედა გადახრით	3100 (310)	12 ----- 13-15,5	2,5 ----- 2,7-3,3

**ცხრილი 8.: სპ- ტიპის ელექტროძრავიანი ისრების დენების სიდიდე  
ნორმალური გადასვლისას და ელექტროძრავის ფრიეციაზე მუშაობისას.  
მსპ-0,15 ელ. ძრავებით**

საისრე გადამყვანების ტიპი	გადასვლი ს ძალვა (კვძ)	3, ძაბვის მიხედვით ელექტროძრავას მიერ მოთხოვნილი დენი, ა	
		მსპ - 0,15	
		30	160
<b>სპ-6 ტიპის ელექტროძრავი</b>			
ცალმაგი რ43, რ50-1/9, 1/11	1100 (110)	7 ----- 7,5-9,0	1,3 ----- 1,4-1,7
ცალმაგი რ65-1/9, 1/11; ჯვარედი რ43-1/9; ბრუნვითი გულანა რ65-1/11; მოქნილი მოდრავი გულანა რ65- 1/18	1600 (160)	8,5 ----- 9-11	1,6 ----- 1,7-2,1
ცალმაგი რ50-1/18, რ65- 1/22 (ერთ ამძრავზე) ჯვარედი რ50 1/9, 1/11	2100 (210)	9,5 ----- 10,5-12,5	1,8 ----- 2-2,5
ცალმაგი რ65-1/18; ჯვარედი რ65-1/9; მოქნილი მოძრავი გულანა რ65-1/11; რ65- 1/11 მოქნილი კალმებით, რ65-1/11 სწრაფი	3100 (310)	11 ----- 12-14,5	2,3 ----- 2,5-3,0



ცხრილი 9.: სპვ-5 ტიპის ელექტროძრავიანი ისრების დენების სიდიდე  
 ნორმალური გადასვლისას და ელექტროძრავის ფრიქციაზე მუშაობისას.  
 მსპ-0,25 ელ. ძრავებით

საისრე გადამყვანების ტიპი	გადასვლი ს ძალვა (კგძ)	3, ძაბვის მიხედვით ელექტროძრავას მიერ მოთხოვნილი დენი, ა		
		მსპ - 0,25		
		30	100	160
სპვ-5 ტიპის ელექტროამძრავი				
ცალმაგი რ 43, რ 50-1/9, 1/11	1100 (110)	-	-	2 ----- 2,2-2,7
ცალმაგი რ65- 1/9, 1/11 ჯვარედი რ43- 1/9	1600 (160)	-	-	2,4 ----- 2,5-3
ჯვარედი რ50- 1/9	2100 (210)	-	-	2,9 ----- 3,0-3,8

ცხრილი 10. სპ-2 ტიპის ელექტროძრავიანი ისრების დენების სიდიდე ნორმალური გადასვლისას და ელექტროძრავის ფრიქციაზე მუშაობისას. მსპ-0,25 ელ. ძრავებით

საისრე გადამყვანების ტიპი	გადასვლი ს ძალვა (კვძ)	3, ძაბვის მიხედვით ელექტროძრავას მიერ მოთხოვნილი დენი, ა		
		მსპ - 0,25		
		30	100	160
სპ-2 ტიპის ელექტროამძრავი				
ცალმაგი რ43. რ50- 1/9. 1/11	1100 (110)	11 ----- 12-14,0	3,2 ----- 3,5-4,2	2,2 ----- 2,4-3
ცალმაგი რ65- 1/9,1/11; ჯვარედი რ43-1/9; ბრუნვითი გულანა რ65 -1/11; მოქნილი მოძრავი გულანა რ65-1/18	1600 (160)	12,0 ----- 14-16	3,8 ----- 4-5	2,7 ----- 3-3,5
ცალმაგი რ50 -1/18, რ65-1/22 (ერთ ამძრავზე) ჯვარედი რ50-1/9, 1/11	2100 (210)	13 ----- 15-17	4,3 ----- 4,6-5,6	3 ----- 3,2-4,0
ცალმაგი რ65-1/18; ჯვარედი რ65-1/9; მოქნილი მოძრავი გულანა რ65-1/11; რ65-1/11 მოქნილი კალმებით, რ65-1/11 ჩქაროსნული ქვედა გადახრით	3100 (310)	14 ----- 16-18	5,5 ----- 6-7,2	3,8 ----- 4-5

**ცხრილი 11.: სპ-6 ტიპის ელექტროძრავიანი ისრების დენების სიდიდე ნორმალური გადასვლისას და ელექტროძრავის ფრიქციაზე მუშაობისას. მსპ-0,25 ელ. ძრავებით**

საისრე გადამყვანების ტიპი	გადასვლი ს ძალვა (კვძ)	3, ძაბვის მიხედვით ელექტროძრავას მიერ მოთხოვნილი დენი, ა		
		მსპ - 0,25		
		30	100	160
<b>სპ-6 (სო-3) ტიპის ელექტროამძრავი</b>				
ცალმაგი რ43, რ50- 1/9, 1/11	1100 (110)	10 ----- 11,0- 13,5	2,8 ----- 3,0-3,6	2 ----- 2,1-2,6
ცალმაგი რ65-1/9, 1/11; ჯვარედი რ43- 1/9; ბრუნვითი გულანა რ65-1/11; მოქნილი მოძრავი გულანა რ65-1/18	1600 (160)	12 ----- 14-16	3,6 ----- 4,0-4,7	2,5 ----- 2,7-3,3
ცალმაგი რ50-1/18, რ65-1/22 (ერთ ამძრავზე) ჯვარედი რ50 1/9, 1/11	2100 (210)	13 ----- 15-17	4 ----- 4,5-5,5	2,8 ----- 3-3,6
ცალმაგი რ65-1/18; ჯვარედი რ65-1/9; მოქნილი მოძრავი გულანა რ65-1/11; რ65-1/11 მოქნილი კალმებით, რ65-1/11 სწრაფი	3100 (310)	14 ----- 16-18	5,2 ----- 5,5-6,8	3,5 ----- 3,7-4,5

**შენიშვნა:** მრიცხველი ნაჩვენებია ისრის ნორმალური გადასვლისას მაქსიმალურად დენის სიდიდე;

მნიშვნელობა დენების მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობები საზღვრებში ელექტროძრავის ფრიქციაზე მუშაობისას

## განვიხილოთ საისრო გადამყვანების ელექტრო ამპრავეზის

### საექსპლუატაციო-ტექნიკური მოთხოვნები:

უსაფრთხოების მიზნით თვეში ორჯერ, ხოლო ჩქაროსნულ გზებზე ათ დღეში ერთხელ ელექტრომექანიკოსები ათვალეირებენ საისრო ამპრავეზს და განსაზღვრავენ დახარჯული დენის რაოდენობას. დაცული უნდა იყოს ყველა ტექნიკური მოთხოვნა: კორპუსი - სახურავი ადვილად უნდა ეხებოდეს და იხურებოდეს, ჭრილი კორპუსში ყურბელური სახელურისა და გასადებისათვის სათანადოდ უნდა იყოს დაცული, ღრეჩოები დაუშვებელია. საკეტიც უნდა იჯდეს მჭიდროდ, მხოლოდ სადენები უნდა აღწევდეს შიგნით . კორპუსი პერიოდულად უნდა შეიღებოს შავი ფერით, ხოლო შიგნიდან ამოიღებოს რუხი ფერით.

**მექანიკური გადაცემა** - მოძრაობის მქონე მიმღები და მბრუნავი დეტალები ადვილად უნდა მოძრაობდნენ, შეფერხების გარეშე და უხმაუროდ. მუშა ღრეჩოს მნიშვნელობები უნდა იყოს ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ შიბერსა და მიმმართველს შორის 0,4მმ-მდე, ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ მიმმართველსა და ღრეჩო კბილანურ მოდულთან კავშირში M1,5 0,1 - 0,12მმ, M3 0,15 - 0,3მმ, M4 0,2 - 0,4მმ ღერძიდან გადაადგილება საყრდენებს შორის 0,3-0,6მმ. ელმიმყვანის ყველა მბრუნავი ნაწილები დაიზეთოს.

**ჩამკეტი, ამკრძალავი და გამჭრელი მოწყობილობა** - სპეცფორმის ჩამკეტ კბილანებს არ უნდა ჰქონდეს არანაირი ნაკვალევი არასწორი ცვეთისა და ნაბზარებისა, ისინი ზუსტად უნდა იყოს ჩალაგებული განკუთვნილ ღრმულებში (CΠB-5-ში) და (CΠ-1-ში) კი მდორე გადასვლები ჩამკეტ და გვერდით ზღვრებს შორის. შიბერის კბილანები გამუდმებით უნდა იზეთებოდეს, ამისათვის კი დაცული უნდა იყოს დამზეთავი ვანის ჰერმეტიულობა. ამკრძალავი (შემზღუდავი) მოწყობილობების მბრუნავი ნაწილები და (CΠ-1) საყრდენი ზედაპირები ყურადღებით უნდა მოწმდებოდეს, რათა არ იყოს ბზარები და ცვეთის ნაკვალევი, აგრეთვე საიმედო უნდა იყოს საყრდენის დამმაგრებელი (CΠ-2).

**გამჭრელი გადაბმულობა** - CΠB-5 ტიპის ელექტროამპრავეზი საიმედოდ უნდა მუშაობდეს გაჭრის შემთვევაში. ელექტრო მკვებავებთან ახლოს მდებარე ისრებზე ძაბვა ნორმალურზე მაღალია. თითგაჭრის თავიდან აცილების მიზნით

მოწყობილობა უნდა დარეგულირდეს. ტიპის ელექტროამპრაჟი საიმედოდ უნდა დარეგულირდეს 1300-1500 კვც დანარჩენებზე 1000-1200 კვც. ფიქსატორი უნდა მოქმედებდეს მკაფიოდ და შეერთებაც უნდა იყოს მყარი.

ფრაქციული გადაბმულობის ისრის გადასაყვანად ფრიქციულ გადაბმულობას უნდა ჰქონდეს 25-30%-ით მეტი ძალდატანება ვიდრე ჩვეულებრივად. რეგულირებისათვის თავდაპირველად უნდა გაისინჯოს ნორმალურად გადაცემის დენი და მასზე 1,25-1,3 - ჯერ დიდი უნდა იყოს ფრაქციისათვის სამუშაო დენი. სამუშაოები ცალკეულ ისრებზე ცალკე უნდა შესრულდეს. სხვადასხვა მხარეს ბრუნვისას ფრიქციებზე დახარჯული დენი არ უნდა იყოს ერთმანეთისაგან 10%-ზე მეტი სხვაობის. ყველა წყვილის კონტაქტის ჯამური ფართობი უნდა იყოს, უმცირესი ფართობის დისკზე არანაკლებ 75%-ისა. კორპუსს უნდა ჰქონდეს ღერძული სითავისუფლე დაახლოებით 0,5-დან 1მმ-მდე. CII-5 და CII-2 დისკები გამუდმებით უნდა იზეთებოდეს. CII-1-ის ფრიქციული გადაბმულობა უნდა იყოს თანდერძი რედუქტორის შემავალ ლილვთან.

**ავტოგადამრთველი** - საკონტაქტო ხუნდები, დანები და ზამბარები უნდა იყოს კარგად გასუფთავებული. საკონტაქტო დანები უნდა იყოს განთავისუფლებული საკონტაქტო ზამბარების სიმეტრიულად და პერპენდიკულარულად თავის წამიერად 5მმ-ის სიღრმეზე. კონტაქტური ზამბარების წყვილი უნდა იჭიმებოდეს ერთნაირ მანძილზე დენის მიმართ, დეფორმაციის გარეშე 500 ჰც. საკონტაქტო წნევის პირობებში. კონტაქტური ზამბარების დარეგულირებისას დაუშვებელია გადახრა - გადაღუნვა. კონტაქტური დანები არ უნდა ერტყმებოდეს მაიზოლირებელ ხუნდებს. მობრუნების კუთხე არ უნდა აღემატებოდეს: CII-5-21°-ს; CII-1-26° და CII-2-28° და უზრუნველყოფდეს სამ წყვილ კონტაქტს. დანები ხუთ წყვილ მოკლე კონტაქტს უნდა თიშავდეს და იღებდეს შუალედურ მდგომარეობას, რაც კონტაქტური ზამბარების არა უმცირეს 3მმ ღრეჩოს ქმნის. გრძელი კონტაქტი უნდა შეკრას. ღრეჩოები უნდა იყოს ზღვრებში. ქუსლა გადამრთველსა და თითს შორის (CII-5) ან რგოლამდე (CII-1 და CII-2) დანური ბერკეტისა 0,3-0,8მმ. გადამრთველი ბერკეტის ბოლოსა და დოლის ჭრილამდე (CII-5) ან მთავარი ლივლივის საყელურამდე (CII-1 და CII-2) 1,5-3მმ.

საკონტაქტო დანასა და მაიზოლირებელ ხუნდამდე 1,5-3მმ იზოლაციის წინააღმდეგობა საკონტაქტო ავტოგადამრთველისა და კორპუსს შორის უნდა იყოს 25 mom სინესტე 75%-ის დროს. ავტოგადამრთველის ხუნდის და კონტაქტის ბლოკის მაიზოლირებელი ფუძე უნდა მოწმდებოდეს 50 ჰც ცვლადი დენის და 0,5 კვტ სიხშირის, ძაბვის 1000 ვტ პირობებში ერთი წუთის განმავლობაში ელექტრო მდგრადობაზე.

ისრული ელექტროამძრავები შეიძლება იმყოფებოდეს მუშა მდგომარეობაში, ნორმალური გადასვლის და ფრიქციული მუშაობის რეჟიმში. მნიშვნელოვან ადგილს იკავებს ელექტროამძრავის ისრის გაჭრის მოწყობილობა.

ნორმალური გადაყვანის რეჟიმის კონტროლი მდგომარეობს ელექტროამძრავის მომჭერებზე ძაბვის გაზომვაში, დახარჯული დენის რაოდენობის გაზომვაში და დროის განსაზღვრაში, რა დროშიც ხდება ისრის გადაყვანა. ძაბვის და დენის გასაზომად შეიძლება მრავალზღვრიანი ვოლტმეტრის (II 760 ან II 762) გამოყენება, გაზომვას როგორც ცვლადი ისე მუდმივი დენის პირობებში. გაზომვები ელექტროამძრავთან ადგილზევე უნდა ჩატარდეს.

გაზომვის დაწყებამდე დგინდება დენის გადამრთველები და გაზომვის ზღვრები დენის გვარობის მიხედვით და ძრავის ნორმალური ძაბვის მიხედვით.

ძაბვის გასაზომად მუდმივი დენის ელექტროამძრავში ხელსაწყოს გამომყვანი ბოლოები უერთდება შუალედურ და ერთ განაპირა მომჭერს ისრის გადაყვანისას ერთ მხარეზე, შუალედურს და მეორე განაპირას. უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ძაბვის ქვეშ იმყოფება ორივე განაპირა მომჭერები შუალედურთან მიმართებაში; ერთი მოწოდებული ძაბვის გამო, მეორე კი ინდუქციური ძაბვის გამო, ბრუნვისას.

დახარჯული დენის რაოდენობის გასაზომად მიმყვანი ბოლოები უერთდება ბლოკ-კონტაქტს, რომელიც არის განმუხტული. დროის განსაზღვრა შეიძლება ПВ-53 ტიპის ელექტროწამბომით. მას მიეწოდება ცვლადი 127ვ ან 220 ვ დენი.

გამოთვლისას უნდა გავითვალისწინოთ გაზომვის თავისებურებები, ისრის გადამყვანის მცირე დროის მონაკვეთის გამო. ვოლტმეტრის დენში ჩართვისას ისრის უცაბედი მოვარდნით და შემდეგ მდორე დაბრუნებით ხასიათდება გარკვეულ მაჩვენებლებთან, შემდეგ კი უბრუნდება საწყისს მდგომარეობას.

სწორედ ეს მაჩვენებელია მისაღები მხედველობაში. მეტი სიზუსტისათვის შეიძლება ისრის დამწყნარებლიანი ვოლტმეტრის გამოყენება. ლაბორატორიებში კი გაზომვას აწარმოებენ ოსცილოგრაფიის დახმარებით, ეს უფრო ზრდის გაზომვის სიზუსტეს. აქ მხოლოდ დილაკზე ხელის დაჭერის შემდეგ უბრუნდება ისარი საწყის მდგომარეობას (აღარ არის საჭირო გაზომვისას სისწრაფე). გაზომვები ხდება სამჯერ. ისრის გადაყვანით მინუსიდან პლიუსზე და პლიუსიდან მინუსზე და აქედან იღებენ საშუალო არითმეტიკულს. მიღებულ შედეგს ადარებენ ცხრილში მოცემულ სიდიდესთან. თუ დახარჯული დენის რაოდენობა მეტია ცხრილში მოცემულ სიდიდეზე, არ არის წესრიგში ისარი და იგი მოითხოვს შეკეთებას და დაზეთვას. თუ მიღებული ძაბვის სიდიდე მეტია ცხრილში მოცემულ სიდიდეზე, მაშინ ჩქარდება და ისარზე ჩნდება გამოწნეხილი.

CII-1 ტიპის ელექტროამძრავში განსაკუთრებით საშიშია ძაბვის გადატვირთვა, რადგან ეს იწვევს რედუქტორში ბზარებს და მწყობრიდან გამოსვლას.

ელექტრომიმყვანის ხახუნზე განსაზღვრისთვის კონტროლისას ხდება ისრის წყვეტის გაჩერება საშუალო მდგომარეობაში დახარჯული დენის დარეგულირების განსაზღვრა. ხახუნზე დახარჯული დენის რაოდენობა 1,25-1,30-ჯერმეტი უნდა იყოს დახარჯულ დენზე. ნორმალური გადაყვანის შემთვევაში, არ უნდა აღემატებოდეს 1,4-ჯერ მეტს. ხახუნისას ელექტროამძრავის მომჭერებზე არსებული ძაბვა ნაკლებია ნორმალური გადაყვანის დროს არსებულ ძაბვაზე. ამიტომ ხახუნის დენის რეგულირების შემდეგ უნდა გაიზომოს ძაბვა, იგი არ უნდა იყოს ნაკლები 5-10%-ზე ნორმალური მუშაობის ძაბვისა.

CII-5 ტიპის ელექტროამძრავის გაჭრის გაძლიერების კონტროლი ხდება დინამომეტრით და ბერკეტული მოწყობილობით. დინამომეტრი უერთდება გახსნილ შიბერის მიმყვანთან. დინამომეტრიდან ბერკეტის მეშვეობით ხდება შიბერზე ხელოვნური გაჭრა, რეგულირება ხდება დაკვირვების სარკმელის მეშვეობით, რომელიც მოთავსებულია დოლის მოწყობილობაზე. ქანჩების ბრუნვით მარჯვნივ ან მარცხნივ ზამბარას უჭერენ ან უშვებენ საჭიროების მიხედვით - 1000-დან 1500 კპც-მდე ზღვრებში.

ისრული ელექტროამპრავების მნიშვნელოვანი მოთხოვნილებაა დაზეთვა, რადგან ეს არის მისი დიდი ხნის მანძიზე მუშაობის გარანტია.

დაუზეთავ ზედაპირზე ხდება მშრალი ხახუნი სხვადასხვა უხილავი უსწორმასწორობის და მოლეკულური ძალების მეშვეობით, ეს იწვევს სიმძლავრის დამატებით შემცირებას. მშრალი ხახუნი პირდაპირპროპორციულია ზედაპირზე დატვირთვისა, აგრეთვე დამოკიდებულია დამუშავების სიხშირეზე, ნივთიერების მარკაზე, საკონტაქტო ფართობზე და ურთიერთგადაადგილების სიჩქარეზე. კინეტიკური თვასაზრისით არსებობს ორი სახის ხახუნი: სრიალის ხახუნი - თუ ზედაპირზე მუდმივ კონტაქტში არიან და მოძრაობენ მიმდევრობით და გორვის ხახუნი - თუ ზედაპირებს აქვს პერიოდული კონტაქტი. გორვის ხახუნით გამოწვეული დანაკარგები ნაკლებია სრიალით გამოწვეულ ხახუნზე დაახლოებით 10-100-ჯერ. დაზეთვის ზედაპირებზე შეიძლება წარმოიშვას: თხევადი, ნახევრად თხევადი და ზღვრული ხახუნი. თხევადი ხახუნი წარმოიშვება როცა ზედაპირები ზეთით არის გაპოხილი. ნახევრად თხევადი - როცა ზეთის ფენა ნაწილობრივ დარღვეულია და ზედაპირები ამ ადგილებში ეხებიან ერთმანეთს. ზღვრული ხახუნის დროს ზეთის მხოლოდ ძალიან თხელი ფენაა დარჩენილი ზედაპირზე და შეხებისას იგი ვერ ასრულებს თავის ფუნქციას, რომელიც ჰიდროდინამიკურ თეორიას ეყრდნობა. განვიხილოთ СПБ-5 ტიპის ელექტროამპრავის მაგალითზე: თუ გაჩერებულ მდგომარეობაში  $V=0$  ლილვი ეხება საკისარს მხოლოდ ზედაპირზე მცირე ნაწილით ღრეჩოს მეშვეობით, მაშინ  $V_1 < 0$  ლილვის ზედაპირზე წარმოიშვება ეგრეთწოდებული ზეთოვანი სოლი, რომელიც ბრუნვაში ხელს უწყობს და ლილვის საკისარს ნაკლებად ეხება. სიჩქარის გაზრდისას  $V_2 > V_1$  ეს ზეთოვანი სოლი კიდევ უფრო იზრდება და თითქოს ბალიშის როლს ასრულებს ზედაპირებს შორის. ე.ი. რაც მეტია სიჩქარე და ბლანტია ზეთი, მით კარგი დამცავია ხახუნის და ცვეთის წინააღმდეგ. მართალია ზეთის ფენა ძალიან თხელია, მაგრამ იტანს ძალიან დიდ დატვირთვას. როგორც ვთქვით თხევადი ხახუნის დროს დიდი ყურადღება ექცევა მის ქიმიურ შემადგენლობასაც, ამიტომ მას უმატებენ გამძლეობის გასაზრდელად ქიმიურად აქტიურ ნივთიერებებს: გოგირდს, ქლორს, ფოსფორს და სხვა, ეს უმატებს ანტიფრიქციულ თვისებებს.



ხშირად გასქელების მიზნით ზეთებს უმატებენ პარაფინს, ცერეზინს და სხვა. როგორც განხილულიდან ჩანს, დაზეთვას დიდი მნიშვნელობა აქვს ელექტროამძრავის მუშაობაში და არავითარ შემთხვევაში ზეთები და ცუდი ხარისხის დამზეთები არ უნდა გამოიყენებოდეს. ამ დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს ტემპერატურასაც.

მიმდინარე რემონტის დროს ისრული ელექტროამძრავი უნდა დაიშალოს. ჯერ ხდება ქსელური გათიშვა და შემდეგ დეტალური დაშლა.

ქსელური დაშლა- СПБ-5 ალექტროამძრავისა უნდა მოხდეს შემდეგი თანმიმდევრობით: იღება და იხსნება თავსახური, ავტოგადამრთველის დანა მიიწევა და გაიჭიმება საკონტროლო ხაზები, შემდეგ იღებენ ელექტრულ ამძრავს ფრაქციული გადაბმულობიანი საკისრებიდან, ლილვი კარკასის მეორე კბილანით.

ავტოგადამრთველის დადებითი და უარყოფითი საკონტაქტო ბლოკები, გადამრთველი ბერკეტი და ბოლოს მთავარი ლილვის ქსელი.

МСН-0,1 ტიპის ელექტრული ძრავის დაშლა ხდება შემდეგი თანმიმდევრობით: ეშვება დასამაგრებელი ჭანჭიკები და იხსნება წინა და უკანა სახურავი, ლუზა იჭიმება მრგვალი ბოლოსკენ, ეშვება ქანჩები, შემდეგ იხსნება ქუჯისას მოწყობილობები, ითიშება სადენები და იხსნება პოლუსები კოჭებიანად.

**ფრიქციული გადაბმულობის** - დაშლა შრიფტის მოცილებით და კბილანის მანჭვალასთან ერთად მოხსნით, შემდეგ იხსნება ორივე საკისარი, იხსნება საკეტიანი ჭანჭიკები და ქანჩები, ზამბარა ქანჩებით ეშვება ჭანჭიკები და იხსნება კორპუსის სახურავი და საყელური, იხსნება ფრიქციული გადაბმის კორპუსი დისკების პაკეტი.

ავტოგადამრთველის საკონტაქტო ბლოკების დაშლა იწყება მუშა საკონტროლო და დანის საკონტაქტო ხუნდების მოხსნით, განიპრისება შტიფტი და იჭიმება ღერძი ფუმიდან.

**მთავარი ლილვის** - დაშლისას ჯერ იხსნება კბილანა საბჯენითურთ და განიპრისება გამჭრელი მოწყობილობა: იხსნება შიბერის კბილანა და გამჭრელი შაიბა, რისთვისაც ვხსნით ჭანჭიკებს და გამჭრელი დოლის თავსახურს, იჭიმება და

ამოდის ზამბარები, მიახლოვდება მცოცავა ჯვარას ცენტრისაკენ და ამოიღება კორპუსიდან ერთად. აწყობა ხდება შებრუნებული თანმიმდევრობით.

**СII-1 ტიპის ელექტრული ამძრავის ქსელური დაშლა:** ვხსნით სახურავს და საკონტროლო სახაზავებს, რის შემდეგ მოიხსნება ელექტროამძრავი, ფრიქციული ქური, რედუქტორი, ავტოგადამრთველი, ფრიქციული მუფტის ამოსაღებად უნდა მოვხსნათ საკეტიანი ჭანჭიკები და მარეგულირებელი ქანჩი, შემდეგ ზამბარა და მილის კორპუსი დაჭერით ამოვარდება. ფრიქციული დისკების შეცვლის შემთვევაში საჭიროა მოვხსნათ მისი დამჭერები, სამაგრები.

რედუქტორის მოხსნისას ჯერ ვხსნით სახურავს, კბილანის შემსვლელს, გამოსასვლელ და შუალედურ ლილვებს, რისთვისა კბილანას შემსვლელ ლილვს კვადრატის უკან აღვზღუდავთ და ჩაქუჩით გამოვიყვანთ.

კბილანას გამომსვლელ ლილვს გამოვხსნით სახურავს და რედუქტორს კორპუსს შორის ღრეჩოდან ორი საპირისპირო ჩანაფენისგან.

შუალედური კბილანა ლილვის ამოსაღებად მის ჭრილში ჩავხრახნით ჭანჭიკს, რომლის ბოლო მიეჭირება ღრმულში, შემდეგ ხდება იგივე შემავალი ლილვის მოხსნისას.

ბურთულა საკისრები მოთავსებული რედუქტორუს ღრმულეებში ამოიღება კორპუსის გარეთ რგოლების პირდაპირი ქანჩების ღრეჩოდან - დიამეტრი 2,5მმ. მისი შეცვლის აუცილებლობის შემთხვევაში გამოიყენება შემდეგი ბურთულა საკისრები: #802002, 80203, 80204, 80206 დამცავი საყელურით, რომელიც დაიცავს რედუქტორს ზეთის ინტენსიური გამოსვლიდან.

რედუქტორის აწყობა ხდება შემდეგი თანმიმდევრობით: რედუქტორის კორპუსის ღრმულეებში ჩაიწნეხება ბურთულა საკისრები, ჩაიდგმება კბილანა ლილვი, შემდეგ შუალედურის კბილანა ლილვი ბორბლით, გამომავალი კბილანა ლილვი ბორბლით და დადგება სახურავი. შიგ ჩაისხმება 60გრ. ახალი ზეთი და დაიხურება სახურავი.

ავტოგადამრთველის დაშლისას ჯერ განთავისფლდება დანისებრი ბერკეტები, რისთვისაც ზამბარების ბოლოები ამოიგდება დამაგრებებიდან, შემდეგ იხსნება საკონტაქტო ხუნდები, ეშვება ღერძები და შიგნით ჩაიწყობა, იხსნება

გადამრთველი ბერკეტები და იხსნება მთავარი ლილვი. ღერძებზე არსებულ ღრეჩოებში ჩამაგრდება ჭანჭიკები ან ქანჩები და მათი მეშვეობით ამოგვაქვს ღერძები, რაც საშუალებას იძლევა ამოვიღოთ დანისებრი ბერკეტი. აწყობა ხდება საპირისპირო გზით ბოლოდან თავისაკენ.

CII-2 ტიპის ელექტროამძრავის ქსელური დაშლა ხდება CII-1-ის ანალოგიურად. განსხვავება მხოლოდ ფიქციური რედუქტორის დაშლაშია: ამ დროს იხსნება მცურავი შეერთება და სახურავი, გამოისხმება ზეთი. მოიხსნება ჩამკეტი ჭანჭიკი და იხსნება სარეგულირებელი ქანჩი, ფრიქციონი იხსნება ჩაქუჩის ნელი დარტყმის საშუალებით, რის შედეგად იჭიმება გამომავალი კბილანა ლილვი. შემდეგ იხსნება საკისრების სახურავები და ბორბალი. შემავალი და შუალედური კბილანა ლილვი და აგრეთვე ბურთულა საკისრი იხსნება ზემოთ აღწერილი მეთოდით. სულ ბოლოს რედუქტორიდან იხსნება განმრჯენი რგოლი, საყელური და ბორბალი. მცურავი საკისარი იწინხება მხოლოდ შეცვლის შემთხვევაში, დაშლის დროს რეკომენდირებულია ყველა დეტალების მონიშვნა ბორბლის და ფრიქციონის კორპუსის მიხედვით. ფრიქციონის დეტალები ამოიღება სახურავის მოხსნის შემდეგ და აუცილებლად ირეცხება ნავთში, დათვალეირების შემდეგ იზეთება და მხოლოდ შემდეგ მაგრდება ადგილზე. ყველა ჩოხალი აწყობისას შეიცვლება ახლებით, რომელიც დამზადებულია უხეში ნაბდისაგან და გაჟღენთილია სოლიდოლის 85%-იანი ცხიმისა და 15%-იანი ქერცლოვანი გრიფიტისაგან. ფრაქციული რედუქტორის აწყობა ხდება თანმიმდევრობით: რედუქტორის ყრუ ღრეჩოებში ჩაიპრისებიან ბურთულა საკისრები, დგება კბილანა ლილვი, შემდეგ შუალედური კბილანა ლილვი-თვლით ცარიელ ადგილას სოგმანზე, კბილანა ლილვზე ეცემა რგოლი, რის შემდეგაც საკისრისა და სახურავის მეშვეობით ჩადგამენ რედუქტორის სილრმეში და მასთან გამბჯენ რგოლს და საყელურს. შემდეგ სოგმანზე დასვამენ, მილის კორპუსში კი მანჭვალზე დაგროვდება ფრიქციული დისკები ჩუგუნისაგან დაწყებული. დგება რგოლი და მასზე ეცემა თეფშოვანი ზამბარები, დამცავი საყელური და ეხრახნება მარეგულირებელი ქანჩი. ფრიქციონი ივსება ზეთით ნახევრამდე და ეფინება სახურავი რეზინით შემდეგ 60გრ. ზეთი ჩაისხმება

რედუქტორის კორპუსში და ეხურება სახურავი. მცურავი შეერთება კეთდება როდესაც ელექტრო ძრავს ჩადგამენ ამძრავის კორპუსში. აწყობისას ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, რომ დეტალები ჩაეწყოს ზუსტად თავის ადგილებზე, ადვილად, გადახრის გარეშე, ელექტროამძრავის აწყობისას აუცილებელია ვიხელმძღვანელოთ ზემოთ აღნიშნული ტექნიკური მოთხოვნით.

## 2. შედეგები და მათი განსჯა

### 2.1 საისრო ელექტრული ამძრავები

საისრე ელ. ამძრავები - ელექტრომექანიკური გადამყვანი მექანიზმია, რომელიც გამოყენებულია სარკინიგზო ტრანსპორტზე ელექტრული, დისპეტჩერული და გორაკის ცენტრალიზირებულ სისტემებში.

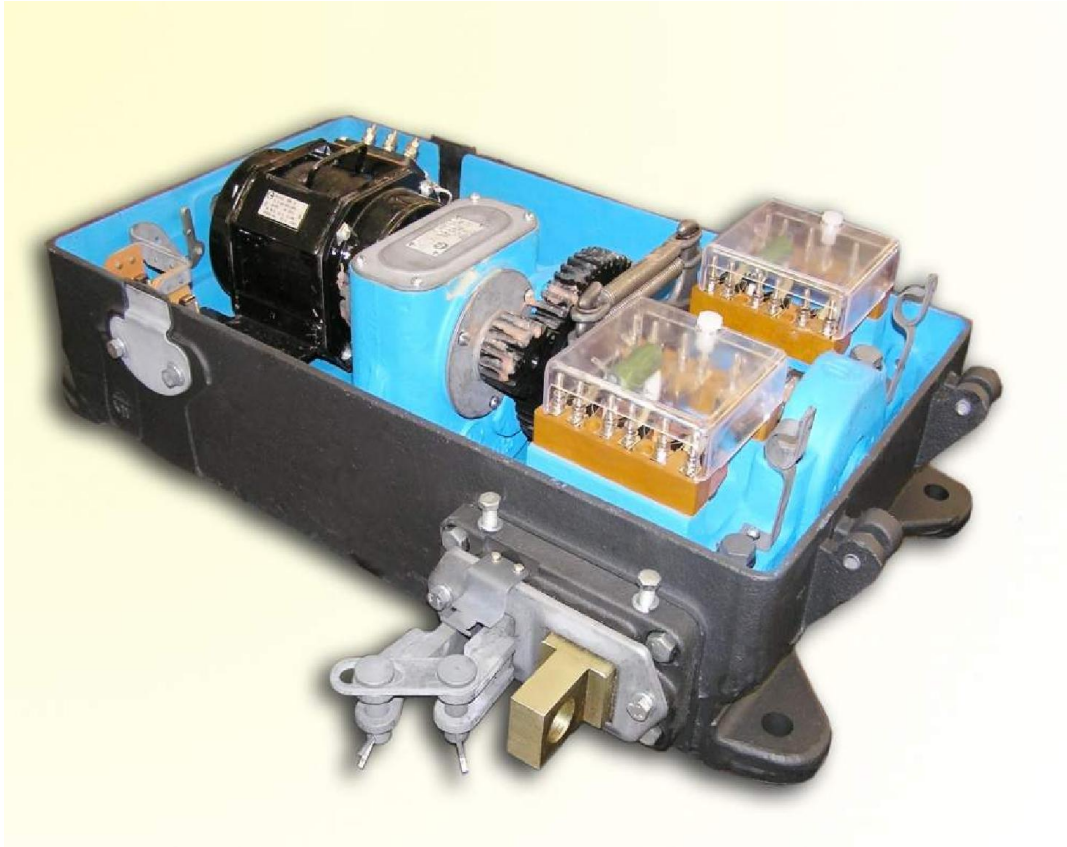
საისრე ელ. ამძრავები განკუთვნილია საისრე გადამყვანების კალმების გადასაადგილებლად ერთ ან მეორე განაპირა მდგომარეობაში და ამასთან მიიღოს ისრის ფაქტიური მდგომარეობის უწყვეტი კონტროლი.

ყოფილ საბჭოთა ქვეყნებში პირველი საისრო ელ. ამძრავები წარმოიშვა გასული საუკუნის 20-იანი წლებიდან. 1960 წლამდე წარმოებდა СП-1 ტიპის საისრე ელ. ამძრავები. 1960-1970 წლებში წარმოებდა СП-2 და СП-2Р ტიპის ელ. ამძრავები, 1973 წლის დეკემბრიდან СП-2Р ტიპის ელ. ამძრავების სანაცვლოდ იწარმოებოდა СП-3 ტიპის ელ. ამძრავები, ხოლო უკვე 1982 წლიდან სერიულად იწარმოებოდა СП-6 ტიპის ელ. ამძრავები უფრო გაუმჯობესებული საექსპლუატაციო მაჩვენებლებით ვიდრე ზემოთ ჩამოთვლილი ელ. ამძრავები. 1993 წლიდან СП-6 ტიპის ელ. ამძრავების სანაცვლოდ იწარმოებოდა СП-6М ტიპის ელ. ამძრავები. 1999 წლიდან დაიწყო ВСП-150 ტიპის ახალი ელ. ამძრავების სერიული წარმოება. ВСП-150 ტიპის ელ. ამძრავები იწარმოებოდა 190 ვ. მუდმივ დენზე მომუშავე МСТ-0,3-ВСП ტიპის ელ. ძრავებით. ВСП-150 ტიპის ელ. ამძრავები წარმოებულ იქნა უკვე არსებულ СП-6М ტიპის ელ. ამძრავების შესაცვლელად, გამოყენებული იქნა ახალი საკონტროლო სისტემა ПП-1 გადამრთველის ბაზაზე, გამარტივებული კინემატიკური სქემით, საექსპლუატაციო მომსახურების შემცირებული ხარჯებით, გაუმჯობესებული ელ. ძრავი დაცვის კვანძი ფრიქციულ ქუროს ხარჯზე.

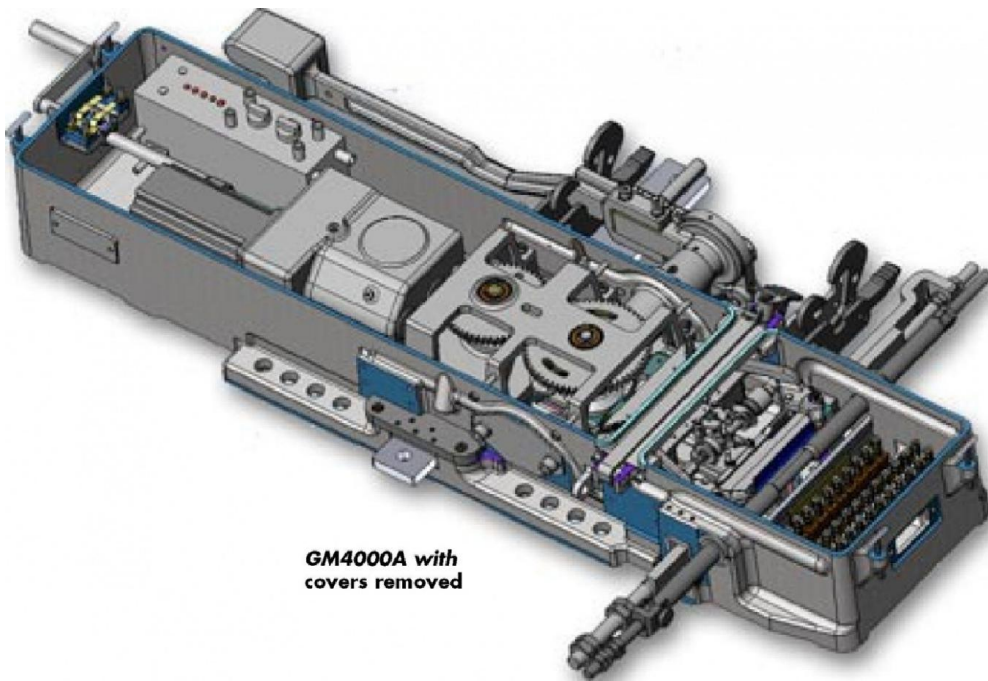
სარკინიგზო ტრანსპორტის ტექნიკური ექსპლუატაციის მოთხოვნათა შესაბამისად საისრე გადამყვანებმა უნდა უზრუნველყონ: ისრის განაპირა მდგომარეობის დროს მიბჯენილი კალმის მჭიდრო მიკვრა

ჩარჩორელსთან; არ დაუშვან ისრის კალმის ჩაკეტვა, როცა დაშორება მიბჯენილ კალამსა და ჩარჩორელს შორის 4 მმ და მეტია; მეორე არამუშა კალმის დაცილება ჩარჩორელსთან არანაკლებ 125 მმ მანძილზე; ისრის კალმების მექანიკური ჩაკეტვა მათი გადაადგილების აღკვეთისათვის მატარებლის მსვლელობის დროს; ელ. ძრავის დაცვა გადატვირთვისაგან და ჩარჩორელის გაწევის შეუძლებლობა მკვრივი საგნის ჩავარდნისას კალამსა და ჩარჩორელს შორის; ისრის ხელით გადაყვანის შესაძლებლობა.

გამოყენების სფეროდან გამომდინარე სარკინიგზო ტრანსპორტზე საისრე გადამყვანები პირობითად იყოფა შემდეგ ძირითად ჯგუფებად: ჩვეულებრივი საისრე გადამყვანებისთვის ჯვარედის მარკით 1/11 და უფრო მეტი დახრით ფართოდ არის გავრცელებული სადგურებში მაღალსიჩქარიანი მოძრაობის გარეშე.



ნახ 6. CII ტიპის ელ. აბრევი



ნახ 7. ამერიკული საისრო ელ. ამბრავი



### 2.1.1. ისრული ამპრაგების კლასიფიკაცია

მოხმარებული ენერჯის სახეობით ელ. ამპრაგები არსებობს ელექტრომექანიკური, ელექტრომაგნიტური, ელექტროპნევმატური, ელექტროჰიდრაულიკური.

- ელექტრომექანიკურ ელ. ამპრაგებს ისრების გადაყვანისათვის გაჩნიათ ელექტრო ძრავი, მომუშავე მუდმივ ან ცვლად დენზე და ასევე გააჩნია მექანიკური რედუქტორი, ხოლო ელექტრომაგნიტურები - წევის ელექტრომაგნიტი (სელენოიდი). ამ უკანასკნელის არაეკონომიურობის და ასევე სარკინიგზო ტრანსპორტის საისრე გადამყვანების მძიმე კალმების სწრაფი გადაყვანისას, რაც იწვევს საისრე გადამყვანის ელემენტების დეფორმაციას, ამის შედეგად მათ უფრო ხშირად გამოიყენებენ ტრამვაის ხაზებზე.

ელექტროპნევმატური და ელექტროჰიდრაულიკური საისრე გადამყვანების მოქმედება დაფუძნებულია პნევმატურ და ჰიდრაულიკურ ძრავების გამოყენებაზე. ენერჯის გარდაქმნა დაწნეხილი ჰაერის ან სითხის მექანიკურ ენერჯიად ამ მოწყობილობებში ხორციელდება მუშა ცილინდრში, რომელსაც გააჩნია პორშინი შტოკით. ეს უკანასკნელი საისრე საწევით დაკავშირებულია ისრის კალმებთან. ცილინდრში პორშინის გადაადგილება დაწნეხილი ჰაერის ან სითხის ზემოქმედებით იწვევს ისრის გადაყვანას. ასეთი ძრავებით ისრის მდგომარეობის კონტროლი ხორციელდება საკაბელო ხაზით ელექტრული კონტაქტების გამოყენებით.

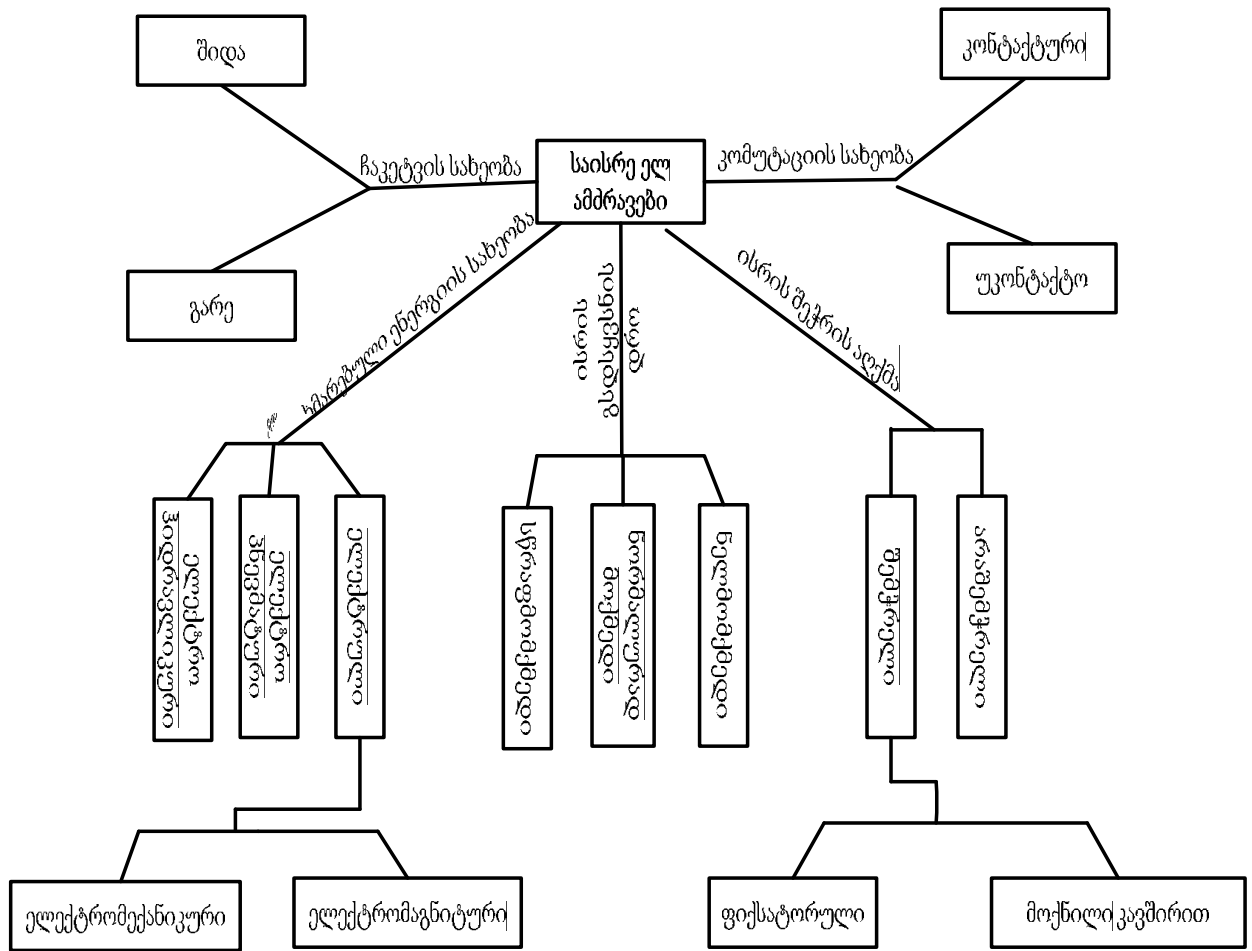
გადაყვანის დროის მიხედვით საისრე ელ. ამპრაგები შეიძლება დაიყოს სწრაფმოქმედ (ისრის გადაყვანის დრო 1წმ) და გადაყვანის ნორმალური დროით (5წმ) და ნელმოქმედი (5წმ-ზე მეტი დროით).

სწრაფმოქმედ ელ. ამპრაგებს გამოიყენებენსარკინიგზო სადგურების მახარისხებელ გორაკებზე და სადგურის სამანევრო რაიონებში, დანარჩენს - სადგურში, აღჭურვილი ისრების და სიგნალების

ელექტრული ცენტრალიზაციით, ამასთან ნელმოქმედ ელ. ამძრავებს ფართო გამოყენება გაჩნიათ მაღალსიჩქარიან მაგისტრალზე, სადაც იდება ისრები მოქნილი და გრძელი კალმებით.

ჩაკეტვის სახეობით განასხვავებენ საისრე ელ. ამძრავებს შიდა და გარე ჩაკეტვით. შიდა ჩაკეტვის მექანიზმი კონსტრუქციულად განთავსებულია ელ.ძრავის კორპუსში, ხოლო გარე ჩაკეტვის არა ელ. ამძრავში, უშუალოდ საისრე კალმებთან ცალკე ჩამკეტის სახით.

ისრის შეჭრის აღქმის მეთოდი ან მისი იძულებით გადაყვანის შემთხვევაში მატარებლის გოგორწყვილის მიერ ისრის მიმართულებით მოძრაობისას ელ. ამძრავი იყოფა შემჭრელ და არაშემჭრელ ელ. ამძრავებად. შემჭრელ ელ. ამძრავებს გააჩნიათ მოწყობილობები, რომლებიც აღკვეთავს შეჭრის შემთხვევაში ელ.ამძრავის მექანიზმების დაზიანებას, რომელიც შესრულებულია შეჭრის მექანიზმის სახით მოქნილი ან ხისტი კავშირით ელ. ამძრავის მოძრავ ან წამყვან ელემენტებთან, უზრუნველყოფს მოძრავი შემადგენლობის გოგორწყვილის ზემოქმედების შედეგად შიბერის მოძრაობის წინაღობას. არაშემჭრელ ელ. ამძრავებს ასეთი მექანიზმები არ გააჩნიათ და ამის გათვალისწინებით ისინი უფრო ნაკლებად საიმედოა, ისინი ზიანდებიან მხოლოდ შეჭრის შემთხვევაში.



ნახ 8. საისრე ელ. ამბრავების კლასიფიკაციის სქემა

### 2.1.2 საისრო ელექტრო ამძრავის ელემენტები

საისრე გადამყვანების კონსტრუქცია იმართება გადამყვანი მექანიზმებით. დღეისობით სარკინიგზო ტრანსპორტზე ფართოდ გავრცელებული და უმეტესად გამოიყენება ელექტრო ძრავიანი მექანიზმები, რომლებიც უზრუნველყოფენ საიმედო დისტანციურ მართვას. სარკინიგზო გადამყვანების სწორი კომპლექტაცია და სწორად შესრულებულ მონტაჟზე დამოკიდებულია შემადგენლობების უსაფრთხო გადაადგილება ერთი სარკინიგზო ხაზიდან მეორეზე, ხოლო ელექტრო ამძრავების ზუსტ და გამართულ მუშაობაზე დამოკიდებულია მოძრაობის საერთო უსაფრთხოება.

საისრე ელ. ამძრავები შედგება: ელ. ძრავისაგან რედუქტორით, მთავარი ღერძისაგან მუშა კბილანებით, რომელიც უკავშირდება მუშა შიბერს, მუშა შიბერი უერთდება ისრის გადამყვან მუშა წევას, საკონტროლო სახაზავებს და ავტოგადამრთველს.

განვიხილოთ საისრე გადამყვანების ელექტრო ამძრავების საექსპლუატაციო-ტექნიკური მოთხოვნები: უსაფრთხოების მიზნით თვეში ორჯერ, ხოლო ჩქაროსნულ გზებზე ათ დღეში ერთხელ ელექტრო მექანიკოსები ათვალთვლებენ ისრულ ელექტრო ამძრავებს და ამოწმებენ, თვეში ერთხელ საზღვრავენ დახარჯული დენის რაოდენობას. დაცული უნდა იყოს ყველა ტექნიკური მოთხოვნა.

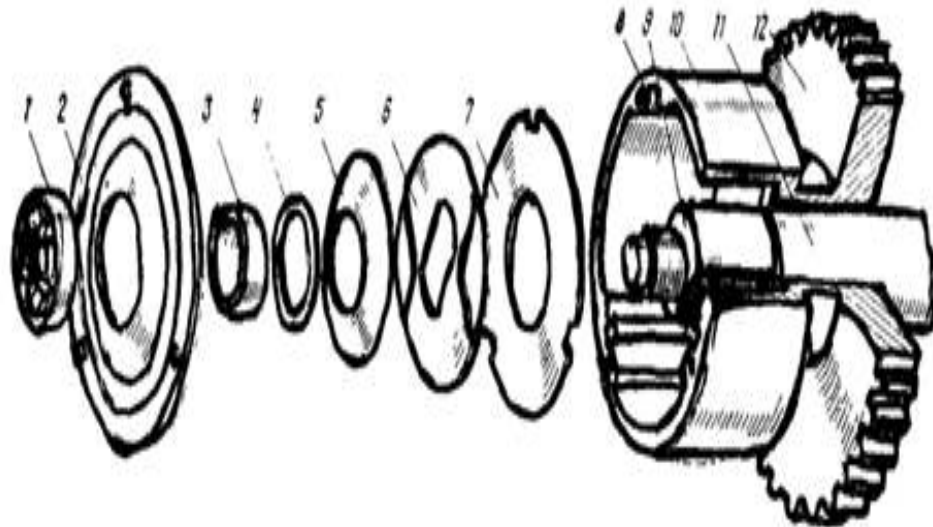
კორპუსი - სახურავი ადვილად უნდა ეხსებოდეს და იხურებოდეს საკეტი, კარგად იცავდეს ელექტროამძრავს სინეტისა და ჭუჭყისაგან, ჭრილი კორპუსში ყურბელური სახელურის და გასაღებისათვის საჭიროდ უნდა იყოს დაცული რეზინის საყელურებისათვის, ღრეჩოები დაუშვებელია. საკეტიც უნდა იჯდეს მჭიდროდ, მხოლოდ სადენების უნდა აღწევდეს შიგნით. კორპუსი პერიოდულად უნდა შეიღებოს შავი ფერით, ხოლო შიგნიდან ამოიღებოს რუხი ფერით.

მექანიკური გადაცემა - მოძრაობის მქონე მიმღები და მბრუნავი დეტალები ადვილად უნდა მოძრაობდნენ, შეფერხების გარეშე და უხმაუროდ. მუშა ღრეჩოს მნიშვნელობები უნდა იყოს ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ შიბერსა და მიმართველს შორის 0,4 მმ-მდე, ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ მიმართველსა და საკონტროლო სახაზავებს შორის მთელ სიგრძეზე 1 მმ-მდე. გვერდითი ღრეჩო კბილანურ მოდულთან კავშირში M1,5 0,1-0,12მმ, M3 0,15-0,3 მმ, M4 0,2-0,4 მმ ღერძიდან გადაადგილება საყრდენებს შორის 0,3-0,6 მმ. ელ. მიმყვანის ყველა მბრუნავი ნაწილები დაიზეთოს.

ჩამკვეტი, ამკმაღავი და გამჭრელი მოწყობილობა - სპეცფორმის ჩამკვეტი კბილანებს არ უნდა ჰქონდეს არანაირი ნაკვალევი არასწორი ცვეთისა და ნაზარებისა, ისინი ზუსტად უნდა იყოს ჩალაგებული განკუთვნილ ღრმულებში (CIB-5ში) და (CII-1ში) კი მდორე გადასვლები ჩამკვეტი და გვერდით ზღვრებს შორის. შიბერის კბილანები გამუდმებით უნდა იზეთებოდეს, ამისათვის კი დაცული უნდა იყოს დამზეთი ვანის ჰერმეტიულობა. ამკმაღავი (შემზღუდველი) მოწყობილობების მბრუნავი ნაწილები და ) CII-1) საყრდენი ზედაპირები ყურადღებით უნდა მოწმდებოდეს, რათა არ იყოს ბზარები და ცვეთის ნაკვალევი, აგრეთვე საიმედო უნდა იყოს საყრდენის დამმაგრებელი (CII-2)

გამჭრელი გადაბმულობა - CIB-5 ტიპის ელექტროამძრავი საიმედოდ უნდა მუშაობდეს გაჭრის შემთხვევაში. ელექტრო მკვებავებთან ახლოს მდებარე ისრებზე ძაბვა ნორმალურზე მაღალია. თვითგაჭრის თავიდან აცილების მიზნით მოწყობილობა უნდა დარეგულირდეს ტიპის ელექტროამძრავი საიმედოდ უნდა მუშაობდეს გაჭრის დროს. ელექტრო მკვებავებთან ახლოს მდებარე ისრებზე ძაბვა ნორმალურზე მაღალია. თვითგაჭრის თავიდან აცილების მიზნით მოწყობილობა უნდა დარეგულირდეს 1300-1500 კვც დანარჩენებზე 1000-1200 კვც. ფიქსატორი უნდა მოქმედებდეს მკაფიოდ და შეერთებაც უნდა იყოს მყარი.

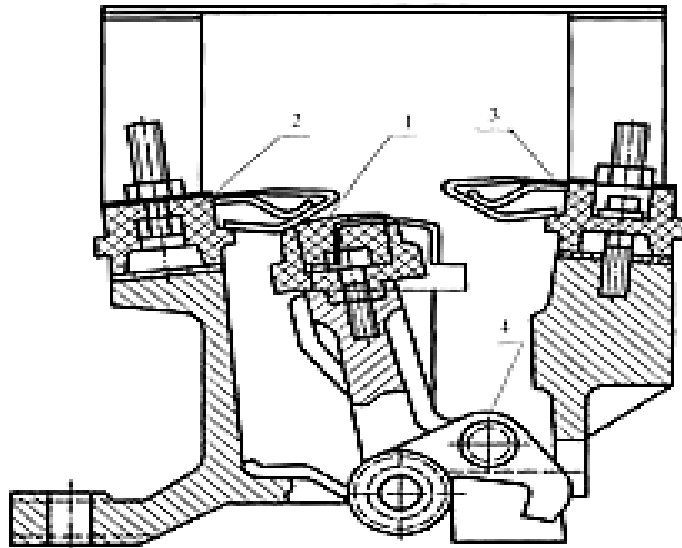
ფრიქციული გადაბმულობის ისრის გადასაყვანად ფრიქციულ გადაბმულობას უნდა ჰქონდეს 25–30%–ით მეტი ძალდატანება ვიდრე ჩვეულებრივად.



ნახ.9. ფრიქციული მექანიზმი

რეგულირებისთვის თავდაპირველად უნდა გაისინჯოს ნორმალურად გადაცემის დენი და მასზე 1,25–1,3–ჯერ დიდი უნდა იყოს ფრაქციისთვის სამუშაო დენი. სამუშაოები ცალკეულ ისრებზე ცალკე უნდა შესრულდეს. სხვადასხვა მხარეს ბრუნვისას ფრიქციებზე დახარჯული დენი არ უნდა იყოს ერთმანეთისგან 10%–ზე მეტი სხვაობის. ყველა წყვილის კონტაქტის ჯამური ფართობი უნდა იყოს, უმცირესი ფართობის დისკზე არანაკლებ 75%–ისა. კორპუსს უნდა ჰქონდეს ღერძული სითავისუფლე დაახლოებით 0,5–დან 1 მმ–მდე. СПВ-5 და СП-2ის დისკები გამუდმებით უნდა იზეთებოდეს. СП-1–ის ფრაქციული გადაბმულობა უნდა იყოს თანაღერძი რედუქტორის შემავალ ლილვთან.

ავტოგადამრთველი - საკონტაქტო ხუნდები, დანები და ზამბარები უნდა იყოს კარგად გასუფთავებული. საკონტაქტო დანები უნდა იყოს განთავისუფლებული საკონტაქტო ზამბარების სიმეტრიულად და პერპენდიკულარულად თავის მაიზოლირებელ ფუძესთან. დანების შეჭრა საკონტაქტო ზამბარებში უნდა ხდებოდეს წამიერად 5 მმ-ის სიღრმეზე. კონტაქტური ზამბარების წყვილი უნდა იჭიმებოდეს ერთნაირ მანძილზე დენის მიმართ, დეფორმაციის გარეშე 500 ჰც. საკონტაქტო წნევის პირობებში. კონტაქტური ზამბარების დარეგულირებისას დაუშვებელია გადახრა –გადაღუნვა. კონტაქტური დანები არ უნდა ერტყმებოდეს მაიზოლირებელ ხუნდებს. მობრუნების კუთხე არ უნდა აღემატებოდეს: CΠB-5-21° –ს ; CΠ-1-26° და CΠ-2-28 ° და უზრუნველყოფდეს სამ წყვილ კონტაქტს. დანები ხუთ წყვილ მოკლე კონტაქტს უნდა თიშავდეს და იღებდეს შუალედურ მდგომარეობას, რაც კონტაქტური ზამბარების არა უმცირეს 3 მმ ღრეჩოს ქმნის. გრძელი კონტაქტი უნდა შეკრას. ღრეჩოები უნდა იყოს ზღვრებში. ქუსლა გადამრთველსა და თითს შორის (CΠB-5) ან რგოლამდე (CΠ-1 და CΠ-2) დანური ბერკეტისა 0,3–0,8 მმ. გადამრთველი ბერკეტის ბოლოსა და დოლის ჭრილამდე (CΠB-5) ან მთავარი ლილვის საყელურამდე (CΠ-1 და CΠ-2) 1,5–3 მმ. საკონტაქტო დანასა და მაიზოლირებელ ხუნდამდე 1,5–3 მმ იზოლაციის წინააღმდეგობა საკონტაქტო ავტოგადამრთველსა და კორპუსს შორის უნდა იყოს 25 MOM სინესტე 75%-ის დროს. ავტოგადამრთველის ხუნდის და კონტაქტის ბლოკის მაიზოლირებელი ფუძე უნდა მოწმდებოდეს 50 ჰც ცვლადი დენის და 0,5 კვტ სიხშირის, ძაბვის 1000 ვტ პირობებში ერთი წუთის განმავლობაში ელექტრო მდგრადობაზე.



ნახ. 10. ავტოგადამრთველის საკონტაქტო სისტემა

ისრული ელექტრამძრავები შიძლება იმყოფებოდეს მუშა მდგომარეობაში, ნორმალური გადასვლის და ფრიქციული მუშაობის რეჟიმში. მნიშვნელოვან ადგილს იკავებს ელექტრამძრავის ისრის გაჭრის მოწყობილობა.

ნორმალური გადაყვანის რეჟიმის კონტროლი მდგომარეობს ელექტროძრავის მომჭერებზე ძაბვის გაზომვაში, დახარჯული დენის რაოდენობის გაზომვაში და დროის განსაზღვრაში, რა დროშიც ხდება ისრის გადაყვანა. ძაბვის და დენის გასაზომად შეიძლება მრავალზღვრიანი ვოლტმეტრის (II 760 ან II 762) გამოყენება, გამოშვებული ქარხანა „ტრანსსიგნალის“ მიერ. იგი უზრუნველყოფს სიდიდეების გაზომვას როგორც ცვლადი ისე მუდმივი დენის პირობებში. გაზომვები ელექტრამძრავთან ადგილზევე უნდა ჩატარდეს.

გაზომვის დაწყებამდე დგინდება დენის გადამრათველები და გაზომვის ზღვრები დენის გვარობის მიხედვით და ძრავის ნომინალური ძაბვის მიხედვით.

ძაბვის გასაზომად მუდმივი დენის ელექტროძრავში ხელსაწყოს გამომყვანი ბოლოები უერთდება შუალედურს და ერთ განაპირა მომჭერს ისრის გადაყვანისას ერთ მხარეზე, შუალედურს და მეორე განაპირას. უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ძაბვის ქვეშ იმყოფება ორივე განაპირა



მომჭერები შუალედურთან მიმართებაში; ერთი მოწოდებული ძაბვის გამო, მეორე კი ინდუქტიური ძაბვის გამო, ბრუნვისას.

დახარჯული დენის რაოდენობის გასაზომად მიმყვანი ბოლოები უერთდება ბლოკ-კონტაქტს, რომელიც არის განმუხტული. დროის განსაზღვრა შეიძლება ПВ-53 ტიპის ელექტროწამზომით. მას მიეწოდება ცვლადი 127ვ ან 220ვ დენი.

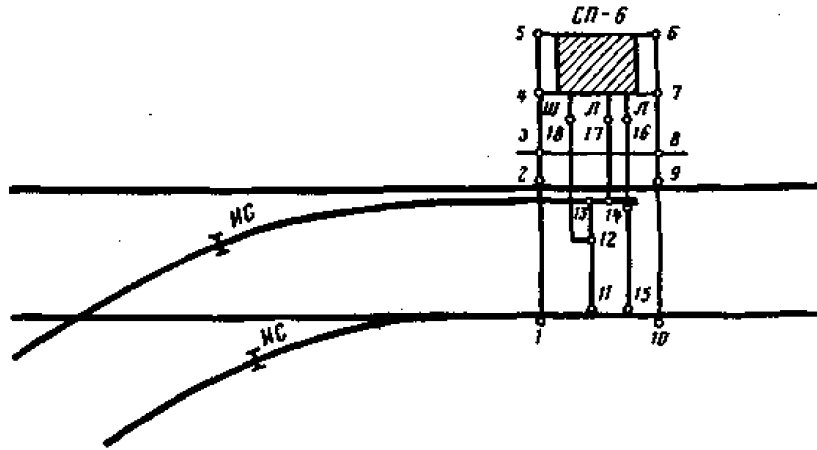
გამოთვლისას უნდა გავითვალისწინოთ გაზომვის თავისებურებები, ისრის გადაყვანის მცირე დროის მონაკვეთის გამო. ვოლტამპერმეტრის დენში ჩართვისას ისრის უცაბედი გამოვარდნით და შემდეგ მდორე დაბრუნებით ხასიათდება გარკვეულ მაჩვენებელთან, შემდეგ კი უბრუნდება საწყისს მდგომარეობას. სწორედ ეს მაჩვენებელია მისაღები მხედველობაში. მეტი სიზუსტისთვის შეიძლება ისრის დამაწყნარებლიანი ვოლტამპერმეტრის გამოყენება. ლაბორატორიებში კი გაზომვას აწარმოებენ ოსცილოგრაფის დახმარებით, ეს უფრო ზრდის გაზომვის სიზუსტეს. აქ მხოლოდ ღილაკზე ხელის დაჭერის შემდეგ უბრუნდება ისარი საწყის მდგომარეობას (ალარ არის საჭირო გაზომვისას სისწრაფე). გაზომვები ხდება სამჯერ. ისრის გადაყვანით მინუსიდან პლიუსზე და პლიუსიდან მინუსზე და აქედან იღებენ საშუალო არითმეტიკულს. მიღებულ შედეგს ადარებენ ცხრილში მოცემულ სიდიდესთან. თუ დახარჯული დენის რაოდენობა მეტია ცხრილში მოცემულ სიდიდეზე, არ არის წესრიგში ისარი და იგი მოითხოვს შეკეთებას და დაზეთვას. თუ მიღებული ძაბვის სიდიდე მეტია ცხრილში მოცემულ სიდიდეზე, მაშინ ჩქარდება და ისარზე ჩნდება გამოწნეხილი.

არაშეჭრადი საისრე ელ. ამძრავმა (СП-6) ჰპოვა ფართო გავრცელება, თავდაპირველად გამოიყენებოდა შემჭრელი საისრე ელ. ამძრავები გარე სახსრული ჩამკეტებით. გამოცდილებამ გამოავლინა ხსენებული კონსტრუქციის გარე ჩამკეტის არასაიმედოობა, რომელიც გამოიხატებოდა დაჭუჭყიანებით და ხშირი ჩაჭედვით მექანიზმისა, განსაკუთრებით ზამთრის პერიოდში. 1935 წლიდან დაიწყო გამოშვება

შემჭრელი საისრე ელ.ამძრავის СПБ შიდა ჩამკეტვით, რომელსაც ფართოდ იყენებენ 1965 წლამდე.

მოძრაობის სიჩქარის გაზრდამ და მატარებელთა წონის გაზრდამ განაპირობა ახალი საისრე ელ. ამძრავების გამოყენება P50 და P65 მძიმე წონიანი რელსის ტიპებიდან და აუცილებლობა უფრო საიმედო ჩაკეტვისა ორივე კალმისათვის. СПБ ელ.ამძრავს გააჩნდა ნაკლოვანებები, ამიტომ დაიწყო СП (СП1, СП2, СП3) ტიპის არაშემჭრელი საისრე ელ. ამძრავების გამოყენება, რომლებიც ახორციელებენ შეთავსებულ გადაყვანას და ჩაკეტვას ერთდროულად ორივე კალმისას, გააჩნდა მარტივი კონსტრუქციულობა და ამაღლებული ცვეთამდგრადობა.

არაშემჭრელი ელ.ამძრავების დანერგვამ, რომელიც გაჭრის შემთხვევაში უშვებდნენ ელ.ამძრავის ამა თუ იმ ელემენტის ან გარნიტურისა გატეხვას, ხელი შეუწყოს სამანევრო გადაადგილების სრულ მარშრუტიზირებას და სიგნალიზირებას, გამორიცხავდნენ ისარზე მოძრაობის საშუალებას თუ ისინი არ იყო ჩაკეტილი და არიმყოფებოდნენ მარშუტის შესაბამის მდგომარეობაში.



ნახ. 11. ისარზე ელ.ამძრავის დაყენების სქემა.

საისრე ელ. ამძრავი CI-6 ყენდება ორ ფუნდამეტურ კუთხოვანზე 1-5 და 6-10, დამაგრებულ კვანძებში (ჭანჭიკური შეერთებები) 1,2 და 9,10 ჩარჩორელსთან, ხოლო 4,5 და 6,7 კვანძებში – ელ. ამძრავის კორპუსთან. კონსტრუქციისათვის მეტი სიხისტის მისანიჭებლად და ვერტიკალურ სიპრტყეზე დინამიკური რეჟიმის შემთხვევაში ელ. ამძრავის რყევების შესამცირებლად ფუნდამეტური კუთხოვანები დამატებით დამაგრებულია 3 და 8 კვანძებში გრძივი მომჭიმავი ზოლით, რომლებიც ებჯინება საისრე განძელებს. ელ.ამძრავის მუშა შიბერი სახსრით დაკავშირებულია მუშა წევასთან 12-18, რომელიც 12 კვანძში მიმაგრებულია კალმებს შორის (შემაერთებელი) წევასთან 11-13, ხოლო ეს უკანასკნელი წევებთან. საკონტროლო სახაზავები 16,17 კვანძში სახსრით შეერთებულია გარნიტურის საკონტროლო წევებთან, რომლებიც ხისტად არის მიერთებული ისრის კალმებთან კვანძებში 14,15.

იმისთვის, რომ აღკვეთილი იქნას ელექტრული სარელსო წრედის დაშუნტვა საისრე გარნიტურის ელემენტებით 1, 2, 9-11, 13-15 კვანძებში ყენდება იზოლირებული საფენები და მილისები.

პრინციპიალური სქემის შესაბამისად ჩარჩორელს, გარნიტურა და ელ.ამძრავის დაყენება უნდა წარმოადგენდეს ერთიან მყარად შეკრულ კონსტრუქციას. ელ.ამძრავის ძალისმიერი გადაცემები უნდა

ახორციელებდეს ისრის კალმების გადაყვანას ერთი და იმავე დაშორებით განძელების მიმართ საისრე გადამყვანის წანაცვლების მიუხედავად, უზრუნველყოფდეს კალმების ჩაკეტვას და მათი განაპირა მდგომარეობაში ჩარჩორელსთან მიკვრის კონტროლს. უზრუნველყოფილი უნდა იყოს დამატებითი ხისტი კავშირი ჩარჩორელსებს შორის ღრიჭოს სტაბილიზაციისათვის „კალამი – ჩარჩორელსი“ და ჩარჩორელსების ელ.ამძრავის გარნიტურასთან მექანიკური კავშირი მათი ადგილმდებარეობის კონტროლისათვის. ელ.ამძრავისა და გარნიტურის ელემენტები არ უნდა დეფორმირდებოდეს საისრე გადამყვანის მიწის ვაკისის მიმართ გადახრის შემთხვევაში.

ამგვარად დაყენების სქემა და ელ. ამძრავისა და გარნიტურის ყველა კვანძების კომპონენტებმა განსაზღვრა ისრის მდგომარეობის კონტროლის დისტანციური მართვის იდეა, რომელიც მდგომარეობს დაფიქსირებაში ელ.ამძრავის კალმების გადაყვანის საკონტროლო მოწყობილობით, ამან უზრუნველყო ელ.ამძრავის კინემატიკური სქემის სიმარტივე და მისი ძალოვანი და საკონტროლო ელემენტების ერთ ადგილში არა ლიანდაგში მობილიზირება.

ელ.ამძრავის კორპუსში (1) CII -6 (ნახ.) მოთავსებულია ელექტროძრავი (3) მუდმივი ან ცვლადი დენის, რედუქტორი (5) იმავე ბლოკში ჩამონტაჟებული ფრიქციული ქუროთი ფოლადის დისკოების სახით, დამწნეხი ზამბარებით, ავტოგადამრთველის (10) ბლოკი, ძირითადი ლილვი (6) , შიბერი (8), საკონტროლო სახაზავები (9), შტეფცელური როზეტი (4) გადასატანი სანათი ნათურის ჩასართავად, გამათბობლები (წინაღობები) (7) ავტოგადამრთველის კონტაქტებისა, საკონტროლო მახლოკირებელი მოწყობილობა (2), რომელიც გამორთავს ელექტროძრავის წრედს (3) ისრის ყურბელური სახელურის გადაყვანისა და სახურავის გაღების დროს.

## 2.1. ისრის მართვის სქემები

საისრო ელ. ამძრავების სქემა შედგება მმართველი, მუშა და საკონტროლო წრედებისაგან. ექსპლუატაციაში გვხვდება პრაქტიკულად ერთნაირი დანიშნულების სხვადასხვა სქემები, რომლებიც წარმოადგენს ამ წრედების კომბინაციებს დაცვის საშუალებებთან ერთად, ამიტომ საისრო ამძრავების სქემების განხილვისას შეიძლება შემოვიფარგლოთ რამოდენიმე მაგალითით, რომლებიც ყველაზე მეტადაა გამოყენებული სარელო ცენტრალიზაციებში.

### 2.1.2. ისრის მართვის ორსადენიანი სქემა

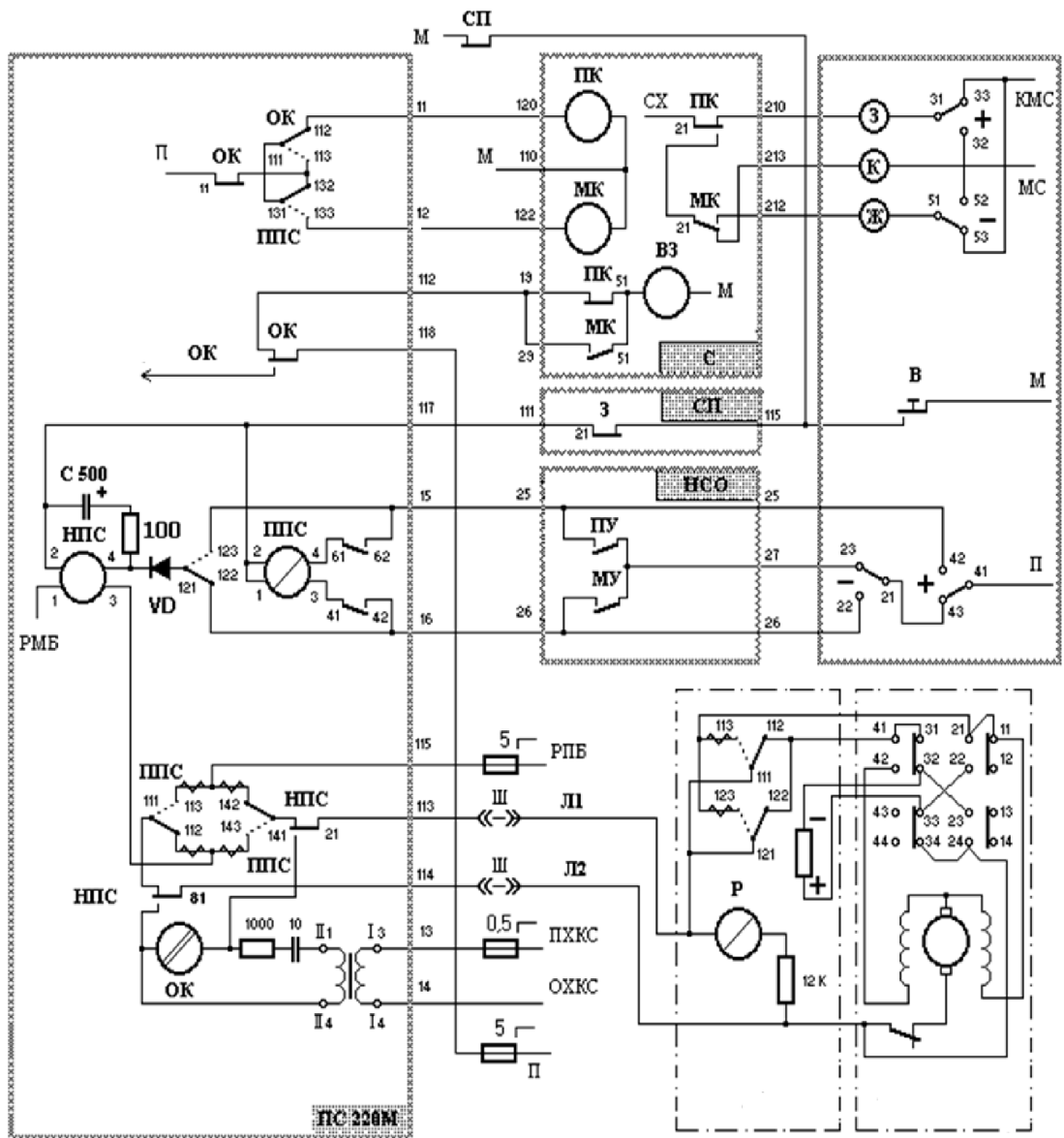
ორსადენიანი მართვის სქემის შემთხვევაში, როგორც ისრის გადამყვანის მუშა წრედის ასევე მისი მდგომარეობის კონტროლის ფუნქციონირება ხდება ორი ფიზიკური სადენის მეშვეობით, სწორედ ამიტომაც ეწოდება მას ისრის მართვის ორსადენიანი სქემა. შემსრულებელი აპარატურის ძირითადი ნაწილი განთავსებულია ელექტრული ცენტრალიზაციის პოსტებზე განთავსებულ სარელო ოთახებში, ძირითადი აპარატურა მოიცავს შემდეგ ბლოკებს:

- PC-220( PC-110)- საისრე გამშვები ბლოკი, რომელიც მოიცავს ისრის მართვის ორსადენიანი სქემის ორ იდენტურ კომპლექტს;
- C ბლოკი- არის საკონტროლო ბლოკი;
- HCOx2 ბლოკი- ცალმაგი ისრის მართვის ბლოკი, რომელიც მოიცავს საისრე მმართველი რელეების კომპლექტს;
- HCC ბლოკი- შეწყვილებული ისრების მართვის ბლოკი.

ისრის მართვის ორსადენიანი სქემა ასრულებს შემდეგ მანიპულაციებს:

- რთავს ამუშავების მოწყობილობებს მართვის კნოპის დაჭერისას (ან ჩართავს IIY ან MY ამუშავების რელეებს);
- გამორიცხავს ისრის გადაყვანას დაკავებული სარელსო წრედის შემთხვევაში ან მარშრუტში საისრე სექციის ჩაკეტვის დროს;
- აფიქსირებს ისრის გადასვლის პროცედურის დასრულებას.

№12 ნახაზზე ნაჩვენებია ისრის მართვის ორსადენიანი სქემა ПС-220 ბლოკის გამოყენებით.



ნახ. 12. ისრის მართვის ორსადენიანი სქემა

ისრის მართვის ორსადენიან სქემას ახასიათებს მთელი რიგი თავისებურებები:

თუ, ამუშავების რელეს კონტაქტების შერთვის შემდეგ, რაიმე მიზეზით (ავტოგადამრთველის კონტაქტების შემოყინულობის გამო) მუშა წრედში დენი არ წარმოიშვება, მაშინ დენი HPC რელეს 3-1 გრაგნილში არ იქნება და იგი ღუზას დაუშვებს უმნიშვნელო დაყოვნებით. ეს თავიდან აგვაცილებს ამუშავების რელეს დიდი ხნით დენის ქვეშ ყოფნას და გამორიცხავს ისრის კალმების გადასვლას მცირე დროის გასვლის შემდეგ, როცა ისარზე შეიძლება აღმოჩნდეს მოძრავი ერთეული. ანალოგიურად, თუ P რელე, უწყისვრობის გამო არ გადაისვრის ღუზას, მაშინ ღუზა უნდა ჩამოუშვას HPC რელემ. აქ აგრეთვე, შესაძლებელია, რომ ისარზე მოძრავი შემადგენლობის გავლის დროს წარმოქმნილი რყევების შედეგად, რელეს ღუზის გადასროლა მოხდეს დაგვიანებით. ამ დროს, HPC რელეს მუშაობის პირობები განსხვავდება იმით, რომ მისი წრედი შეკრულია სალიანდაგო ყუთში მოთავსებული ვენტილის გავლით, რომელიც ახლა ჩართული იქნება მუშა ბატარეას ძაბვასთან შეთანხმებით. აუცილებელია, რომ HPC რელეში დენის სიდიდე 0,2 ომიანი გრაგნილით, ყოს ღუზის შეყოვნების დენზე ნაკლები. ტექნიკური პირობების მიხედვით, HM3-0,2/220 ტიპის რელეზე, ამ დენის სიდიდე არ უნდა აღემატებოდეს 0,3ა. დენის სიდიდის შეზღუდვისათვის ვენტილის მიმდევრობით ჩართულია 1000 ომი წინალობის დამცავი რეზისტორი.

სალიანდაგო ყუთში, მარვეერსირებელი P რელეს მიმდევრობით ჩართულია 12კ. ომი წინალობის რეზისტორი, რომელიც საკონტროლო რეჟიმში ამცირებს P რელეში გამავალი დენის სიდიდეს, რითაც აუმჯობესებს მის მუშაობას. ამის გარდა, ეს რეზისტორი აუცილებელია ისრის გადასვლის დროს P რელეს სწორი მუშაობისათვის. გამოცდები აჩვენებს, რომ პოლარიზებულ რელეს გრაგნილზე მოდებული მეტისმეტი ძაბვა შეიძლება გახდეს მისი ღუზის გადასროლის ელემენტული. ეს განსაკუთრებით ჩანს მაშინ, როდესაც არსებობს ღუზის მექანიკური გაჭეკვა



ან მიყინვა, რომლებიც მაგნიტური ნაკადის მატების მომენტში აყოვნებს მის გადაადგილებას, რადგან ზედმეტი ამპერ-მხვიებიანობენ პოლარიზებული რელეს მუდმივი მაგნიტის მოქმედებას და ღუზას გადასროლა შეუძლებელია.

ისრის კალმების გადასვლისას, სადგურის მორიგეს, კალმების შიალედურ მდგომარეობაში ყოფნისას, პულტზე პლუს ან მინუს დილაკზე თითის დაჭერით შეუძლია მათი უკან დაბრუნება. ამ დროს, ППС რელე და მის შემდეგ P რელე გადაისვრიან ღუზას, ხოლო НПС რელე არ უშვებს ღუზას, რადგან მის დაბალმიან გრაგნილში გაედინება დენი. გარდა ამისა, დილაკის კონტაქტის გავლით, НПС რელეს 4-2 გრაგნილს მიეწოდება დენის იმპულსი, რომლის საშუალებითაც კონდენსატორი ასწრებს დამუხვტვას, ამის შედეგად ძრავას ბრუნვის მიმართულება იცვლება უკუ მიმართულებაზე. მუშა წრედში დენის კომუტაციას ძირითადად ახორციელებენ ППС რელეს კონტაქტები, რომლებიც მუშაობენ ძალიან ხისტ პირობებში, რაც გამოიხატება ძრავას დიდი დენების შერთვა-განრთვაში, ექსტრა-დენით წარმოქმნილ ძაბვებს შეუძლიათ გამოიწვიონ რკალის წარმოქმნა და კონტაქტების მიწვა. ამისგან დაცვისათვის, НПС და P რელეების პოლარიზებული კონტაქტები მზადდება გაძლიერებული, მაგნიტური ბერვით. მძიმე ისრების შემთხვევაში, კონტაქტების მიწვის საწინააღმდეგოდ რეკომენდირებულია დამატებითი ღონისძიებების გატარება.

ყველაზე უფრო რადიკალურ ზომად ითვლება ელექტროამძრავში 4 მკვ ტევადობის კონდენსატორების დაყენება, აშუნტებენ ძრავას ღუზას და აგზნების გრაგნილს. ამით მნიშვნელოვნად მცირდება განრთვის ექსტრა-დენი და მიწვისაგან დაცული არა მარტო რელეს კონტაქტები, არამედ ავტოგადამრთველის მუშა კონტაქტებიც. ძრავას კონდენსატორზე რკალის წარმოქმნისას ცვლადი დენის გამართვით.

სხვა აუცილებელი ზომა, რომელიც ამცირებს კონტაქტების მიწვას, არის მძიმე ისრებზე МСII-0,15 ტიპის ელექტროამძრავების МСII-0,25 ტიპზე

შეცვლა. ამ დროს, ელექტროამძრავის მუშაობის გაუმჯობესებასთან ერთად, მცირდება განრთვის ექსტრა-დენის ძაბვა, რადგან MCI-0,25 ტიპის ძრავას აქვს ნაკლები ინდუქციურობა.

საკონტროლო რელეს პოლარიზებული ღუზის მიკვრის (მიწებების) შემთხვევაში, სქემა გამორიცხავს ისრის ყალბ კონტროლს (ე.ი. PK ან MK რელეს აგზნებას) იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც სადგურის მორიგე, დილაკების დახმარებით შეეცდება ППС და ОК რელეების ღუზების შესაბამისობის მიღწევას, რადგან ППС რელეს ღუზის ყოველ გადასროლას თან სდევს P რელეს გადასროლა, რის შედეგადაც ირღვევა ППС და ОК რელეების ღუზების შესაბამისობა, ან P რელე გამორთავს ვენტილს და სახაზო სადენებთან მიაერთებს ძრავას. ამიტომ, ელექტროამძრავის როგორც მუშა, ასევე საკონტროლო წრედებში აუცილებელია ჩაირთოს P რელეს კონტაქტები.

საკონტროლო რელეს მუშაობაზე მავნე ზეგავლენას ახდენს კაბელის ტევადობა, რომელიც დიოდის შემოვლით, ცვლადი დენისათვის ქმნის პარაზიტულ წრედს, რაც საკონტროლო რელეზე ამცირებს ძაბვის მუდმივ შემდგენს. A1 და A2 სადენების ძრავების დუბლირება კი არ აუმჯობესებს რელეს მუშაობას, არამედ აუარესებს, რადგან ამ სადენებს შორის ტევადობა იზრდება არა მარტო კაბელი სიგრძესთან ერთად, არამედ ძრავების გაზრდითაც. ამიტომ, ორ სადენიან სქემაში, საკონტროლო რელეს მუშაობის პირობების მიხედვით, კაბელის სიგრძე შესაძლებელია 2კმ-მდე. ისრების დიდი მანძილზე დაშორების დროს, საჭიროა გამოყენებული იყოს საისრე ძრავების მაგისტრალური კვება.

საკონტროლო ОК რელეზე მუდმივი შემდგენის გაზრდისათვის, მომავალში დაგეგმილია სელენური ბოგირის D226 ტიპის გერმანიურის დიოდით შეცვლა, რომელთაც პირდაპირი მიმართულებით გააჩნიათ სელენურზე ნაკლები წინაღობა. გარღვევის თავიდან აცილების მიზნით სქემაში მიმდევრობით ჩართული უნდა იყოს ორი დიოდი, ხოლო მათზე

ძაბვევის გათანაბრებისათვის ყოველი დიორი უნდა დაიშუნტოს 50 კომი წინაღობის რეზისტორით .

ორსადენიანი სქემის ნაკლად უნდა ჩაითვალოს ძრავაზე საკონტროლო რელეს წრედის შერთვისას რკალის წარმოქმნა კოლექტორზე, რადგან რკალს ახასიათებს ცვლადი დენის გამართვის შესაძლებლობა და კალმების ბოლომდე არ მისვლის შემთხვევაში იქმდენა საკონტროლო რელეს აგზნების საშიშროება. ამის პირობა შეიძლება შეიქმნას ისრის შეჭრის ან ისრის გადასვლისას მუშა წრედის დაზიანების დროს, მაგალითად: კოლექტორის დაჭუჭყიანების გამო, ღუზას ჩამოშვებს HPC რელე და მისი კონტაქტების საშუალებით სახაზო სადენებს ცენტრალიზაციის პოსტის მხრიდან მიუერთდება საკონტროლო რელე და ცვლადი დენის ძაბვა, მაშინ, როცა ელექტროამძრავის მხრიდან ხაზზე მიერთებულია ძრავა.

ხაზში დენის და ძაბვის შეზღუდვის და ამით კოლექტორზე რკალის წარმოქმნის არ დაშვებით, ტრანსფორმატორის სიმძლავრე შემცირებულა და სქემის კვების წრედში ჩართულია 1000 ომი წინაღობის რეზისტორი. ამ მიზნით, ელექტროამძრავებში კონდენსატორების დაყენება ემსახურება მხოლოდ დამატებითი დაცვის ფუნქციებს, რადგან კონდენსატორების გავლით წრედების წესივრობა სქემის მუშაობით არ მოწმდება.

სქემის სხვა ნაკლებად ითვლება  $\Lambda 1$  და  $\Lambda 2$  სახაზო სადენების ერთმანეთში არევა, ანუ შემთხვევით მათი ადგილების შეცვლა. ასეთი დაუდევარი, უყურადღებო მოქმედების შედეგად სქემა მოგვცემს არასწორ კონტროლს, კერძოდ ისრის კალმების პლუსი მდგომარეობისას დენის ქვეშ იქნება M საკონტროლო რელე, ხოლო მინუსის დროს - II რელე, ამიტომ, აუცილებელია სახაზო სადენების, კლემების და სამონტაჟო სადენების სხვადასხვა ფერებში შეღებვა.

### 2.1.1. ისრის მართვის ხუთსადენიანი სქემა

ისრის ხუთსადენიანი სქემის მუშაობის პრინციპები ანალოგიურია ორსადენიანი სქემის მუშაობის პრინციპებისა. ისრის სახელურის მოტორალებისას ამუშავდება ნეიტრალური საისრე გამშვები P1C რელე ხოლო შემდეგ მისი კონტაქტებით - პოლარიზებული საისრე გამშვები რელე P2C. ამ რელეების კონტაქტებით შეიკვრება ელექტროძრავის ამუშავების წრედი და ისარი გადადის. ისრის გადაყვანის მომენტში H1C რელეს 1-3 მაბლოკირებელ გრაგნილზე BΦK ბლოკიდან მიეწოდება ისრის მუშა ცვლადი ძაბვა, რომელიც გაედინება ტრანსფორმატორების პირველად გრაგნილებში, ამის შედეგად მისი მაგნიტური დენები არა სინუსოიდურია, რომელიც შეიცავს გარდა ძირითადისა ასევე მესამე ჰარმონიკას. ტრანსფორმატორების მეორე გრაგნილებში წარმოიქმნება ინდუქციები, რომლებიც ასევე შეიცავს ძირითად და მესამე ჰარმონიას, ამასთან ჰარმონიების საერთო ჯამი დაძრული ერთმანეთის მიმართ  $120^{\circ}$ -ით ნულის ტოლია. ასევე მესამე ჰარმონიები ემთხვევა ფაზით და იძლევა ჯამურ ძაბვას, რომელიც მიეწოდება H1C რელეს მადალომიან მაბლოკირებელ გრაგნილს დიოდური გამმართველების გავლით. ორი მუშა ტრანსფორმატორის ერთი ნებისმიერი ფაზის გაწყვეტის შემთხვევაში მეორადი გრაგნილები აღმოჩნდება ჩართული შემხვედრად და ძაბვა BΦK ბლოკის გამომავალ მომჭერებზე გახდება ნულის ტოლი. H1C რელეს შეუწყდება დენის მიწოდება და თავისი კონტაქტებით განრთავს ელ.ამძრავის ელ.ძრავის მუშა წრედს, იმისათვის, რომ აღმოიფხვრას მისი მუშაობა ორ ფაზაზე ისრის გადაყვანის შემდეგ ელ.ამძრავის ავტოგადამრთველის კონტაქტებით გამოირთვება ელ.ძრავის კვება C1Φ და C2Φ ფაზებით. ელ.ძრავის რევერსირება ხორციელდება P2C რელეს კონტაქტებით, რომელიც როტორის ბრუნვის მიმართულების შესაცვლელად ცვლის C1Φ და C2Φ ფაზების ჩართვას სტატორის გრაგნილებზე.

ცვლადი ძაბვა PXXC, OXKC პოლუსებიდან გაედინება BBC ბლოკის გამმართველში და აღიგზნება საკონტროლო OK რელე გამშვებ ბლოკში, მის გრაგნილებზე წარმოიქმნება პოლარობა, რომელიც შეესაბამება ისრის მდგომარეობას (ავტოგადამრთველის კონტაქტები). OK და ППC რელეს კონტაქტების გავლით ჩაირთვება პლიუსოვანი ПK ან მინუსოვანი MK საკონტროლო რელე. საკონტროლო რელეების წრედი ჩათული ППC რელეს კონტაქტები განპირობებულია აუცილებლობით იმისათვის, რომ გააკონტროლოს OK რელეს პოლარიზებული ღუზის მუაობა. ისრის გადაყვანის საწყის მომენტში ППC რელეს წრედში იცვლება პოლარობა და რელე იღებს სხვა პოლარობას, თუ ისრის გადასვლის შემდეგ თუ OK რელე აღიგზნება მაგრამ არ გადაისვრის პოლარიზებულ ღუზას, მაშინ ПK (MK) საკონტროლო რელეს წრედი არ შეიკვრება. საკონტროლო წრედი იღებს კვებას ცვლადი დენით T ტრანსფორმატორიდან. OK რელე, ჩართული საკონტროლო წრედში ერთნახევარ პერიოდულიანი გამმართველით, აღიგზნება პირდაპირი ან უკუ პოლარობის დენით იმის მიხედვით თუ რომელ მდგომარეობაში იმყოფება ისარი.

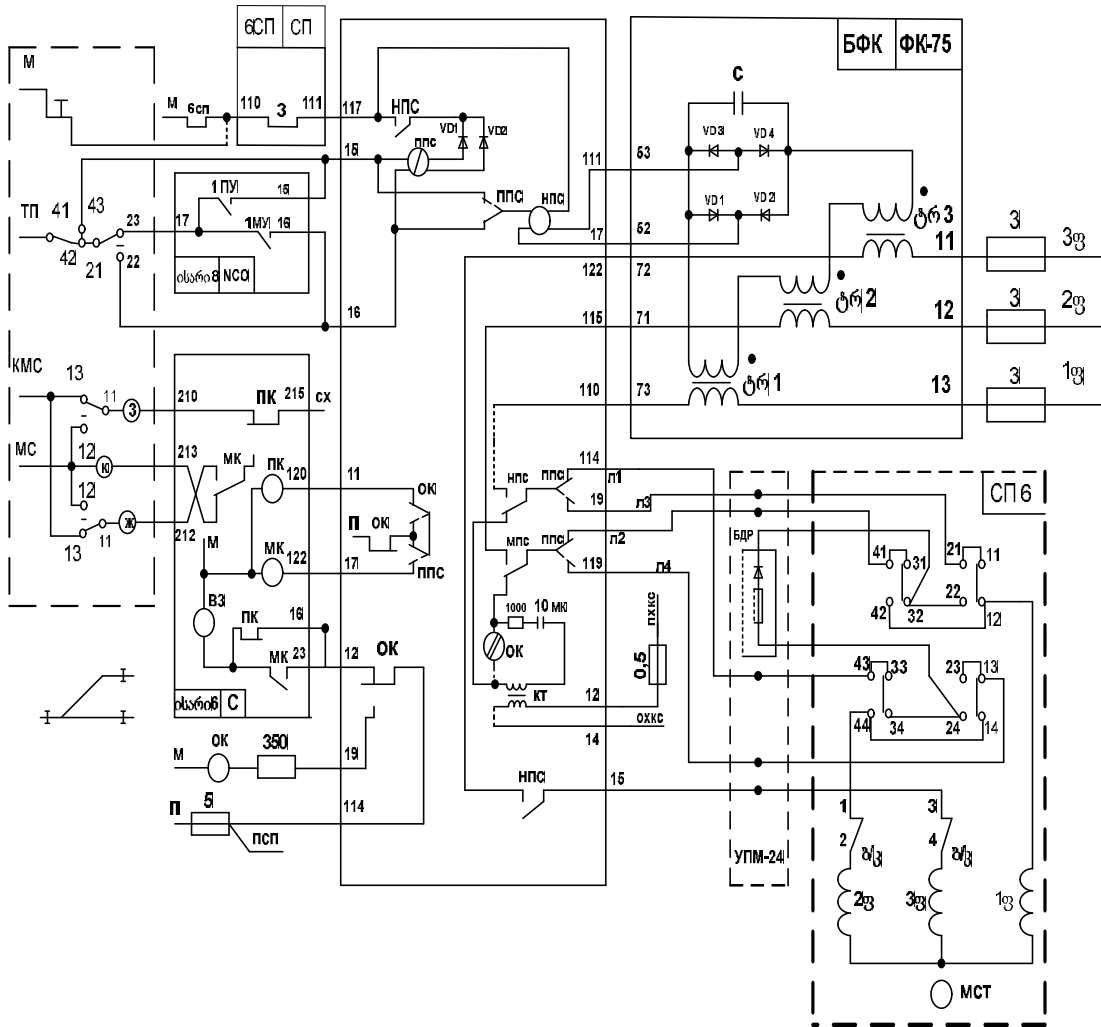
ისრის პლიუსოვანი მდგომარეობისას OK რელე დაშუნტებულია BC გამმართველი ბოგირით, დაყენებული ელ.ამძრავთან ისე, რომ რელეს გრაგნილით გაედინება მხოლოდ დადებითი ნახევარტალღები ცვლადი დენის ПX პოლუსიდან OX პოლუსისკენ. უარყოფითი ნახევარტალღები შეიკვრება სახაზო წრედით BC გამმართველი ბოგირის გავლით, ავტოგადამრთველის 31-32 და 33-34 კონტაქტები და ნორმალური კონტაქტები P რელეს პოლარიზებული ღუზისა. პირდაპირი პოლარობის მუდმივი პულსირებული დენისაგან OK რელე მიიზიდავს ნეიტრალურ ღუზას და გადართავს პოლარიზებულ ღუზას ნორმალურ მდგომარეობაში, ჩართავს ПK რელეს. ПK რელეს კონტაქტებით ჩაირთვება ისრის პლიუსოვანი მდგომარეობის კონტროლის მწვანე ნათურა.

ისრის მინუსოვანი მდგომარეობისას OK რელეს გავლით გადის უარყოფითი ნახევარტალღები OX პოლუსიდან ПX სკენ. დადებითი ნახევარტალღები ПX

დან OX სკენ შეიკვრება BC გამმართველი ბოგირით, ავტოგადამრთველის 21-22 და 23-24 კონტაქტი და P რელეს გადამყვანი კონტაქტი. მუდმივი შემადგენელი უარყოფითი პოლუსიდან OK რელე გადართავს კონტაქტს და ჩართავს MK რელეს, საიდანაც აინთება ისრის მინუსოვანი მდგომარეობის ყვითელი ნათურა.

ისრის გაჭრა გამოიწვევს ავტოგადამრთველის კონტაქტების განრთვას საკონტროლო წრედში და გამოიწვევს გამმართველი ბოგირის გამორთვას. OK რელე ჩამოუშვებს ნეიტრალურ ღუზას, რითაც გამოირთვება რელე PK (MK) და იკარგება პლიუსოვანი (მინუსოვანი) კონტროლის მდგომარეობა. PK (MK) რელეს კონტაქტებით გამოირთვება შემჭრელი B3 რელე და ფიქსირდება ისრის შეჭრა. სახაზო სადენის გაწყვეტის შემთხვევაში, ისევე როგორც ისრის შეჭრის შემთხვევაში ირღვევა საკონტროლო წრედი და ისრის კონტროლის მდგომარეობა იკარგება. სხვადასხვა სადენების ერთმანეთში კავშირი იწვევს OK რელეს ნაწილობრივ დაშუნტვას, გრაგნილებში გაივლის ცვალებადი დენი, რელე შეუშვებს ნეიტრალურ ღუზას, რაც გამოიწვევს ისრის მდგომარეობის კონტროლის დაკარგვას.

ისრის საკონტროლო სქემა მოიცავს საშიში მტყუნებებისაგან მაღალი დონის დაცვას. ისრის პლიუსოვანი და მინუსოვანი კონტროლის მდგომარეობა დამოკიდებულია ელ.ამპრავის ავტოგადამრთველის კონტაქტებისგან BBC ბლოკის პოლარობაზე OK რელეს ჩართვაზე III C რელეს კონტაქტებით სახაზო სადენებთან  $\Pi_1$  და  $\Pi_3$  ან  $\Pi_2$  და  $\Pi_4$ . ასეთი დამოკიდებულება კონტროლის სქემაში საგრძნობლად ამცირებს ისრის მდგომარეობის ყალბი მდგომარეობის კონტროლის მიღების ალბათობას, ან სახაზო სადენების ან BBC ბლოკის შეცდომით ჩართვის შემთხვევაში. R წინაღობა და C2 კონდენსატორი, ჩართული მიმდევრობით საიმედოდ იცავენ OK საკონტროლო რელეს შემთხვევაში ყალბი დამუშავებისაგან, გადასვლის პროცესში ისრის შუა მდგომარეობაში ყოფნისას წარმოქმნილი ელექტრული რკალის შემთხვევაში.



ნახ.13. ისრის მართვის ხუთსადენიანი სქემა

### 2.1.1. ისრის მართვა ეც-12-00 ტიპის სისტემებში

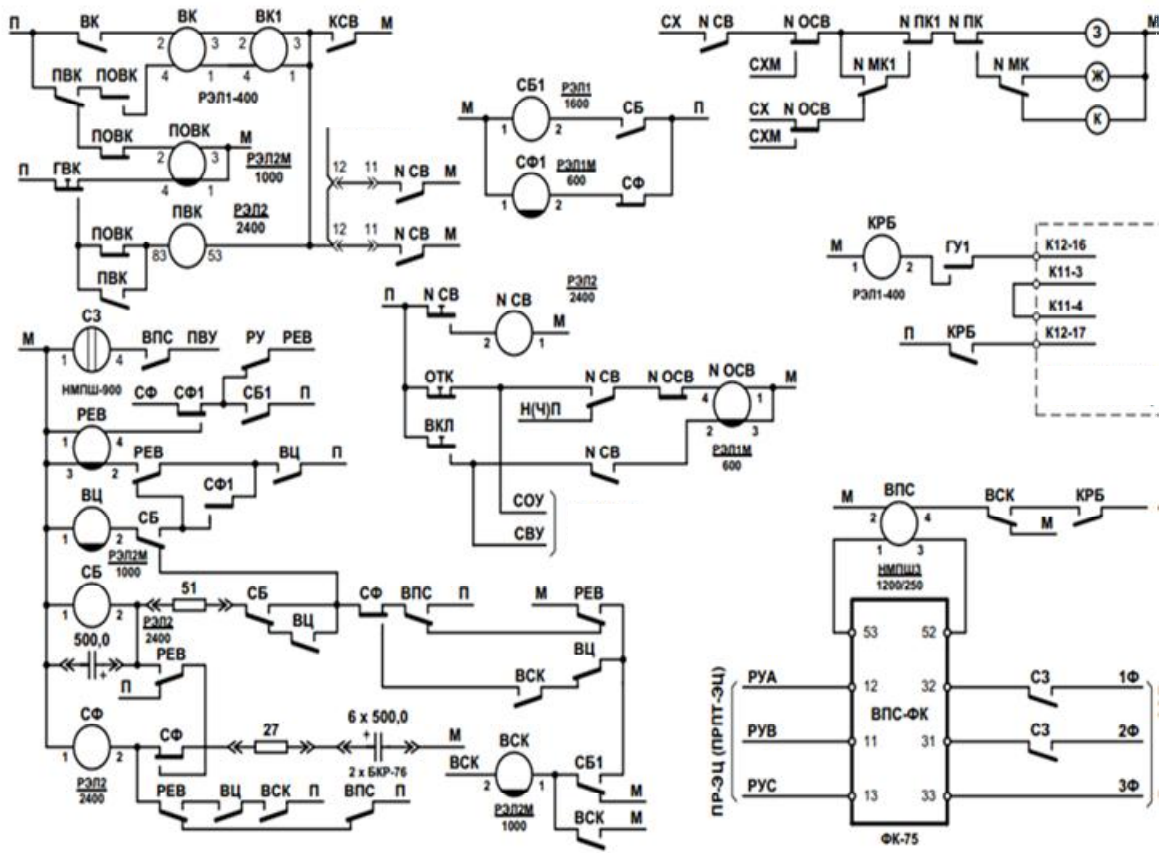
ელექტრული ცენტრალიზაციის კვების სასადგურო მოწყობილობები, რომლებიც გამოიყენებოდა ბოლო ათწლეულების მანძილზე არ გააჩნიათ საკმარისი სარეზერვო სიმძლავრე ერთდროულად რამოდენიმე ისრის გადასაყვანად. ამასთან დაკავშირებით ეც-12-00 სისტემებში საისრე გადაყვანების მართვისათვის გამოყენებულ იქნა სპეციალური სქემა, რომელიც უზრუნველყოფს ისრების თანმიმდევრულ გადაყვანას მარშრუტის მომზადების პროცესში. ისრის განაპირა მდგომარეობაში გადაყვანის შემთხვევაში თუ კალამის მჭიდრო მიბჯენა ჩარჩორელსთან ვერ მოხერხდა, ხორციელდება მისი ავტომატური დაბრუნება და ხელმეორედ გადაყვანის მცდელობა. განმეორებით გადაყვანისას მდგომარეობის კონტროლის ვერმიღების შემთხვევაში ხორციელდება მმართველი ბრძანების გაუქმება.

ელექტრული სქემების ახლად დაპროექტებისას ძირითადად გათვალისწინებულია (დსთ-ს ქვეყნებში) ისრის მართვის ხუთსადენიანი სქემების პროექტირება. ისრის მართვის ხუთსადენიანი სქემა ისრების თანმიმდევრული გადაყვანით მოყვანილია №14 და №15. ნახაზებზე.





ელექტრული ცენტრალიზაციის მარშრუტის მარშრუტული აკრეფის შედეგად მუშავდება საისრე მმართველი ПУ (МУ) რელეები. ამასთან საისრე - სალიანდაგო სექციების სითავისუფლის შემოწმებით, (სალიანდაგო რელეებისა და მათი ნელმოქმედი გამმეორებელი რელეების კონტაქტებით) ისრების მარშრუტში ჩაკეტვის არარსებობა (ჩამკეტი რელეს კონტაქტებით) და ისრების მართვის სქემიდან გამორთვის არარსებობის შემოწმებით, ჩაირთვება ВУ რელეები ყველა ისრის (РЕЛ2-2400) რომლებიც შედიან მარშრუტში, რომელთა მდგომარეობაც არ შეესაბამება მოცემულ მარშრუტს. ამ რელეების ჩართვის წრედები გაედინება მიმდევრობით НПС ამუშავების რელეს 4-2 გრაგნილზე (НМПШ3-1200/250) რომლებიც ამასთან ერთად არ დგება დენქვეშ, რადგანაც ძაბვის ვარდნა ძირითადად ხორციელდება ВУ რელეს მაღალმიანი წინაღობის მქონე გრაგნილზე.



სხ.15. ისრის მდგომარეობის კონტროლის სქემა

ჩართული ВУ რელეს კონტაქტები მიაწვდის II კვების პოლუსს ВСК სადენში რომლითაც ხორციელდება ВСК რელეს ჩართვა (РЕЛ2М-1000) (ნახ. 2) ВУ რელეს კონტაქტებით ასევე განირთვება ГУ რელეს წრედი (РЕЛ2М-1000), რომელიც გამოირთვება და გამორთავს თავის მამეორებელ რელეს ГУ1 (РЕЛ1-1600). ამის შედეგად ამუშავდებიან მუშა კვების არსებობის კონტროლის რელეები КРБ (РЕД1-400) და ПВУ რელედან ერთ-ერთი ВУ, ПВУ, КРБ, ВСК რელეების ფრონტალური კონტაქტების გავლით და ГУ რელეს ზურგული კონტაქტით ჩაირთვება რელე ВПС (НМПШЗ-1200/250 ტიპის)

რელე ВПС ზურგული კონტაქტით გამორთავს СФ რელეს კვებას (РЕЛ2-2400), რომელიც რჩება ჩართულ მდგომარეობაში ისრის გადასვლის მომენტში კონდესატორის განმუხტვის ხარჯზე, ხოლო ფრონტალური კონტაქტით ჩართავს ВЦ რელეს (РЕЛ2М-1000). ამ უკანასკნელის ფრონტალური კონტაქტით შეიკვრება СБ რელეს ჩართვის სქემა (РЕЛ2-2400)

მუშაობის პირობების გათვალისწინებით СБ რელეს სქემას უნდა გააჩნდეს გამორთვაზე დიდი შეყოვნება, რომელიც მიიღწევა მის წრედში ჩართული კონდესატორით, ჩართული რელეს გრაგნილების პარალელურად. ამასთან ესეთ გადაწყვეტილებას გააჩნია გარკვეული ნაკლოვანებაც - კონდესატორი არ კონტროლდება. ნაწილობრივ პრობლემების გადაწყვეტას იძლევა რელეს ჩართვა თავისივე ზურგული კონტაქტით, რაც გამოყენებულია კიდევ ისრების თანმიმდევრული გადაყვანის სქემაში. რელე СБ ამუშავდება და ჩართავს თავის მამეორებელ რელეს СБ (РЕЛ1-1600) ამასთან СБ1 რელეს ფრონტალური კონტაქტით II კვების პოლუსი მიეწოდება РЕВ (სადგური იმყოფება დისპეტჩერულ მართვაზე - რელე РУ გამორთულია) და СФ სადენებში, საიდანაც ПВУ ჩართული რელეს კონტაქტის გავლით მიეწოდება ПВУ სალტეზე. ხორციელდება СЗ რელეს ამუშავება (НМПШЗ-900) რომლის კონტაქტებითაც მიეწოდება კვება СЕП-ის მართვის სქემას: ფაზები 1Ф, 2Ф მუშა წრედებში და ბატარეის მინუსი მმართველ წრედებში. ამასთან რელე ВУ-ს გრაგნილი

ისრის გადასვლისას პირველ რიგში აღმოჩნდება დაშუქებული (ნახ 2) რაც გამოიწვევს ამ რელეს გამორთვას შეყოვნებით. HPC რელეს გრაგნილში დენი გაიზრდება ამუშავებისათვის საჭირო მნიშვნელობამდე.

ჩართული HPC რელეს, ზურგული კონტაქტებით გამორთავს ისრის მართვის საკონტროლო წრედის სქემას, ფრონტალური კონტაქტებით მოამზადებს მუშა წრედს. HPC რელეს ფრონტალური კონტაქტის ჩაკეტვა ასევე იწვევს PPC რელეზე კვების ჩართვას, ამასთან მისი პოლარობა აღმოჩნდება უკუ პოლარობით წინა ჩართვის მიმართ, ეს გამოიწვევს ამ უკანასკნელის გადართვას. PPC რელეს კონტაქტები შეკრავენ CEM-ის მართვის სქემის მუშა წრედს. ხორციელდება ძრავის ამუშავება (გაშვება) და ისრის გადაყვანა. PPC რელეს კონტაქტი ასევე გამორთავს HPC რელეს 2-4 გრაგნილის მმართველი წრედებიდან.

ისრის გადაყვანის მომენტში PBY რელე რჩება ჩართული თვითბლოკირების წრედით, BCK რელე გამოირთვება, BPC და HPC რელე დგება ბლოკირებაზე გადასაყვანი ისრის მუშა დენით 1-3 გრაგნილით.

ისრის გადასვლის დამთავრების შემდეგ მუშა წრედი განირთვება CEM-ის ავტოგადამრთველის კონტაქტით. მუშა წრედის ფაზებში დენი შეწყდება, რაც გამოიწვევს HPC და BPC რელეების გამორთვას. BPC რელეს ზურგული კონტაქტით შუნტირდება CP რელეს გრაგნილი და ეს უკანასკნელი გამოირთვება შეყოვნებით. გამოირთვება რელე C3, CB1, PBY, BC ხოლო რელე CΦ კვლავ ჩაირთვება II პოლუსთან, მის წრედში კონდესატორი დაიტენება.

სქემის მიხედვით შემდეგი ჩართული BY რელე ფრონტალური კონტაქტების გავლით ჩაირთვება შესაბამისი PBY რელე. ამის შემდეგ ანალოგიურად ხორციელდება მარშრუტის მიხედვით სხვა ისრების გადაყვანა. ბოლო ისრის გადაყვანის დასრულების შემდეგ კვლავ ირთვება რელე ΓY, ΓY1 გამოირთვება რელე KPB. ისრების თანმიმდევრული გადაყვანის სქემა ბრუნდება საწყის მდგომარეობაში.

ამგვარად, შემდეგი ისრის გაშვება შესაძლებელია მხოლოდ წინა ისრის გადაყვანის დასრულების შემდგომ.

ისრის გადაყვანის დროის გაჭიანურების შემთხვევაში ელ. ძრავის დიდი დროით ფრიქციაზე მუშაობისაგან გამოსარიცხავად სქემაში გამოყენებულია ავტომატური დაბრუნება და მისი ხელმეორედ გადაყვანის საშუალება ისრის გადაყვანის არდასრულების შემთხვევაში ამ დროისათვის CΦ რელე გამოირთვება და გამორთავს თავის მამეორებელ CΦ1 რელეს (PEL1M-600) რომლის კონტაქტითაც შეიკრება PEB რევერსირებული რელეს (PEL1M-1600) ჩართვის წრედი.

ჩაირთვება რელე PEB და PEB1 (PEL1-1600) OK რელეს ზურგული კონტაქტით, რელე PEB1 ფრონტალური კონტაქტი და OK რელეს პოლარიზებული კონტაქტით მიეწოდება კვება ППС რელეს გრაგნილებზე, ამასთან მისი პოლარობა იქნება უკუ პოლარობით წინა გადართვასთან მიმართებით. ППС რელე გადაირთვება და დაიწყება ისრის გადასვლა წინა საწყის მდგომარეობაში. ამასთან რელე СБ არ გამოირთვება, ჩაირთვება ფრონტალური კონტაქტით PEB რელესთან და ზურგული კონტაქტით CΦ რელესთან. ამგვარად ისრის გადასვლა საწყის მდგომარეობაში შეზღუდულია СБ რელეს გამორთვის შეყოვნებით. საწყის მდგომარეობაში ისრის გადასვლის დროის შეყოვნებისას ПВУ რელეს, რის შემდეგაც გამოირთვება რელე ВСК, ВСП, С3. ელ. ძრავი გამოირთვება С3 რელეს კონტაქტით, შემდგომ ანალოგიურად გადადის სხვა ისრები.

ПВУ და OK რელეს ფრონტალური კონტაქტების გავლით კვება კვლავ მიეწოდება ВСК სადენში და ჩაირთვება ВСК რელე. ამ უკანასკნელის კონტაქტები ჩართავს ВПС და CΦ რელეს, რომლის ჩართვის წრედიც წავა PEB, ВЦ და ВСК რელეს ფრონტალური კონტაქტების გავლით. ჩაირთვება რელე CΦ1 С3. CΦ1 რელეს ზურგული კონტაქტი წყვეტს ВЦ რელეს თვითბლოკირების წრედს, რომლის გამორთვის შემდეგაც შეუწყდება კვება PEB და PEB1 რელეებს.

PEB რელეს ზურგული კონტაქტით კვლავ ჩაირთვება HPC რელე, გადართვება PPC რელეს ღუზა, ისარი დაიწყებს გადასვლას მეორეჯერ.

ისრის განმეორებითი გადაყვანა ხორციელდება ანალოგიურად. ისრის განმეორებით არგადასვლის შემთხვევაში (განაპირა მდგომარეობაში გადასვლა არ ფიქსირდება) გადასაყვან მდგომარეობაში ასევე მოხდება მისი ავტომატური დაბრუნება. ამასთან მესამედ ისარი უკვე აღარ გადავა, რადგანაც მისი საწყის მდგომარეობაში მეორედ დაბრუნებისას არ იქნება CΦ რელეს ჩართვის წრედი, რადგანაც BII რელე დარჩა გამორთული პირველი ავტომატური დაბრუნების შემდეგ.

### 2.3. საისრე ელ.ამძრავების საიმედოობისა და უსაფრთხოების შეფასების დროს ავარიული დაცვის საშუალებების დარეზერვება

საისრე ელ. ამძრავი წარმოადგენს ელექტრული ცენტრალიზაციის ელემენტს, მისი საიმედოობისა და უსაფრთხოების ფუნქციონირების შეფასება ელექტრული ცენტრალიზაციის სისტემური ფაქტორის გათვალისწინების გარეშე ვერ იქნება სარწმუნო. საისრე ელ.ამძრავების მტყუნებისაგან სისტემურ დაცვას წარმოადგენს: შემოწმებისა და პროფილაქტიკური გაზომვების ეფექტური სისტემა, სიგნალიზაციისა და ბლოკირების საიმედოობის ამაღლება, მტყუნებათა ეფექტური დიაგნოსტიკა და საისრე ელ.ამძრავის მართვის მოწყობილობათა სქემატური გადაწყვეტების სრულყოფა, ელექტრული ცენტრალიზაციის საპასუხისმგებლო მოწყობილობათა რეზერვირება. ზემოთ ჩამოთვლილ გასატარებელ ზომებში რეზერვირება და ბლოკირება უშუალოდ ზემოქმედებენ ელექტრული ცენტრალიზაციის სისტემებში საისრე ელ.ამძრავის მართვის სისტემის ფუნქციონირების საიმედოობასა და უსაფრთხოებაზე.

განვიხილოთ ელ.ამძრავის მართვის სისტემაში რეზერვირებასთან დაკავშირებული საკითხები. ელ.ამძრავების ახალი მართვის სისტემების შექმნისას რეზერვირება პირდაპირ ეხება კონსტრუქტორულ გადაწყვეტილებებს, ვინაიდანაც რეზერვული სისტემები პირდაპირ შეიძლება ჩაირთოს როგორც სქემური გადაწყვეტილებები ელ. ამძრავის მართვის სისტემაში. განვიხილოთ რეზერვირების ორი შესაძლო სქემა - „ცხელი“ რეზერვირება, როდესაც რეზერვული ელემენტი მუდმივად არის ჩართული და ძირითადი ელემენტის მწყობრიდან გამოსვლისას აგრძელებს მისი ფუნქციების შესრულებას მოწყობილობათა გაჩერების გარეშე. ასევე „ცივი“ რეზერვირება, როდესაც რეზერვული სისტემამუშაოებაში მოდის



მხოლოდ ძირითადი რეზერვირებადი ელემენტების მწყობრიდან გამოსვლის შემდეგ.

ელ. ამძრავის სქემასთან მიმართებაში შესაძლებელია რეზერვირების რამოდენიმე დონე: წრედების და საპასუხისმგებლო დონით რეზერვირების პირველ ობიექტს წარმოადგენს საკონტროლო წრედი და შემდეგ მართვის წრედი. შესაძლებელია ერთდროული რეზერვირება საკონტროლო და მმართველი წრედებისა. როგორც წესი მუშა წრედი არ რეზერვირდება რადგანაც იგი მოიცავს სახაზო სადენებს და ელ. ამძრავის ძრავს, რომლის რეზერვირებაც დაკავშირებულია არარეალიზებად დანახარჯებთან, რომლებიც საბოლოო ჯამში აღემატება რეზერვირების ეფექტს. განვიხილოთ კონტროლის წრედის „ცხელი“ რეზერვირება, რეზერვირება პირველ რიგში აისახება კონტროლის მტყუნებათა მახასიათებლებზე. რეზერვირებით საკონტროლო წრედის აღნიშნული მაზასიათებლების გამოთვლა შესაძლებელია ელ. ამძრავის მთელი სისტემის საიმედოობისა და უსაფრთხოების მახასიათებლების გამოთვლით, რომელსაც უკეთდება საკონტროლო წრედის რეზერვირება. კონტროლის წრედის რეზერვირებით და კონტროლის წრედის რეზერვირების გარეშე მართვის სისტემის უსაფრთხოების მახასიათებლებისა და საიმედოობის მახასიათებლების შედარება შესაძლებლობას მოგვცემს გამოვავლინოთ რეზერვირების გავლენა. ამიტომ რეზერვის გამოთვლის ძირითად ამოცანას წარმოადგენს მოცემულ შემთხვევაში მტყუნებათა მახასიათებლების გამოთვლა და რეზერვირებიანი საკონტროლო წრედის ამუშავების მტყუნებები ავღნიშნოთ პირობითად:

$-Q^k(t)$  - ძირითადი საკონტროლო წრედის მტყუნების ალბათობა;

$-Q^k(t)$  - მტყუნების ალბათობა ძირითადი საკონტროლო წრედის თვითამუშავებით;

$+Q^k(t)$  - მტყუნების ალბათობა ძირითადი საკონტროლო წრედის თვითამუშავების გარეშე;

$Q_p^k(t); -Q_p^k(t); + Q_p^k(t);$ - სარეზერვო კონტროლის წრედის შესაბამისი მახასიათებლები;

$Q_p^k(t); -Q_p^k(t); + Q_p^k(t);$ - რეზერვირებული წრედის შესაბამისი მახასიათებლები, ასევე სისტემის ორი წრედით - ძირითადი და სარეზერვოთი.

განვსაზღვროთ რეზერვირებული წრედის მახასიათებლები. ცხელი რეზერვირებისას ძირითადი და სარეზერვო წრედის ფუნქციონირების სახით რეზერვირებული წრედის მტყუნების ალბათობა შეფასდება გამოსახულებით

$$Q^k(t) = Q^k(t) \cdot \bar{Q}^k(t) \quad (1)$$

რომელიც განსაზღვრავს ძირითადი და სარეზერვო წრედის მწყობრიდან გამოსვლის ალბათობას. მტყუნებათა ალბათობის განვითარებით (1) - ში ორივე წრედის ამუშავების მტყუნებათა ალბათობით

$$Q_p^k(t) = (+Q^k(t) + -Q^k(t)) (+\bar{Q}^k(t) + -Q^k(t)) =$$

$$= +Q^k(t) \cdot +Q^k(t) + -Q^k(t) \cdot +\bar{Q}^k(t) + +Q^k(t) \cdot -Q^k(t) + -Q^k(t) \cdot -\bar{Q}^k(t).$$

(2)

აქ მარჯვენა ნაწილის (2) პირველი წრედი ახასიათებს ამუშავების გარეშე ორი კონტროლის წრედის შეთავსებული მტყუნების ალბათობას. ძირითადი წრედის ამუშავებისას და ამუშავების გარეშე სარეზერვო წრედის მტყუნებისას მეორე წევრი მოგვცემს კონტროლის არ შეტანხმებას, რომლითაც გამოირიცხება ყალბი კონტროლი და მეორე წევრი წარმოადგენს მტყუნების ალბათობას ამუშავების გარეშე. ანალოგიურად შეიძლება იქნეს განხილული მარჯვენა ნაწილის მესამე წევრი(2). მეოთხე წევრი განსაზღვრავს ორივე წრედის შეთავსებული მტყუნების ალბათობას ამუშავებით, რომლის დროსაც შესაძლებელია ორივე წრედის შეთანხმებული ყალბი კონტროლის წარმოქმნა. ამგვარად პირველი სამი წევრი შეიძლება მიკუთვნებული იქნეს თვითამუშავების გარეშე

რეზერვირებული კონტროლის წრედის მტყუნების ალბათობას, ხოლო მეოთხე წევრი მტყუნების ალბათობას წრედის თვითამუშავებით.

$$+Q_p^k(t) = +Q^k(t) \cdot \overline{Q^k(t)} + -Q^k(t) \cdot \overline{Q^k(t)} + +Q^k(t) \cdot -\overline{Q^k(t)} \quad (3)$$

$$-Q_p^k(t) = -Q^k(t) \cdot -Q^k(t). \quad (4)$$

ზემოთ აღწერილი სქემა მიეკუთვნება შემთხვევას, როდესაც დიაგნოსტირდება ერთი წრედის მტყუნება მეორეს მუშაობით. ამასთან არ საჭიროებს იმის დადგენას თუ რომელმა წრედმა მოგვცა მტყუნება - ძირითადად თუ სარეზერვო წრედმა. თუ დიაგნოსტირდება მტყუნება ან წრედის ტიპი მაშინ რეზერვირდება არ არის საჭირო, რადგანაც ნებისმიერი მტყუნება არ მოგვცემს ყალბ კონტროლს ან ერთ-ერთი წრედის ყალბი ამუშავების შემთხვევაში, მტყუნებისას მოხდება კონტროლის ჩვენების არშეთანხმება და ყალბი ჩვენება არ იქნება აღქმული.

შემთხვევისათვის, როდესაც არ იდენფიცირდება წრედებიდან ერთ-ერთის მტყუნებაწრედის რეზერვირება გამოიწვევს რეზერვირებული წრედების მტყუნების ალბათობის გაზრდას. ამ შემთხვევაში რეზერვირებით საკონტროლო წრედის მტყუნების ალბათობას ექნება სახე

$$Q_p^k(t) = Q^k(t) \cdot \overline{Q^k(t)} + (1 - Q^k(t)) \overline{Q^k(t)} + (1 - \overline{Q^k(t)}) Q^k(t) = \\ = Q^k(t) + \overline{Q^k(t)} - Q^k(t) Q^k(t). \quad (5)$$

ვთქვათ  $Q^k(t) < 1$  - ძირითადი საკონტროლო წრედის მტყუნების ზოგიერთი ალბათობა, ხოლო  $\overline{Q^k(t)}$  - რეზერვული წრედის მტყუნების ზოგიერთი ალბათობა.

მარჯვენა და მარცხენა უტოლობის გამრავლებით  $Q^k(t) < 1$

ერთიდაიგივე დადებით სიდიდეზე  $Q^k(t)$ , მივიღებთ მიმართებას

$$Q^k(t) \overline{Q^k(t)} < \overline{Q^k(t)},$$

ან გადატანით  $Q^k(t) \cdot \overline{Q^k(t)}$  მარჯვენა ნაწილში - მიმართება

$$0 < \overline{Q^k(t)} - Q^k(t) \cdot \overline{Q^k(t)}$$

მარცხენა და მარჯვენა უტოლობის ნაწილს ერთი და იმავე დადებითი სიდიდის მიმატებით  $Q^k(t)$  მივიღებთ

$$Q^k(t) < Q^k(t) + \bar{Q}^k(t) - Q^k(t). \quad \bar{Q}^k(t) = Q_p^k(t),$$

$$Q^k(t) < Q_p^k(t).$$

მოცემულ სიტუაციაში საშიში მტყუნებების ალბათობა შეიძლება გაიზარდოს საგრძნობლად სწრაფად, ვიდრე გაიზრდებარეზერვირებით კონტროლის წრედის მტყუნება. მოცემული განსაზღვრებიდან საჭიროა, რომ პროექტირების ეტაპზე საჭიროა სწორად იქნეს გააზრებული გადაწყვეტა საკონტროლო წრედების რეზერვირებაზე და თუნდაც ხარისხიანი გათვლების გზით დავრწმუნდეთ ზემოთხსენებული ელ.ამძრავის საპასუხისმგებლო წრედების რეზერვირების მიზანშეწონილობაზე. ყოველივე ზემოთ თქმული შეიძლება მივაკუთვნოთ საერთო ჯამში მართვის წრედების ცხელ რეზერვირებას.

მუშა და საკონტროლო წრედის მტყუნების დიაგნოსტირება რეზერვის ჩართვისათვის. წინააღმდეგ შემთხვევაში რეზერვირება აზრს კარგავს. ცივი რეზერვირებისას რეზერვის წრედის საწყისი მდგომარეობა ითვლება მუშუნარიანად.

ცივი რეზერვირებისას განვიხილავთ წრედის ფუნქციონირების შემდეგ სქემას. ძირითადი წრედის მტყუნების წარმოქმნისას ჩაირთვება სარეზერვო წრედი და ფუნქციონირებას ძირითადი წრედის აღდგენამდე რომლის შემდეგაც ჩაირთვება ძირითადი წრედი და გამოირთვება სარეზერვო. მოცემული სქემის ფუნქციონირებისას რეზერვირებიანი წრედის მტყუნება დგება მაშინ, როდესაც სარეზერვო წრედის მტყუნება ხდება ძირითადი წრედის აღდგენის დროის ინტერვალში. ამიტომ ცივი რეზერვირების მქონე წრედის მტყუნების ალბათობის შეფასებისათვის არსებით როლს თამაშობს ძირითადი წრედის აღდგენის დრო. ამ დროს განვიხილავთ, როგორც ძირითადი წრედის აღდგენის პარამეტრი - მახასიათებელი.

ცივი რეზერვირებიანი წრედის მტყუნების ალბათობას ექნება შემდეგი სახე

$$O_p^k(t) = \begin{cases} Q^k(t) \cdot \bar{Q}^k(t) & \text{როცა } t > \tau, \\ Q^k(t) \cdot \bar{Q}^k(t) & \text{როცა } 0 < t < \tau. \end{cases} \quad (6)$$

ამუშავების მტყუნების შესაბამისი ალბათობები ჩავსვათ

$$O_p^k(t) = \begin{cases} +Q^K(t) \cdot +\bar{Q}^K(\tau) + O^K(t) \cdot +\bar{O}^K(\tau) + +O^K(t) \cdot O^K(\tau) + -Q^K(t) \cdot -O^K(\tau), t > \tau \\ +Q^K(t) \cdot +Q^K(t) + -Q^K(t) \cdot +Q^K(t) - O^K(t) \cdot -O^K(t) - Q^K(t) + -O^K(t) \cdot -\bar{O}^K(t), t < \tau \end{cases}$$

(3), (4)-ის ანალოგიურად წრედის ამუშავების მტყუნების ალბათობები განისაზღვრება სახით

$$O_p^k(t) = \begin{cases} +Q^K(t) \cdot -\bar{Q}^K(\tau) + -Q^K(t) \cdot -Q^K(\tau), t > \tau \\ +Q^K(t) \cdot -Q^K(\tau) + -Q^K(t) \cdot -Q^K(\tau), t < \tau \end{cases} \quad (7)$$

$$+O_p^k(t) = \begin{cases} +Q^K(t) \cdot \bar{Q}^K(\tau) + -Q^K(t) \cdot +Q^K(\tau), t > \tau \\ +Q^K(t) \cdot Q^K(\tau) + -Q^K(t) \cdot +Q^K(\tau), t < \tau \end{cases} \quad (8)$$

მართვის სისტემის უსაფრთხოებისა და საიმედოობის შემდგომი შეფასება ერთ-ერთი წრედის ცივი რეზერვირებისას (კონტროლის ან მმართველი) ხორციელდება უკვე აღწერილი მეთოდით.

აღდგენის დროს ხარჯზე  $\tau$  რეზერვირებული წრედის და მთელი მართვის სისტემისა მთლიანობაში შეიძლება იყოს არსებითად ნაკლები, ვიდრე რეზერვირების გარეშე წრედის და წრედს ცხელი რეზერვირებით. გარდა ამისა ცივი რეზერვირება, რეზერვირებისას არ იწვევს მტყუნების ალბათობის გაზრდის უეცარ ეფექტს როგორც ცხელი რეზერვირება.

განვიხილოთ რეზერვირების თავისებურებები ერთდროულად საკონტროლო და მმართველი წრედებისათვის, მართვის სისტემის დონეზე. ამ დონეზე რეზერვირება შესაძლებელია მხოლოდ ცივი რეზერვირებით, რომლის დროსაც, როგორც წესი არსებობს ერთი მართვის სარეზერვო სისტემა ისრების დიდ რაოდენობაზე. ასეთი რეზერვირების მაგალითი არის მეტროპოლიტენის ისრების მართვის სისტემის რეზერვირება. მართვის სისტემის რეზერვირება შეიძლება იქნეს ჩართული ნებისმიერი მტყუნებულის ნაცვლად. ცხელი რეზერვირება იტვალისწინებს დიდი რაოდენობით მართვის სისტემის დუბლირებას და იწვევს დიდი რაოდენობით აპარატურის და სადენების დანახარჯს. მეტროპოლიტენების პრაქტიკაში და სარკინიგზო ხაზებზე, რეზერვირების ეს სახეობა რა გამოიყენება.

დავუშვათ გვაქვს სისტემა  $m$  ისრებით, რომელთა მტყუნებები წარმოადგენს დამოუკიდებელ შემთხვევებს და ყოველის მტყუნების

ალბათობა არის  $Q_i(t)$ , მაშინ მტყუნების ალბათობა  $m$  ისრებიან სისტემაში გამოისახება შესაბამისობით

$$Q(t) = \sum_{i=1}^m Q_i(t) \prod_{\substack{d=1 \\ i \neq j}}^m (1 - Q_j(t)) \quad (9)$$

შესაბამისად რეზერვირებადი სისტემის მტყუნების ალბათობა  $Q_p(t)$  რეზერვირებული მართვის სისტემის მტყუნების შემთხვევისას  $\bar{Q}(t)$  განისაზღვრება შემდეგი სახით

$$Q_p(t) = \begin{cases} Q_p(t) \cdot \bar{Q}(t), & t \leq \tau, \\ Q(t) \cdot \bar{Q}(\tau), & t > \tau \end{cases} \quad (10)$$

(9) და (10) საშიში და არასაშიში მტყუნების ალბათობის წარდგენით რეზერვირებული და რეზერვირებადი სისტემებისათვის მივიღებთ

$$Q_p(t) = \begin{cases} \left\{ \sum_{i=1}^m [Q_i^H(t) \cdot \overline{Q^H(t)} + Q_i^o(t) Q^H(t) + Q_i^H(t) \cdot \bar{Q}^o(t) + \right. \\ \left. + Q_i^o(t) \cdot \overline{Q^o(t)} \right] \cdot \prod_{\substack{d=1 \\ i \neq j}}^m (1 - Q_j(t)), & t \leq \tau \quad (11) \\ \left\{ \sum_{i=1}^m [Q_i^H(t) \cdot \overline{Q^H(\tau)} + Q_i^o(t) Q^H(\tau) + Q_i^H(t) \cdot \bar{Q}^o(\tau) + \right. \\ \left. + Q_i^o(t) \cdot \overline{Q^o(\tau)} \right] \cdot \prod_{\substack{d=1 \\ i \neq j}}^m (1 - Q_j(\tau)), & t > \tau \quad (11) \end{cases}$$

საშიში მტყუნების წარმოქმნისას ძირითადი (რეზერვირებული სისტემის) იძლევა საშიშ მტყუნებას რეზერვირებული სისტემის. არასაშიში (დამცავი) მტყუნების წარმოშობა რეზერვირებადი სისტემისა, მტყუნებათა მონაცემების თანამიმდევრობის გათვალისწინებით დროში რეზერვირებადი სისტემის საშიში მტყუნება იძლევა საშიშ მტყუნებას რეზერვირებული სისტემისა.

ზემოთაღნიშნულიდან გამომდინარე ვიღებთ  $m$  ისრებისაგან შემდგარი ცივი რეზერვირების სისტემის საშიში და არასაშიში მტყუნებებზე წარმოდგენას.

$$Q_p^o(t) = \begin{cases} \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^m [Q_i^H(t) \cdot \overline{Q^o(t)} + Q_i^o(t) \bar{Q}^o(t)] \prod_{d=1}^m (1 - Q_j(t)), & t \leq \tau \\ \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^m [Q_i^H(t) \cdot \overline{Q^o(\tau)} + Q_i^o(t) \bar{Q}^o(\tau)] \prod_{d=1}^m (1 - Q_j(\tau)) & t > \tau \end{cases} \quad (12)$$

$$Q_p^H(t) = \begin{cases} \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^m [Q_i^H(t) \cdot \overline{Q^H(t)} + Q_i^o(t) \bar{Q}^H(t)] \prod_{d=1}^m (1 - Q_j(t)), & \text{თუ } t \leq \tau \\ \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^m [Q_i^H(t) \cdot \overline{Q^H(\tau)} + Q_i^o(t) \bar{Q}^H(\tau)] \prod_{d=1}^m (1 - Q_j(\tau)) & \text{თუ } t > \tau \end{cases} \quad (13)$$

(11),(12),(13) ფორმულების უშუალო ანალიზი აჩვენებს, რომ ცივი რეზერვირების ნებისმიერი მახასიათებლებისას უმჯობესდება საიმედოობის მახასიათებლები, ასევე მცირდება მტყუნების ალბათობა, გარდა ამისა იცვლება საშიში და არასაშიში მტყუნებების თანაურთიერთობა.

## 2.4. მუდმივი დენის საისრე ამძრავის გაუმჯობესებული ორსადენიანი მართვის სქემის დამუშავება

მუდმივი დენის ელ.ამძრავის მართვის ორსადენიანმა სქემამ ცენტრალური კვებითა და ადგილობრივი რეზერვირებით უპირატესი განვრცობა პოვა ჩვენი ქვეყნის სარკინიგზო ხაზებზე.

მოცემული სქემის მრავალწლიანი ექსპლუატაციის პრაქტიკა აჩვენებს, რომ იგი მოიცავს მთელ რიგ ნაკლოვანებებს:

ისრის მდგომარეობის ყალბი კონტროლის მიღების შესაძლებლობა სახაზო წრედებში მუდმივი დენის მოხვედრის შემთხვევაში სხვა გარე მუდმივი წყაროებიდან, ძრავის კოლექტორზე რკალის წარმოქმნისას, ელ.ამძრავის შუალედურ მდგომარეობაში გაჩერებისას და გამშვები რელეს გაშვების შემთხვევაში, სახაზო სადენების შემთხვევითი პოლარობის შეცვლის შემთხვევაში.





საიმედოობის არც თუ მაღალი მაჩვენებელი და მსახურების შეზღუდული ვადა, კომპუტაციური დენბით გამშვები და რევერსული რელეების კონტაქტების ინტენსიური დაზიანების მიზეზით, რომლებიც აღწევნ მანქიმალურ მნიშვნელობებს ელ. ამძრავის რევერსირების დროს. არსებული ნაკლოვანებების აღმოფხვრის მიზნით აქტიურად მიმდინარეობს მუშაობები ახალი უფრო საიმედო მართვის სქემების შემუშავებისათვის, აქ აუცილებელია გათვალისწინებული იქნეს ის ფაქტორი, რომ მართვის ორსადენიანი სქემით აღჭურვილია სარკინიგზო ხაზის 80% საისრე გადამყვანებისა, ამიტომ დღის წესრიგში დგას ისეთი მოწყობილობების შემუშავება, რომლის დანერგვაც არ მოითხოვს ძირეულ ცვლილებებს არსებული მართვის სქემების შეცვლაში და არ არის დაკავშირებული დიდ დანახარჯებთან, ამასთან ასევე აუცილებელია გათვალისწინებული იქნეს რომ დღეისობით დიდი ყურადღება ენიჭება ელექტრული ცენტრალიზაციის უბატარეო სისტემების პროექტირებას.

ამ ყოველივეს გათვალისწინებით შემუშავებულია მართვის მოწყობილობა, რომელშიც აღმოფხვრილია ყველა ის დეფექტი, რომელიც მახასიათებელია ისრის მართვის ორსადენიანი სქემისათვის.

ნახაზზე მოცემულია შემოთავაზებული მოწყობილობის პრინციპული სქემა. სქემა მუშაობს შემდეგნაირად:

ზემოთ ჩამოთვლილი მიზეზებით ყალბი კონტროლის მიღების გამოსარიცხად საკონტროლო რელე პლიუსოვანი (PK) და მინუსოვანი (MK) მდგომარეობის აღჭურვილია დამატებითი დიოდებით V21, V22 და რეზისტორებით R15, R16 რომლებიც სხვადასხვა პოლარობით ჩართულია პარალელურად საკონტროლო რელეს ერთ-ერთ გრაგნილზე, ამასთან ყველა საკონტროლო რელეს გრაგნილები ერთმანეთში ჩართულია მიმდევრობით-შემხვედრად, ხოლო გამმართველი ბოგირი BC მორიგეობით ჩაერთვება საკონტროლო რელეს ერთ-ერთ თავისუფალ გრაგნილზე სხვადასხვა პოლარობით ისრის მდგომარეობის დამოკიდებულებიდან გამომდინარე. პლიუსოვანი ან მინუსოვანი რელეს აგზნება ხდება მხოლოდ

იმ შემთხვევაში, თუ მითითებული ორი ტავისუფალი გრაგნილიდან ერთ-ერთზე ჩაირთვება გამმართველი ბოგირი( BC) უნდა იქნეს ჩართულიერთსახელოვანი ბოლოებით. სხვა ნებისმიერ თანაურთიერთობაში მათი პოლარობებისასაკონტროლო რელე არ აიგზნება. ისრის მინუსოვან მდგომარეობაში გადასაცვანად აუცილებელია ზემოქმედება MK კნოპზე. ამ შემთხვევაში აიგზნება გამშვები PC რელე, რომელიც მიიზიდავს ნეიტრალურ და გადაისვრის პოლარიზებულ ღუზას. ამ რელეს ფრონტული კონტაქტებით (II-I2PC, 3I - 32PC) მზადდება მარევერსირებელი P რელეს კვების წრედი, ხოლო გადაყვანილი პოლარიზებული კონტაქტით I4 I – I43PC -მმართველი ტრანსფორმატორის კვების წრედი (TII2).

გამშვები რელეს ზურგული კონტაქტებით I I – I3PC, 3I - 33PC განირთვება პლიუსოვანი საკონტროლო რელეს (PK) კვების წრედი, რომელიც რჩება უდენოდ და II – I3 კონტაქტის კვების წყაროსთან ჩართავს მმართველი ტრანსფორმატორის პირველად გრაგნილს TP2 . ამის შედეგად გაიღება ტირისტორები V15±V20 და საკონტროლო რელეს (k) გრაგნილების გავლით  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  სახაზო სადენებში და P მარევერსირებელი რელეს გრაგნილებში გაივლის უკუპოლარობის დენი. საკონტროლო K რელე არ გადაისვრის პოლარიზებულ კონტაქტს, რადგანაც ამისათვის საჭიროა 0,019ა დენი, ხოლო წრედში გაედინება 0,012ა სიდიდის დენი. P რელე გადაისვრის თავის პოლარიზებულ კონტაქტს და სახაზო სადენებთან მიაერთებს MI ძრავს. ისარი დაიწყებს გადასვლას, ამასთან Kრელეს გრაგნილში დენი გაიზრდება, რის შედეგადაც გადაისვრის პოლარიზებულ ღუზას და III-II3 კონტაქტით მოამზადებს მინუსოვანი MK საკონტროლო რელეს აგზნების წრედს. ისრის გადაყვანის პროცესში PC იბლოკება მუშა დენით, რომელიც გაედინება მისი დენგამტარი გრაგნილით. ისრის გადასვლის ბოლოს ძრავის მუშა წრედი წყდება ავტოგადამრთველის კონტაქტებით (II-I2AP). PC რჩება უდენოდ და II-I3, 3I-33 კონტაქტებით სახაზო სადენების გავლით MK რელეს თავისუფალ გრაგნილზე ჩაირთვება BC გამმართველი ბოგირი MK

აიგზნება, რადგანაც სრულდება მისი აგზნების პირობა (გრაგნილების შეერთების ბოლოში დიოდი V22 და გამმართველი ბოგირი BC ჩართულია ერთსახელოვანი ბოლოებით). ამასთან PK რელე დაშუნტულია I2I-I23PC კონტაქტით.

თუ რაიმე მიზეზის გამო ისარი ვერ გადადის განაპირ მდგომარეობაში (მაგალითად, ისრის მინუსოვან მდგომარეობაში გადაყვანისას) და ძრავი მუშაობს ფრიქციაზე, მაშინ ისრის საწყის მდგომარეობაში დასაბრუნებლად უნდა მოხდეს ზემოქმედება PK კნოპზე, ამასთან რელე PC პოლარიზებული კონტაქტების გადართით განრთავს TP2 ტრანსფორმატორის კვების წრედს და კვების წყაროს მიაერთებს TP1 ტრანსფორმატორის პირველად გრაგნილზე, ამის შედეგად დროის შუალედში სიმისტორის ჩაკეტვის მომენტიდან V15÷V20 სიმისტორის გაღებამდე (გახსნამდე) V9÷V14 მუშა წრედში დენი შემცირდება თითქმის ნულამდე. სიმისტორის გაღების მომენტიდან V9÷V14 სახაზო სადენებში იცვლება მუშა ძაბვის პოლარობა. P რელე ამუშავდება და 4I-42AII-ს კონტაქტით, რომელიც ჩაიკეტა გადაყვანის დროს, კვება იღებს MI ძრავის აგზნების სხვა გრაგნილი, რაც იწვევს ალ.ამძრავის რევერსირებას. ამგვარად ხორციელდება მუშა წრედის ურკალო კომუტაცია სა საგრძნობლად უმჯობესდება P რევერსირებული რელეს მუშაობის რეჟიმი.

სქემაში გამოიყენება შემდეგი ტიპიური რელეები და ელემენტები: PC რელე - СКПШ 4\160 ტიპის; რელე K- KШ1-80 ტიპის; რელე PK და МК- HМШ1-1800 , რელე P –ППP3/ 5000,ძრავი MI-MTC- 0,25 ტიპის 160ვ -ზე; გამმართველი ბოგირები V1÷V8 – KЦ-407A ტიპის; ტირისტორები V9÷V20- KY202H ტიპის; რეზისტორები R1÷R12- МЛТ-0,5 1,8k ტიპის, რეზისტორი R13- ПЭВ-20 IIom, რეზისტორი R15 , R16 - МЛТ-0,5 2k ტიპის; დიოდები V21, V22- ДИ05; რეზისტორი R14 12k; ტრანსფორმატორები TpI და Tp2 I0÷I0 ძაბვით U=24ვ, U2= U3 =U4 =U5 =10ვ.

მართვის სქემის მუშა წრედის კვება ხორცილდება სამფაზა ქსელიდან. ამგვარად, შემუშავებულ სქემაში უკონტაქტო ელემენტების გამოყენებით მაღლდება მუშა წრედის საიმედოობა რევერსირების რეჟიმში მცვეთადი მტყუნებების აღმოფხვრის ხარჯზე. საგრძნობლად უმჯობესდება საკონტროლო წრედის დაცულობა, რაც მიღწეულია საკონტროლო რელეს გრაგნილების ჩართვის ახალი ტექნიკური გადაწყვეტილებით.

## 2.5. ამუშავების ხელსაწყოების ერთი კომპლექტით რამოდენიმე ისრის მართვის სქემის დამუშავება

ჩვენთვის ცნობილ მოწყობილობებში არის იმის საშუალება, რომ ერთდროულად მუშა რეჟიმში ჩაირთოს ყველა ის საისრე ელექტრო ამძრავი, რომლებიც იმყოფებიან ერთნაირ მდგომარეობაში, რაც გამოიწვევს მუშა დენის გაზრდას და სახაზო ელ. ამძრავებში ძაბვის შემცირებას, რის შედეგადაც ელექტრო ძრავის მომჭერებზე ერთი ან რამოდენიმე ელექტრო ამძრავში ძაბვა მცირდება იქამდე, რომ ელექტრო ძრავი ვერ უზრუნველყოფს ისრის კალმის გადაყვანას განაპირა მდგომარეობაში ამით ქვეითდება მოწყობილობათა საიმედოობა.

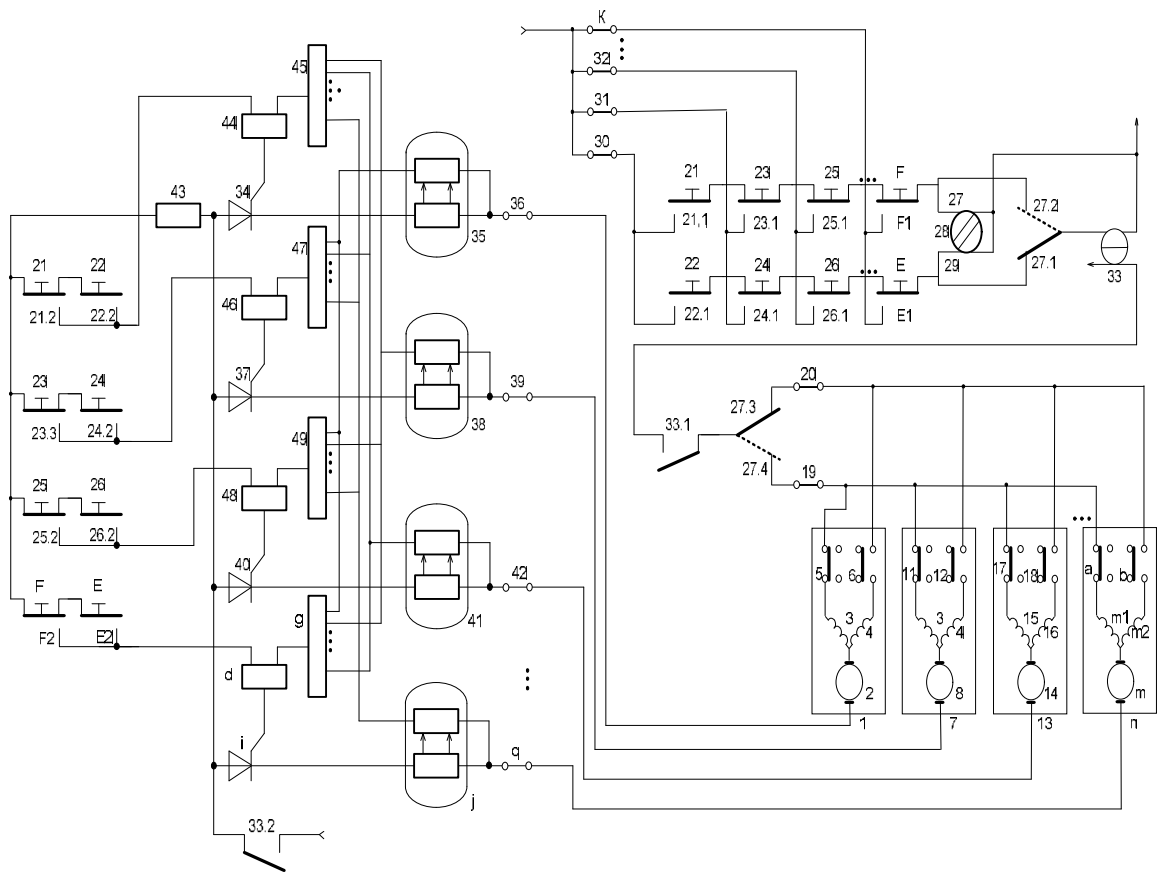
სხვა სერიოზულ ნაკლოვანებებს მოწყობილობისა წარმოადგენს ისრის გადაყვანის შესაძლებლობა უსაფრთხოების პირობის შემოწმების გარეშე. მაგალითად პირველი ისრის გადასაყვანად მინუსოვან მდგომარეობაში საისრე KMI კნოპის ზემოქმედების შემდეგ, აღიზნება გამშვები რელე ППС და НПС, რის შედეგად НПС -ის ჩამკეტი კონტაქტი და გადასროლილი პოლარიზებული კონტაქტით ППС რელესი, სახაზო სადენთან A1 მიერთება ძაბვის ერთ პოლუსი, ხოლო НПС-ის სხვა ჩამკეტი კონტაქტით და III კნოპის კონტაქტით გაიღება შესაბამისი ტირისტორი ანოდური წრედის გავლით, რომლის A3 სადენის საშუალებით ძაბვის სხვა პოლუსი მიუერთდება I ისრის ელ.ამძრავის ელექტრო ძრავს და იგი დაიწყებს გადასვლას. სახაზო სადენიდან ძაბვის ერთი პოლუსი მიუერთდება ასევე ის საისრე გადამყვანების ელ. ამძრავების ძრავებს, რომლებიც იმყოფებიან იმავე მდგომარეობაში რომელშიც იმყოფება I ისარი.

დავუშვათ, რომ მეორე და მესამე ისრები იმყოფებიან პლიუსოვან მდგომარეობაში. პირველი ისრის გადაყვანის პროცესში თუ ვიმოქმედებთ OM2 და KM10 საისრე კნოპებზე, წარმოიქმდება ელექტროდენების მმართველი წრედი შესაბამისი ტირისტორებისათვის, რომლებიც გაიღება, ძაბვის მეორე პოლუსი მიუერთდება მეორე და მესამე ისრების ელექტრო

ძრავებს და ისრები დაიწყებენ გადასვლას, ამასთან შესაბამისი იზოლირებული უბნების კონტროლის გარეშე.

შემოთავაზებული მოწყობილობა ამაღლებს სისტემის საიმედოობას ისრების ერთდროული გადაყვანის შესაძლებლობის აღმოფხვრის გზით. ასევე გამორიცხავს შესაძლებლობას სხვა საისრე ელ.ამძრავების ჩართვას ერთი ისრის გადაყვანის პროცესში.

წარმოდგენილი სქემა მიიღწევა იმით, რომ მოწყობილობა რამოდენიმე ცვლადი დენის ელ.ამძრავის მართვისათვის, გამშვები ხელსაწყოების ერთი კომპლექტით, რომელიც შეიცავს ნეიტრალურ და პოლარიზებულ გამშვებ რელეებს, მაკომუტირებელ ტირისტორებს, ყოველი მათგანიდან რომელიც დაკავშირებულია ცალკეული დამატებითი სახაზო სადენით შესაბამის საისრე ელექტრო ამძრავთან, აღჭურვილია ჩართვით ყოველ დამატებით სახაზო სადენში ოპტრონებით, ხოლო ყოველი მაკომუტირებელი ტირისტორი აღჭურვილია ლოგიკური ბლოკებით „კი“ ან „არა“, ამასთან ყოველი მაკომუტირებელი ტირისტორის მმართველი შესასვლელი ჩართულია თავის ლოგიკური ბლოკის „და“-ს შესასვლელთან, რომლის ერთი გამომავალი ჩართულია შესაბამისი საისრე გადამყვანის ელექტრო ამძრავის საისრე კნოპის კონტაქტზე, ხოლო მეორე დაკავშირებულია „ან-არა“-ს შესასვლელთან, რომლის გამომყვანებიც ცალკეულად ჩართულია ოპტრონების გამომავალთან, ჩართული სხვა დამატებითი სახაზო სადენებში.



ნახ. 17. ცვლადი დენის საისრო ამბრავის მართვის მოწყობილობა



მოწყობილობა მუშაობს შემდეგნაირად:

დავუშვათ ყველა ელექტროამძრავი იმყოფება პლიუსოვან მდრომარეობაში და საჭიროა, მაგალითად პირველი ისრის (1) გადაყვანა მინუსოვან მდგომარეობაში. ამისათვის მინუსოვანი საისრო კნოპის 22 საშუალებით შევაერთებთ 22.1 და 22.2 კონტაქტებს. ამის გამო აღიგზნება პოლარიზებული გამშვები რელე 27 და ნეიტრალური გამშვები რელე 33 შემდეგი წრედით : უსაფრთხოების პირობების შემამოწმებელი კონტაქტი 30, შერთული კონტაქტი 22.1, პოლარიზებული გამშვები რელეს გრაგნილი 29, ნეიტრალური გამშვები რელეს ზედა გრაგნილი 33 და კონტაქტი 27.1 . პოლარიზებული გამშვები რელე 27 გადაისვრის ღუზას და თავისი 27.4 კონტაქტით გამტარი 19-ის და ავტოგადამრთველის კონტაქტით 5 მოამზადებს აღგზნების გრაგნილის 3 კვების წრედს, ხოლო ნეიტრალური რელე კონტაქტით 33.1 მიაერთებს მუშა ძაბვას ერთ-ერთ პოლუსს. 33.2 კონტაქტით მუშა ძაბვის მეორე პოლუსი მიეწოდება ტირისტორის 34 ანოდს, ხოლო 22.2 კონტაქტის გავლით ეს პოლუსი მიეწოდება „და“ ლოგიკური ელემენტის 44 ერთ-ერთ შესავალს, რომლის მეორე შესავალზე გაჩნდება სიგნალი ლოგიკური ელემენტიდან „ან-არა“ 45, რომლის შესასვლელელებზე სიგნალები არ არის, რადგან სხვა ელექტროამძრავების სახაზო გამტარებში 39, 40.....q მუშა დენი არ გადის და 38,41....j ოპტრონების გამოსასვლელელებზე სიგნალები არ არის. ამის გამო „და“ ლოგიკური ელემენტის 44 გამოსასვლელზე გაჩნდება სიგნალი, რომელიც მიეწოდება ტირისტორის 34 მმარტველ ელექტროდს. ტირისტორი გაიღება და მუშა ძაბვის მეორე პოლუსი სახაზო გამტარის 36 და ოპტრონის 35 გავლით მიეწოდება ელექტროძრავს 2, ე.ი. მუშა წრედი შეიკვრება და ელექტროამძრავი 1 დაიწყებს ისრის გადაყვანას. ოპტრონის 35 გამოსასვლელზე წარმოიქმნება სიგნალი, რომელიც მიეწოდება „ან-არა“ ლოგიკური ელემენტების 38,41...j შესასვლელებს.

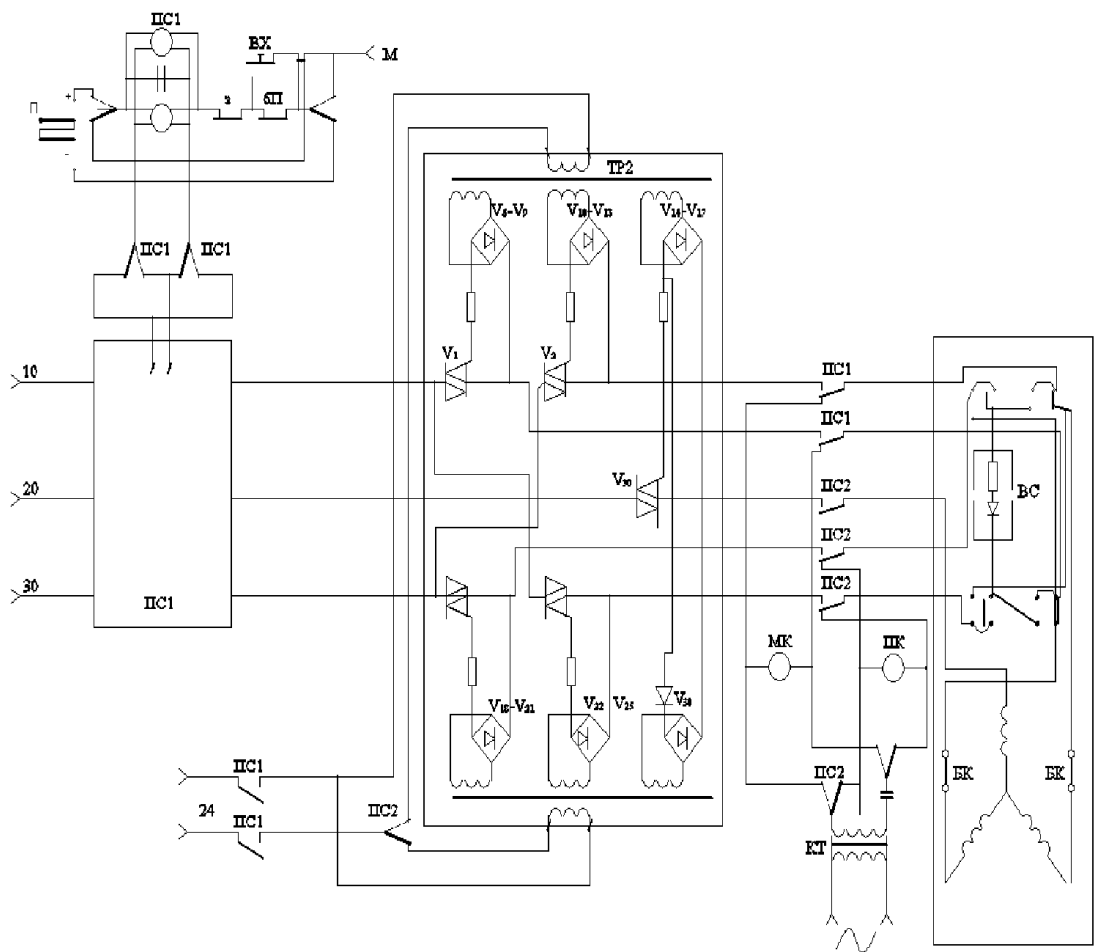
თუ საისრე ელექტროამძრავის 1 მუშაობის პროცესში ვიმოქმედებთ ნებისმიერი სხვა ისრის საისრე კნოპზე ან ერთდროულად ყველა კნოპებზე,

(ამ შემთხვევაში საისრე ამძრავები 7,13...n) რომლებიც იმყოფებიან იმავე მდგომარეობაში, როგორც საისრე ამძრავი 1, მაშინ მათი მუშა წრეები არ წარმოიქმნება, რადგან „ან-არა“ ლოგიკური ელემენტების 47,49...g შესასვლელელებზე მოქმედებს სიგნალი, რომელიც მოიხსნება ოპტრონის 35 გამოსავალიდან და აკონტროლებს მუშა დენს სახაზო გამტარში 36. ამიტომ „ან-არა“ ლოგიკური ელემენტების 47,49...g გამოსასვლელელებზე სიგნალები არ წარმოიქმნება, ე.ი. სიგნალები არ იქნება არც „და“ ლოგიკური ელემენტების 46,48...d გამოსასვლელელებზე, ტირისტორები 37,40...i არ გაიღება და ელექტროამძრავების 7,13...h მუშა წრედი არ შეიკვრება, რადგან მათ ადგზნების გრაგნილებზე 9,15...m სახაზო გამტარიდან 19 კვების მხოლოდ ერთი პოლუსი იქნება მიერთებული.

ამრიგად გამორიცხულია ერთნაირ მდგომარეობაში მყოფი საისრე ამძრავების გადაყვანა ნებისმიერი ერთ-ერთი მათგანის მუშაობის პერიოდში. ეს საშუალებას გვაძლევს უსაფრთხოების სრული დაცვით ვმართოთ რამდენიმე საისრე ამძრავი გამშვები მოწყობილობების ერთი კომპლექტით.

## 2.6. ცვლადი დენის საისრე ამძრავის მართვის მოწყობილობების დამუშავება

მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლებისა და სარკინიგზო ხაზების გამტარუნარიანობის გაზრდის წარმატებული გადაწყვეტილებები მჭიდროდ არის დაკავშირებული ავტომატიკისა და ტელემექანიკის მოწყობილობათა შემდგომ დანერგვაზე. თავის მხრივ ამ სისტემების ფუნქციონირების ეფექტურობა უფრო მეტად დამოკიდებულია შემსრულებელი მოწყობილობების საიმედოობაზე, რომელთა შორის ერთ-ერთი განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს საისრე ელ.ამძრავებს და მათი მართვისა და კონტროლის სქემებს. დღეისობით არსებული მართვისა და კონტროლის სქემები, ასევე საისრე ელ.ამძრავები არასაკმარისად საიმედოა მუშაობაში. დღეის მდგომარეობით სტატისტიკური მონაცემებით ამ მოწყობილობათა მტყუნებების საერთო რაოდენობა შეადგენს დაახლოებით 30% ელექტრული ცენტრალიზაციის მოწყობილობებში დაზიანებათა საერთო რაოდენობიდან. ამიტომ ისრის მართვის სქემებისა და კონსტრუქციული სქემური გადაწყვეტილებების სრულყოფას, პრინციპიალური ახალი სწრაფმოქმედი, მაღალი საიმედოობის, საშიში მტყუნებებისაგან უფრო ეფექტური დაცვის მქონე, ასევე უფრო ეკონომიური მომსახურების თვალსაზრისით და გამოსაყენებელი მექანიკური საშუალებებით, მართვის სქემების შემუშავებას ჩვენი ქვეყნის სარკინიგზო ტრანსპორტზე და ასევე სხვა ქვეყნებში მუდმივად ექცევა დიდი ყურადღება და ყოველთვის დგას დღის წესრიგში.



ნახ. 18. ისრის მართვის სქემა უკონტაქტო რევერსორით

ამჟამად არსებული მდგომარეობით ჩვენი ქვეყნის სარკინიგზო ტრანსპორტი ძირითადად ექსპლუატაციაში არის მუდმივი დენის ელ.ამძრავები მართვის ორსადენიანი სქემებით და ნაწილობრივ გამოიყენება ცვლადი დენის ელ.ამძრავები ასინქრონული ელ. ძრავებით მოკლედშერთული როტორით მართვის შვიდი და ხუთსადენიანი სქემით. ზემოთჩამოთლილი მართვის სქემები არასაკმარისად საიმედოა გამშვები რელეების კონტაქტების საკომუტაციო დენებით ინტენსიური დარღვევების გამო, რომლებიც აღწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობებს ელ. ამძრავის რევერსირებისას. ისრების მართვის სისტემაში სუსტ კვანძს წარმოადგენს ასევე საკონტროლო ავტოგადამრთველი, რომელიც ასევე არასაიმედოა კონტაქტური დანების ცვეთის გამო, საკონტაქტო ზამზარების გატეხვის, კონტაქტების დაწვის, დაჭუჭყიანების შედეგად გამომწვევი მტყუნებებისა და ძლიერი ყინვის შედეგად კონტაქტების მიყინვით გამოწვეული მტყუნებების გამო. მუდმივი დენის ელ. ამძრავებში ამ უწყესივრობებს ასევე მიეკუთვნება კოლექტორის მცოცავი კონტაქტის არსებობა. ისრის გადაყვანის რაოდენობის გაზრდის პირობით, კომეტაციური სიმძლავრების მნიშვნელოვანმა ზრდა გადამყვანი ძალის მატების გამო, რომელიც დაკავშირებულია მძიმეწონიანი რელსის ტიპის მქონე საისრე გადაყვანების გამოყენებასთან, ხოლო საწარმო სარკინიგზო ხაზებზე ბუნეების ძლიერი დაჭუჭყიანებისა და მექანიკური ხახუნის გაზრდის მიზეზით. ზემოთჩამოთვლილი უწყესივრობები მუშა წრედის, ავტოგადამრთველის სისტემის და მუდმივი დენის ელ.ამძრავების სულ უფრო და უფრო შესამწნევი და საგრძნობი ხდება და სულ უფრო ხშირად იჩენს თავს მსგავსი მტყუნებებისა.

ასინქრონული ძრავების ზოგიერთი უპირატესობის მიუხედავად მუდმივი დენის ძრავების მიმართ - მომსახურების სიმარტივით, კორექტორისა და ჩოთქების არარსებობით, სხვადასხვა ძაბვებიდან კვების შესაძლებლობა, მცირე საექსპლუატაციო დანახარჯები, საისრე გადაყვანები ელ.ამძრავებში მათი ფართო გამოყენება შეზღუდულია

კაბელების დიდი ოდენობით დანახარჯებისა და აპარატურის ხარჯების მიზეზით მუდმივი დენის ელ. ამძრავების მართვის სქემისაგან განსხვავებით.

ამგვარად მართვის სქემის შემუშავება უშუალოდ ასინქრონული ძრავებისათვის შემცირებული გამოყენებული ელემენტებით და კაბელის გამოყენების ეკონომიურობით, ზემოთჩამოთვლილი ნაკლოვანებების აღმოფხვრა - მომავალში მათი ფართოთ გამოყენების რეალური შესაძლებლობა და ამით - სარკინიგზო სადგურებში ავტომატური მართვის სისტემების მოქმედუნარიანობის ამაღლება.

საისრე ელ.ამძრავების მართვის სქემის ანალიზი აჩვენებს, რომ არსებული უწყისივრობების აღმოფხვრა შესაძლებელია:

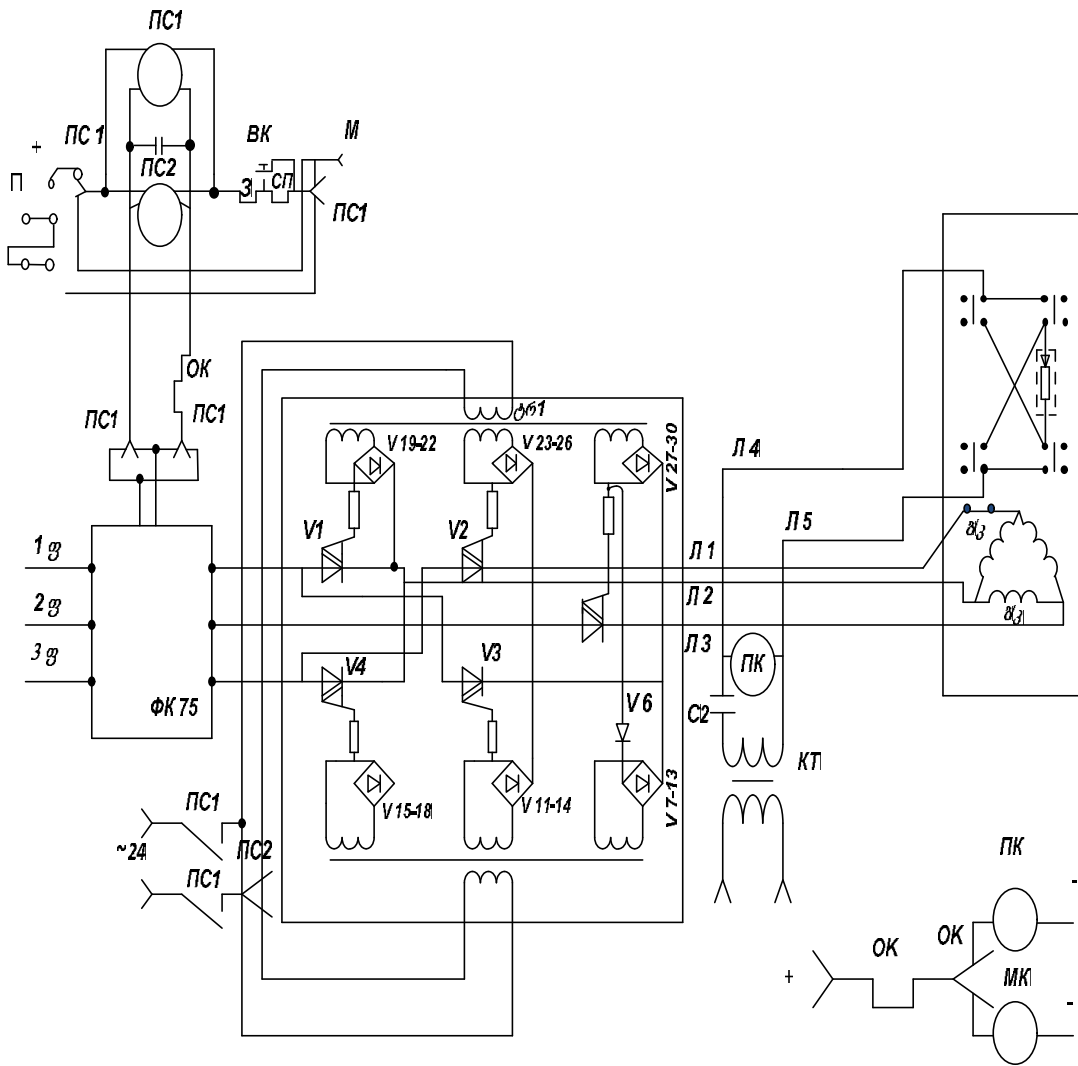
- 1) ამუშავების რეგების კონტაქტების მუშაობის ვადის გახანგრძლივებით ურკალო-უკონტაქტო კომუტაციის განხორციელების საშუალებით;
- 2) მუშა წრედებში უკონტაქტო კომუტაციური მოწყობილობების გამოყენებით;
- 3) ავტოგადამრთველის კონტაქტებით კომპუტირებული დენის სიდიდის შემცირებით;
- 4) უკონტაქტო ავტოგადამრთველისა და ისრის მდგომარეობის გადამწოდის შექმნით.

სურათი 1 და 2 წარმოდგენილია ცვლადი დენის ელ.ამძრავის მართვის შესაძლო სქემა ნახევარგამტარული ელემენტების გამოყენებით - სიმისტორებით, ნახ.№18 წარმოდგენილ მართვის სქემის უპირატესობას წარმოადგენს უდენო - ურკალო კომუტაცია მუშა წრედის ПС I, ПС 2 ამუშავების რეგების კონტაქტებით, რადგან სქემის ამუშავების საწყის მომენტში ფრონტული კონტაქტების ჩაკეტვა მუშა წრედში ხორციელდება სიმისტორების ჩაკეტილ მდგომარეობაში, ასევე მუშა დენი კონტაქტების გავლით გაივლის მხოლოდ მათი ჩაკეტვის შემდეგ, გამოირიცხება ავტოელექტრონული ემისიის და ეროზიის პროცესი, ხოლო ისრის

გადასვლის შემდეგ ფრონტული კონტაქტები განირთვება სიმისტორების ჩაკეტვის შემდეგ.

ამგვარად ამუშავების რელეს კონტაქტებით ხორციელდება ურკალო კომუტაცია, რაც ხელს უწყობს მათი მსახურების ვადის გახანგრძლივებას და საიმედოობის ამაღლებას. მიუხედავად ამისა კონტაქტების ზედაპირების დაშლის პროცესის სრული აღკვეთა დამატებითი დამცავი საშუალებების გამოყენების გარეშე შეუძლებელია.

მუშა და საკონტროლო წრედების კომუტაცია ხორციელდება ასევე ავტოგადამრთველის კონტაქტებით, ამიტომ არასრულყოფილება, რომელიც დამახასიათებელია ავტოგადამრთველისათვის ამ შემთხვევაშიც სრულად შენარჩუნებულია .



ნახ.19. ისრის მართვის სქემა ავტოგადამრთველის გარეშე

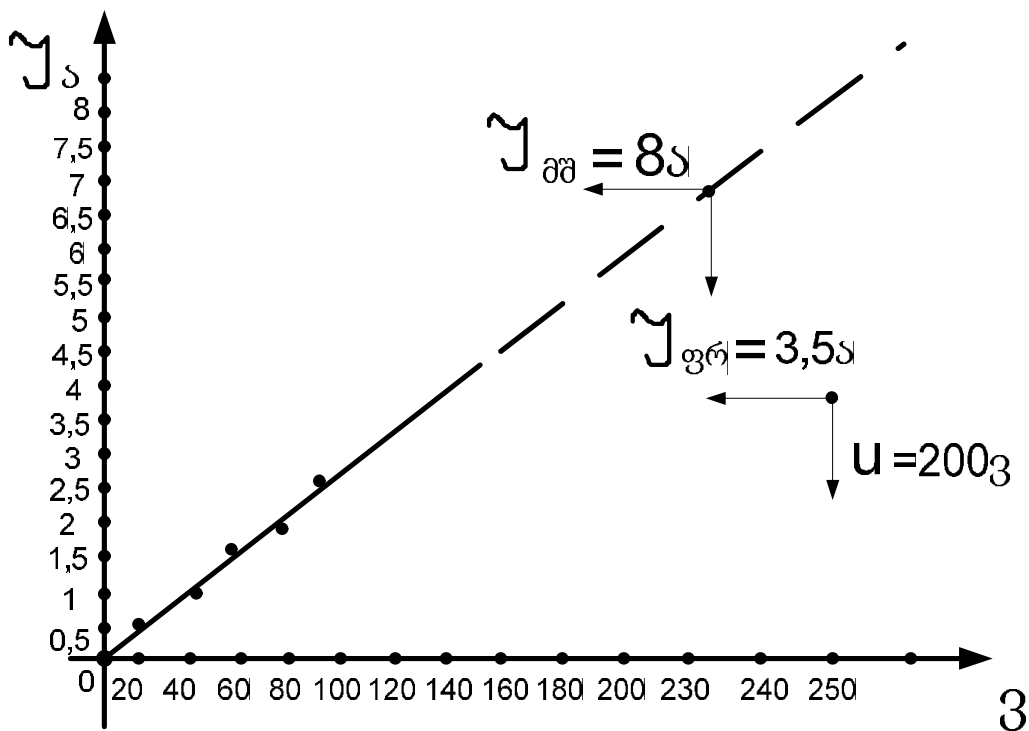


განხილულ მართვის სქემაში არსებული უწესივრობები (ნაკლი) სრულიად გამორიცხულია ნახ.№19. წარმოდგენილ მართვის სქემაში, რომელშიც მუშა წრედი არ შეიცავს კონტაქტებს, ასევე გაშვება, რევერსირება და სქემის გამორთვა ხორციელდება უკონტაქტო რევერსორულ ბლოკში, ავტოგადამრთველის კონტაქტების მონაწილეობის გარეშე.

მოცემულ სქემაში ავტოგადამრთველი ასრულებს ისრის მდგომარეობის კონტაქტური გადამწოდის ფუნქციას, რომლის კონტაქტებითაც ხორციელდება მხოლოდ საკონტროლო წრედის კომუტაცია, ამიტომ ავტოგადამრთველის კონტაქტებით გაედინება არცთუ დიდი სიდიდის საკონტროლო დენი (0,1ა) ნაცვლად მუშა დენის უფრო დიდი დენის სიდიდისა (2,4ა)რაც აღკვეთავს რკალის წარმოქმნას და ამით გამორიცხავს კონტაქტების მოწვას. სქემა მუშაობს როგორც წინა სქემა, იმ განსხვავებით, რომ სქემის გამორთვა ხდება კონტროლის მიღების შემდეგ, ასევე საკონტროლო OK რელეს აგზნება რომლის კონტაქტიც ჩართულია გამშვები რელეების მახლოკირებულ წრედში.

ამგვარად განხილული სქემა უფრო მეტად საიმედოა მტყუნებათა მინიმუმამდე შემცირების გამო, გამოსაყენებელი აპარატურის გამოყენებით ეკონომიურია არსებულ შვიდსადენიან სქემასთან შედარებით. ეს ასევე იძლევა ეკონომიური დანახარჯების შემცირებას, ზრდის ცალკეული კვანძების სარემონტო სამუშაოების ჩატარების პერიოდულობას და ამით ამცირებს დანახარჯებს მოწყობილობათა რემონტზე.

ცვლადი დენის ელექტროამძრავის უკონტაქტო მართვის სქემის დამუშავებისას სიმისტორები შერჩეული იქნა ძაბვისა და დენის ორმაგი მარაგით. უფრო მეტად რთულ პირობებში მუშა წრედში დენის მაქსიმალური სიდიდის განსაზღვრის მიზნით (მკვებავი ძაბვის მაქსიმალური სიდიდე  $U=250\text{v}$  (ეფექტური მნიშვნელობა), ასევე ძრავის დამუხრუჭებული მდგომარეობა), აგებულია მახასიათებელი  $Y_{aa}=f(4)$  როდესაც  $n=0$  (ნახ.№20) მახასიათებლებიდან ჩანს, რომ გრაფიკა



ნახ.20. მუშა წრედში დენის და ძაბვის დამოკიდებულება

დენის მაქსიმალური სიდიდე  $U=250\text{ვ}$ -ისას და დამუხრუჭებულ ძრავაზე შეადგენს 8ა. ამიტომ მაკომპუტირებელი ელემენტების სახით შერჩეული იქნა TC-2-16 ტიპის სიმისტორები 16ა ნომინალური დენით და 600ვ ძაბვით.

შემუშავებული ისრის მართვის მოწყობილობა დაექვემდებარა ლაბორატორიულ გამოცდას. ლაბორატორიულ გამოცდას ჰქონდა მოწყობილობის მოქმედუნარიანობის შემოწმებისა და მათი მახასიათებლების გამოვლენის მიზანი. ჩატარებულმა ცდებმა დაამტკიცეს სქემის მოქმედუნარიანობა.

ლაბორატორიული მაკეტის სახით გამოყენებული იქნა CII- 3 ტიპის საისრე ელ.ამძრავის MCT-0,25 ტიპის ელ.ძრავით.

ამგვარად, ისრის მართვის არსებული მოწყობილობების პარამეტრების ოპტიმიზაცია, როგორც ეს განხილული სქემების მაგალითზე

ჩანს, წარმოადგენს მათი ეფექტურობის ამაღლების ერთ-ერთ გზას. უფრო დიდი ეფექტი შეიძლება იქნეს მიღებული უკონტაქტო ელემენტების გამოყენების შედეგად. მათი დანერგვა საშუალებას იძლევა გაიზარდოს ფუნქციონალური შესაძლებლობები, ამაღლდეს სწრაფმოქმედება და საიმედოობა, შემცირდეს დანახარჯები პროექტირებაზე, მოხდეს მოწყობილობათა კვანძების უნიფიცირება და სტანდარტები.

## 2.7. ცვლადი დენის საისრე ამძრავის მართვის მოწყობილობის დამუშავება

სადგურებსა და მახარისხებელ გორაკებზე მოძრავი შემადგენლობის გადაადგილების ორგანიზაციისა და უსაფრთხო მოძრაობას უზრუნველყოფს ელექტრული ცენტრალიზაციის სხვადასხვა სისტემები. ცნობილია, რომ ამ სისტემების ერთერთ ძირითად ნაწილს წარმოადგენს სირის მართვის სქემები, რომლებმაც უნდა უზრუნველყონ თავისუფალ და ჩაუკეტავ მარშრუტში სირის ერთი მდგომარეობიდან მეორეში გადაყვანა, აგრეთვე უნდა გამორიცხონ სირის გადაყვანა შემადგენლობის ქვეშ. აქედან გამომდინარე სირის მართვის სქემები სარკინიგზო ავტომატიკისა და ტელემექანიკის მოწყობილობათა საპასუხისმგებლო სექმათა რიცხვს მიეკუთვნება.

სირების გადაყვანა ხდება ავტომატურად სპეციალური საისრო ამძრავების საშუალებით. საისრე ამძრავები განსხვავდებიან მოხმარებული ენერგიით, სირის გადაყვანის დროით, სირის ჩაკეტვის სახეობით, სირის შეჭრის აღქმის ხერხით და მუშა და საკონტროლო წრედების კომუტაციით. მოხმარებული ენერგიის მიხედვით განასხვავებენ ელექტრულ, ელექტროპნევმატიკურ და ელექტროჰიდრავტიკურ ამძრავებს. ელექტრული ამძრავები თავის მხრივ იყოფა ელექტრომექანიკურ და ელექტრომაგნიტურ ამძრავებად. გადაყვანის დროის მიხედვით არსებობს სწრაფმოქმედი, ნორმალურად მოქმედი და ნელმოქმედი საისრო ამძრავებად. გადაყვანის დროის მიხედვის არსებობს სწრაფმოქმედი, ნორმალურად მოქმედი და ნელმოქმედი საისრო ამძრავები. სირის შეჭრის აღქმის მიხედვით განასხვავებენ შეუჭრელ და შესაჭრელ ამძრავებს, ხოლო მუშა და საკონტროლო წრედების კომუტაციის მიხედვით არსებობს კონტაქტიანი და უკონტაქტო საისრე ამძრავები.

ნაშრომში განხილულია ცვლადი დენის საისრო ამძრავების მართვის სქემები, სადაც გამოყენებულია MCT- 0.25 , MCT-0.3 და MCT-06 ტიპის ცვლადი დენის სამფაზა ძრევები.

გერმანიაში დამუშავებული ცვლადი დენის ისრული ამძრავის მართვის სქემაში იყენებენ ასინქრონული სამფაზიანი ძრავის ასიმეტრულ ამუშავებას (ორი ფაზა-ნოლი), რომლის შემდეგ მისი გრაგნილები ავტოგადამრთველის მუშა კონტაქტებით „ვრსკვლავა“, სქემის მიხედვით შეერთდება. ისრის გადაყვანის დამთავრებისას გრაგნილებიან ნულოვან წრედში განირთვება და ამუშავების რელეს ფაზის საკონტროლო რელეს კონტაქტებით გამოირთვება. ისრის შეჭრის შემთხვევაში ამუშავების რელე ამოქმედდება და ისრული ამძრავის მართვის შესაძლებლობას გამორიცხავს. სქემის ნაცვლად შეიძლება ჩაითვალოს, რომ იგი არ არის გაანგარიშებული შეწყვილებული ისრების მართვისათვის.

საფრანგეთში დამუშავებულია ცვლადი დენით ისრის მართვის ოთხსადენიანი სქემა, რომელშიც სამფაზა ასინქრონული ძრავისა და 380 ვ ძაბვის მქონე კვების წყაროს გამოყენება საშუალება იძლევა ისარი ვმართოთ სამი კილომეტრის მანძილიდან. ძრავის წრედში ავტოგადამრთველის კონტაქტები არ გამოიყენება. ისრის გადაყვანის დამთავრებისას ძრავა გარკვეული დროის გასვლის შემდეგ გამოირთვება, რაც ამცირებს სქემის საიმედოობას.

მეტროპოლიტენში ძირითადად გამოიყენება ისრის მართვის ოთხსადენიანი და შვიდსადენიანი სქემები ცვლადი დენისათვის. ოთხსადენიანი სქემის ნაკლს წარმოადგენს ის, რომ გამოყენებულია რთული კონსტრუქციის კომბინირებული თვითდამჭერი რელე, ელექტროძრავის მცირეხიანი მუშაობა ფრიქციაზე ისრის ყოვლი გადასვლის შემდეგ, ამუშავების რელეს კონტაქტების მიერ მუშა ძაბვის გამორთვა, ელექტროძრავაში გამმართველის არასწორი ჩართვისას ისრის კონტროლის ყალბი ჩვენების მიცემის შესაძლებლობა. ეს ნაკლოვანებები გამოსწორებულია შვიდსადენიან სქემაში, სადაც გამოყენებულია მცირე გაბარიტის მმართველი, ამუშავების და საკონტროლო რელეები. თავის მხრივ შვიდსადენიანი სქემის ნაკლოვანებებია: ა) მუშა და საკონტროლო წრედების კომუტაცია და ელექტროძრავას რევერსირება ხდება ამუშავების

რელეს კონტაქტებით; ბ) ავტოგადამრთველის მუშაობა ნაკლებად საიმედოა საკონტროლო დანებისა და ზამბარების ცვეთის, ავტოგადამრთველის დანების არასიმეტრიული შერთვისა და კონტაქტების დაწვის გამო, რაც შეიძლება მოხდეს სამივე ფაზის გამორთვის ან ჩართვის შემთხვევაში. აღსანიშნავია აგრეთვე სქემის მონტაჟის სირთულე და ავტოგადამრთველის მომსახურების გართულებული პროცედურები.

ნაშრომში ჩვენს მიერ დამუშავებულია ცვლადი დენის საისრო ამძრავის მართვის მოწყობილობა, რომელიც შესაძლებელია გამოვიყენოთ უკონტაქტო ელემენტებსა და მიკროპროცესორებზე აგებულ ელექტროლუ ცენტრალიზაციის სხვადასხვა სისტემებში. ამ მოწყობილობაში აღმოფხვრილია ზემოთ ჩამოთვლილი სქემის ნაკლოვანებები, რითაც მნიშვნელოვნად იზრდება მისი საიმედოობა და სწრაფმოქმედება. ცვლადი დენის საისრო ამძრავის მართვის დამუშავებული სქემა შეიცავს ამუშავების ბლოკს 1, ორ მიმღებგადამცემ ბლოკს 2,4, ოთხსადენიან კავშირგაბმულობის ხაზს 3, მმართველი გასაღებების ბლოკს 5, მმართველი გასაღებების გამართულობის მაკონტროლებელ ბლოკს 6, ელექტროძრავას 7, ისრის მდგომარეობის მაკონტროლებელ ბლოკს 8 და ავტოგადამრთველს 9, ამასთან ამუშავების ბლოკი დაცულია სახიფათო მტყუნებებისაგან სპეციალიზირებული კომპიუტერის საშუალებით. საპასუხისმგებლო ბრძანებების მიღებისა და გადაცემის დროს მიმღებგადამცემი ორივე ბლოკი დაცულია სახიფათო მტყუნებებისაგან. ამ ბლოკების მიერ ინფორმაციის მიღება და გადაცემა ხდება სინქრონულად, ციკლურად და გამოყენებულია მართვისა და კონტროლის არხების დროითი გაყოფა. მმართველი გასაღებების ბლოკი შედგება ბოგური გარდამქმნელისაგან, რომელთა პირველი დიაგონალები შეერთებულია კვების წყაროსთან, ხოლო მეორე სამფაზა ელექტროძრავის შესაბამის გრაგნილებთან და მათთან მიმდევრობით მიერთებულ მმართველი გასაღებების მაკონტროლებელი ბლოკის ტრანსფორმატორების პირველად გრაგნილებთან. მოწყობილობა მუშაობს შემდეგნაირად: ამუშავების ბლოკი1 თავის გამოსასვლელელებზე

გამოიმუშავეს სიგნალებს ისრის გადასაყვანად. ეს სიგნალები პირველი მიმღებგადამცემი ბლოკისა 2 და ოთხსადენიანი კავშირგაბმულობის ხაზის 3 გავლით მოხვედებიან მეორე მიმღებგამგზავნ ბლოკში 4, ფორმირებას. მმართველი გასაღებების ბლოკი 5 გამოიმუშავეს მართკუთხა ფორმის სამფაზა ცვლად ძაბვას, რომელიც მმართველი გასაღებების გამართულობის მაკონტროლებელი ბლოკის 6 გავლით მიეწოდება ელექტროძრავას 7 გრაგნილებს. ისრის მდგომარეობის კონტროლი და მისი გადაყვანის დამთავრება განისაზღვრება ისრის მდგომარეობის მაკონტროლებელი ბლოკით 8 და ავტოგადამრთველით 9.

პირველი და მეორე მიმღებგადამცემი ბლოკები მუშაობენ განუწყვეტლივ  $T = 20$  მკწმ დროითი ციკლით, ამიტომ ელექტროძრავას მართვის ბრძანებების გადაცემისას ბლოკის დროითი არხების გამოსასვლელელებზე წარმოიქმნება სიგნალები  $f = 50$  კც სიხშირით. ამრიგად მმართველი გასაღებების გამართულობის მაკონტროლებელი ბლოკის გამოსავალებზე წარმოიქმნება მართკუთხა ფორმის სამფაზა ცვლადი ძაბვა. ძრავის რევერსირებისათვის იცვლება ორი ფაზის მიერთების თანმიმდევრობა. იგი ხორციელდება ან ელემენტის საშუალებით. მიმღებგადამცემი ბლოკის დროითი არხების გამოსასვლელელებიდან მმართველი იმპულსების ან ელემენტის შესასვლელელებზე მიწოდებისას მოხდება ისრის გადაყვანა ერთი მდგომარეობიდან მეორეში, მაგალითად პლუსოვან მდგომარეობაში, ხოლო თუ მმართველი იმპულსები მიეწოდება მეორე შესასვლელს, ისარი გადავა მინუსოვან მდგომარეობაში.

ისრის მდგომარეობის კონტროლისათვის მეორე მიმღებგადამცემი ბლოკის გამანაწილებლების ერთ-ერთი გამოსავალიდან ისრის მდგომარეობის მაკონტროლებელი ბლოკის შესავალზე მიეწოდება უარყოფითი პოტენციალის იმპულსები. თუ ისარი პლუსოვან მდგომარეობაშია, მაშინ ავტოგადამრთველის კონტაქტისა და დიოდის გავლით კონდენსატორი დაიწყებს დამუხტვას. იმპულსებს შორის პაუზის დროს იგი დიოდის გავლით განიმუხტება მეორე კონდენსატორზე. ამ დროს

ისრის მდგომარეობის გაკონტროლებელი ბლოკის გამოსავალზე წარმოიქმნება მუდმივი ძაბვა, რომელიც მეორე მიმღებგადამცემი ბლოკის საშუალებით ახდენს ისრის პლუსოვან მდგომარეობის შემატყობინებელი ბრძანების ფორმირებას. თუ რაიმე მიზეზის გამო ისარი არ გადავიდა, ე.ი ამუშავების ბლოკი არ ღებულობს ისრის ახალი მდგომარეობის კონტროლის სიგნალებს, მაშინ ისრის გადაყვანისათვის საჭირო დროის გასვლის შემდეგ იგი შეწყვეტს მმართველი ბრძანებების ფორმირებას, ამიტომ ისრის მდგომარეობის ყალბი კონტროლი შეუძლებელია.

ამრიგად შემოთავაზებულ მოწყობილობაში პირველი და მეორე მიმღებგადამცემი ბლოკების, მმართველი გასაღებების მაკონტროლებელი ბლოკის, გამმართველებისა და ისრის მდგომარეობის მაკონტროლებელი ბლოკის შემოყვანით იზრდება მოწყობილობის საიმედოობა და საისრო ამძრავის მდგომარეობის კონტროლის უტყუარობა, ამასთან შემცირებულია კაბელის ხარჯი.



## 2.8. საისრე ალექტრო ამძრავის მართვა და ისრის მდგომარეობის კონტროლი მიკროპროცესორულ ცენტრალიზაციაში

მიკროპროცესორული და ელექტრონული ტექნიკის ეფექტური ფუნქციონირებისათვის საჭიროა პრაქტიკულად მთლიანად შეიცვალოს არსებული რელეურ-კონტაქტური აპარატურა, მაგრამ დროის მოკლე პერიოდში შეუძლებელია რკინიგზის მთელი ქსელის გადაიარაღება მიკროპროცესორული მოწყობილობებით, რომლებიც გადაწყვეტდნენ ბევრ პრობლემას ექსპლუატაციაში მყოფ სარკინიგზო ავტომატიკის სარელეო სისტემებში. ეს პირველ რიგში შეეხება საისრე გადამყვანების მართვის მოწყობილობებს და ისრების მდგომარეობის კონტროლს.

ცნობილია, რომ ამ მოწყობილობების არასწორი ფუნქციონირების მიზეზით პერიოდულად წარმოიქმნება მატარებელთა მოძრაობისათვის საშიში სიტყვაციები, ზოგიერთ შემთხვევაში ავარიებიც, სწორედ ამის გამო მიკროპროცესორული ცენტრალიზაციის პირველ ეტაპზე შემოთავაზებულია საისრე ელ. ამძრავების მართვისა და მისი კალმების მდგომარეობის კონტროლის მართვის სარელეო მოწყობილობები მუდმივი დენის ელ. ძრავითა და სამფაზა ცვლადი დენის ძრავებით.

სისტემა ЭЦ-МПК აგებულია იერარქიული სამდონიანი სტრუქტურით, რომელშიც ზედა დონე წარმოადგენს სადგურის მორიგის ავტომატიზირებულ სამუშაო ადგილს (APM ДСП) და ელექტრული ცენტრალიზაციის ელექტრო მექანიკოსის ავტომატიზირებულ სამუშაო ადგილს (APM ШН). მეორე დონე თავისში მოიცავს მართვისა და კონტროლის ტექნიკურ საშუალებათა კომპლექსს (КТС УК). მესამე დონეს მიეკუთვნება ელექტრული ცენტრალიზაციის (ЭЦ) შემსრულებელი სქემები, მათ შორის ისრის მართვის სქემებიც (ნახ: 1).

ЭЦ-МПК-ს სისტემაში მომზადებული მარშრუტის მიხედვით ისრის კონტროლი განისაზღვრება КТС УК დონით, მატრიცული შემავალის (УМВ) კონტროლის მოწყობილობის დაკავშირების პლატის К5ПК ან

K5MK შემავალით. თუ იგი არ შეესაბამება მოთხოვნილს, KTC YK კონტროლიორით ფორმირდება ბრძანება მის გადაყვანაზე და მოწყობილობათა მართვის დისკრეტული დაბლოების დაკავშირების პლატის Y5+ ან Y5- ელექტრონული გასაღებით გადაეცემა ისრის მართვის სქემის გამშვებ წრედებში. გადაყვანა შესაძლებელია საისრე სალიანდაგო სექციის სითავისუფლის პირობებში და მისი სხვა მარშრუტში არგამოყენების შემთხვევაში. ამასთან ერთად YMB პლატის Y5+ ან Y5- შემავალით კონტროლდება ისრის გადაყვანის პროცესი, რომელიც უნდა დასრულდეს დადგენილი დროის განმავლობაში.

ისრის არასანქცირებული გადაყვანის გამორიცხვის მიზნით, გამოწვეული მაგალითად მმართველ პლატაზე გასაღების განრთვევით, კონტროლიორის პროგრამული უზრუნველყოფით გათვალისწინებულია ისრის ელექტრული ჩაკეტვის ფუნქცია.

ელექტრული ჩაკეტვა - ეს არის ისრის მართვის გამშვებ წრედზე გახანგრძლივებული ზემოქმედება მის პლიუსოვან ან მინუსოვან მდგომარეობასთან შესაბამისად.

თუ ისარი იმყოფება პლიუსოვან მდგომარეობაში და წარმოიქმნება Y5- ელექტრული გასაღების გარღვევა მინუსოვანი გადაყვანის წრედში, კონტროლიორის პროგრამა არ მოხსნის პლიუსოვან ჩაკეტვას, ვინაიდან აქტიურ მდგომარეობაში იმყოფებიან ერთი ისრის Y5+ და Y5- ორივე მმართველი გასაღები. ამ ყოველივეს დამსახურებით ПСТ (ან ПС) ბლოკში ППС პოლარიზებული გამშვები რელეს ორივე გრაგნილზე არსებობს მათანაბრებელი მაგნიტური ნაკადი. ППС რელე არ გადაისვრის თავის პოლარიზებულ ღუზას, ხოლო НПС ნეიტრალური გამშვები რელეს ჩართვა გამოიწვევს მხოლოდ ისრის მდგომარეობის კონტროლის დაკარგვას, მაგრამ იგი არ გადადის. KTC YK კონტროლიორი გადმოსცემს შესაბამის დიაგნოსტიკურ შეტყობინებას.

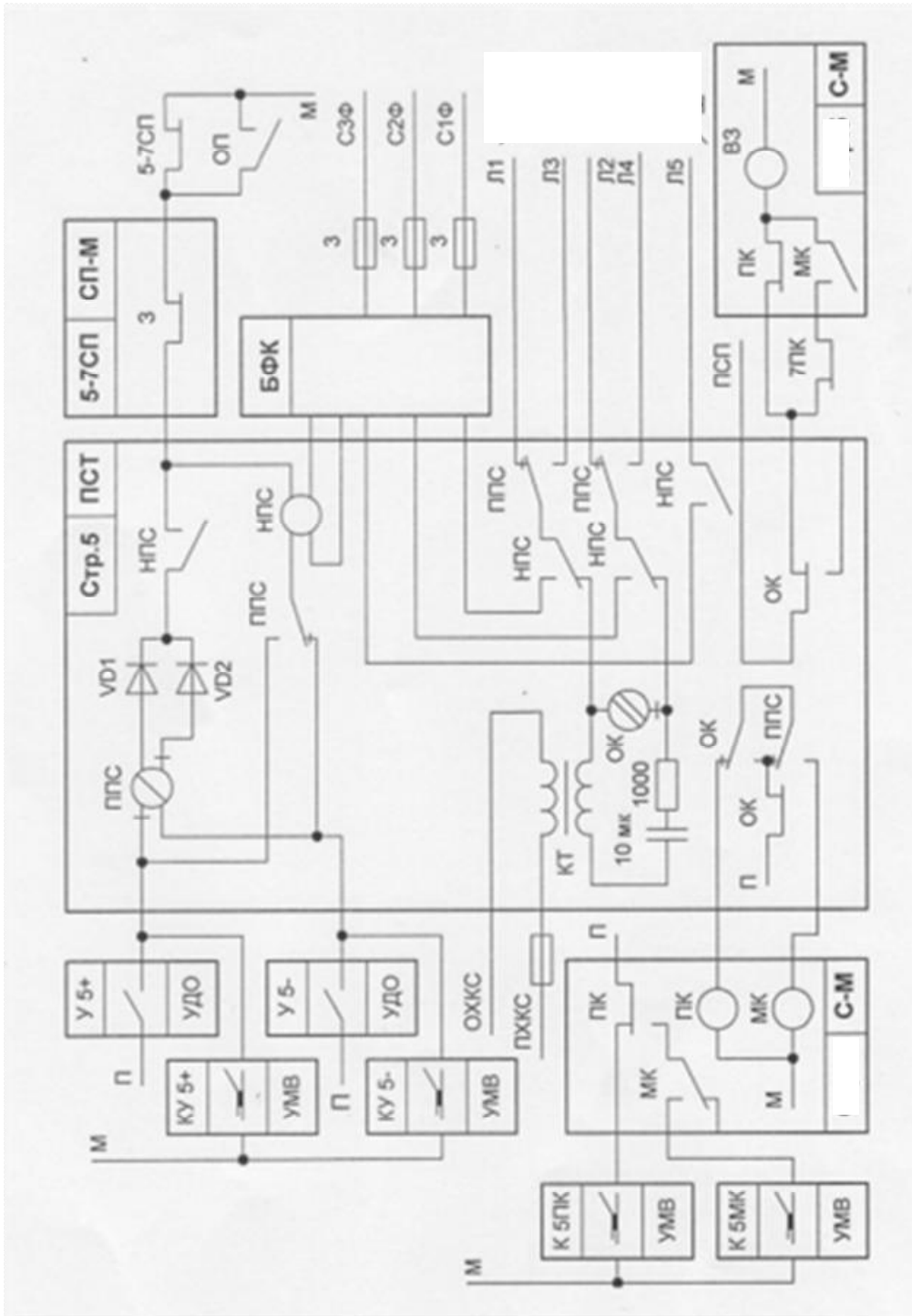
ელექტრული ჩაკეტვა მოიხსნება ისრის გადაყვანაზე სანქცირებული ბრძანების მიწოდების შემთხვევაში. თუ 20 წამის განმავლობაში გადაყვანა

არ დასრულდა, KTC UK კონტროლიორით ფორმირდება მიმართულების ზემოქმედება საისრე ალექტროამმრავის კვების გამომრთველ რელეზე.

ისრის ინდივიდუალური გადაყვანისათვის APM ДСП -ზე ამოირჩევა ერთსახელოვანი რეჟიმი და მიეთითება ისრის გადაყვანის მიმართულება, ამასთან KTC UK მიეწოდება შესაბამისი ბრძანება, რომლის რეალიზება ხორციელდება ელექტრული ჩაკეტვის რეჟიმის შესრულებით დაკავშირების მოწყობილობის იმავე გამომყვანებით, როგორც მარშრუტული მართვისას.

კალმების გადაყვანის შემდეგ და საისრე საკონტროლო ПК ან МК რელეს გამორთვის შემდეგ, მისი კონტაქტების გავლით YMB პლატაზე მიეწოდება კვება ისრის ფაკტიური მდგომარეობის კონტროლისთვის. პროგრამული მეთოდებით KTC UK დგინდება მარშრუტის მომზადებასთან ისრების მდგომარეობის შესაბამისობა და ფორმირდება სარელეო სქემების შემსრულებელი ჯგუფების მართვის ზემოქმედება.

გარდა ისრის მარშრუტული და ინდივიდუალური მართვისა, სადგურის მორიგეს აქვს საშუალება მისი გადაყვანისთვის ისარგებლოს დამხმარე რეჟიმით სარელსო წრედების დაზიანების შემთხვევაში საისრე სალიანდაგო უბნებისა. ამ შემთხვევაში ისრის მართვის სქემაში 5-7СП საისრე რელეს კონტაქტი იშუნტება პასუხისმგებელი ბრძანების ОП რელეს კონტაქტით.



ნახ.21. ЭЦ-МПК სისტემით ისრის მართვის სქემა

Ebilock-950 სისტემის ისრების და შუქნიშნების მიკროპროცესორული ცენტრალიზაცია წარმოადგენს პროგრამულ-აპარატურ კომპლექსს, რომლის ძირითად შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს COS (Control and Operation Sussystem) – APM დიპი, ცენტრალური პროცესორული მოდული IPU (Interlocking Processing Unit) და ობიექტების კონტროლიორების სისტემა OCS (Object Controller System), უშუალოდ ურთიერთმოქმედებს მართვისა და კონტროლის ობიექტებთან. OCS შეიცავს ორ ინტერფეისს - IPU სთან კავშირის კონცენტრატორების გავლით CCU (Communication and Control Unit) და MIII-ს სარელეო ან საველე მოწყობილობებით ელექტრონული შეწყვილების მოდულის (პლატის) გავლით.

ობიექტების კონტროლიორი OC (Object Controller) წარმოადგენს ბეჭრუდი პლატების კომპლექტს მონაცემთა შედინებისა და გამოდინების ფუნქციის უზრუნველყოფისათვის და ინფორმაციის დამუშავებისათვის შესაბამისად მისი დანიშნულების ან ობიექტის მახასიათებლებიდან გამომდინარე.

ცენტრალური მოდული ნებისმიერი OC (ობიექტის კონტროლი) წარმოადგენს მართვისა და კონტროლოს პროცესორული პლატა CCM (Controller and Contact Monitoring Board), რომელზედაც დგება მუდმივ დამმასხოვრებელი მოწყობილობა, რომელიც შეიცავს პროგრამულ უზრუნველყოფას და მონაცემთა ფაილებს, რომლებიც აუცილებელია OC ტიპის კონტროლიორის მუშაობისათვის (რელეურ, სასიგნალო, საისრო). CCM პლატას გააჩნია მისამართების წამკითხავი ინტერფეისი. CCM პლატის ერთ-ერთ ფუნქციას წარმოადგენს 4 სადენიანი სქემით ჩართული რელეს კონტაქტების მდგომარეობის მონიტორინგი. იგი აკონტროლებს კონტაქტის მდგომარეობას (ჩაკეტილია, განრთულია, გაწყვეტა, მოკლე შერთვა) და აფორმირებს სეტყობინებას IPU ში გადასაცემად.

OC მისი დანიშნულებიდან გამომდინარე შეიძლება იყოს მონოსტაბილური და ბისტაბილური. მონოსტაბილური კონტროლიორი განსაზღვრულ მდგომარეობაში ობიექტის დასაყენებლად იღებს ერთჯერად

ბრძანებას, რეალიზებას უკეთებს მას და აგრძელებს მოცემულ მდგომარეობაში ყოფნას შემდეგი ბრძანების მიღებამდე. მონოსტაბილურს მიეკუთვნება საისრე OC, რომელიც შედგება CCM პლატისგან და MOT1 პლატის ური ინტერფეისიდან ერთერთისაგან (Point Machine Control Board) ცვლადი დენის ელექტრო ამძრავის მართვისათვის ან MOT2 მუდმივი დენის ელექტრო ამძრავის მართვისათვის. ყოველი პლატა MOT1 ან MOT2 მართავს ერთ ელექტროამძრავს. ამგვარად საისრე OC შეიძლება ოპერირება გაუწიოს არა უმეტეს ორ ელექტრო ამძრავს, რომლებიც გაერთიანებულია ერთ ლოგიკურ ობიექტში.

გამოიყენება ისრის მართვის შვიდ სადენიანი სქემა, რომელშიც ოთხი სახაზო სადენი გამოიყენება საკონტროლო წრედში (Л4, Л5, Л6, Л7), ხოლო სამი სადენი გამოიყენება მუშა წრედებში (Л1, Л2, Л3). საისრე ელ ამძრავი ჩაირთვება უშუალოდ OC (ობიექტის კონტროლიორი) თან, რაც გამორიცხავს დამატებით მოწყობილობების გამოყენებას.

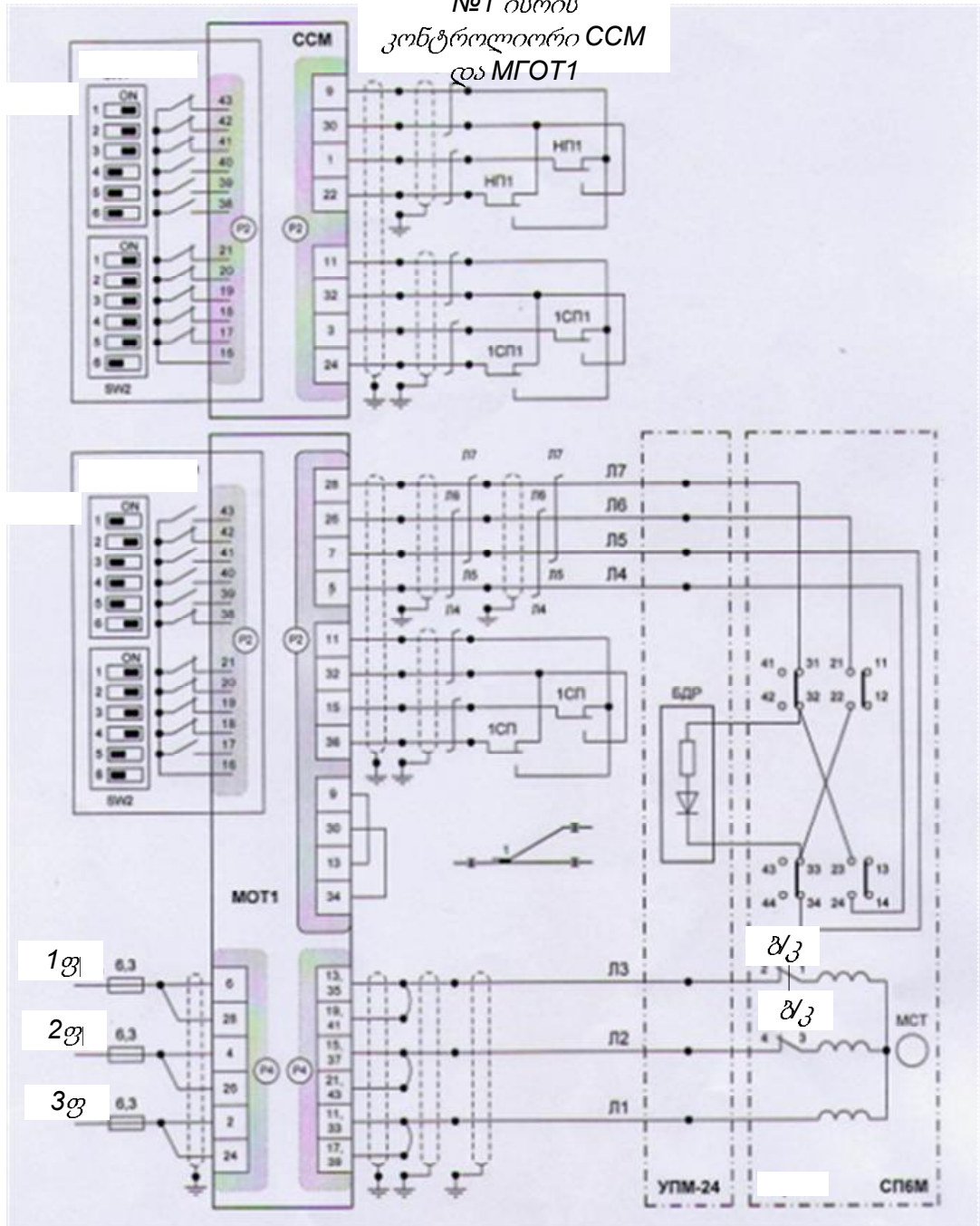
რამდენადაც OC-ის მმართველი გამომყვანები არ არის განკუთვნილი ხანგრძლივი მუშაობისთვის, შესაძლებელია ისრის გადაყვანის ოპერაციის ხანმოკლედ შეწყვეტა გამომავალის გადატვირთვის შემთხვევაში. თუ ისრის გადაყვანის ოპერაცია არ იქნება დამთავრებული განსაზღვრულ დროის პერიოდში, ძაბვა გამოირთვება ელექტროძრავიდან მისი შემდგომი ბრუნვის შესაძლებლობის აღსაკვეთად და მისი დაზიანებისაგან დასაცავად. გარდა ამისა რამოდენიმე ელექტროძრავის ერთდროული ჩართვა შეიძლება მიზეზი გახდეს მოხმარებული ენერჯის მნიშვნელოვნად გაზრდისა, ამიტომ ყოველი მმართველი გამომყვანისთვის გათვალისწინებულია დროითი შეყოვნება.

კავშირის უზრუნველყოფისათვის OC-სსა და ელექტროამძრავს შორის გამოიყენება ეკრანიზირებული სასიგნალო-ბლოკირების კაბელი სადენის დიამეტრით 0,9მმ. СнзИлх მარკის კაბელის გამოყენებისას ისრის მდგომარეობის კონტროლის მაქსიმალური დაშორება დუბლირებული სადენების გარეშე შეადგენს 5კმ.

სახაზო სადენები მუშა და საკონტროლო წრედებისა განთავსდება სხვადასხვა კაბელებში. ამასთან საკონტროლო წრედის სადენები ჯგუფდება წყვილებად: 114 და 116, 115 და 117. მუშა წრედებისთვის წყვილების დაჯგუფების მოთხოვნა არ არის აუცილებელი და დასაშვებია მათი განთავსება ერთ კაბელში ელექტროამძრავისა და პნევმატური ისრების ელექტროგამათბობელის წრედებთან.

დღეს-დღეობით მუშავდება ისრის მართვის ექვს სადენიანი სქემა, რომელშიც აღმოფხვრილია არსებული სქემების ყველა ნაკლოვანება და იძლევა საშუალებას წარმატებით იქნეს გამოყენებული ნებისმიერი ტიპის მიკროპროცესორულ სისტემებში.

№1 ისრის  
კონტროლიორი CCM  
და MГOT1



ნახ.22. ისრის მართვის სქემა



განხილულია მიკროკონტროლიორების გამოყენება ელექტრო ამძრავების მართვისათვის, მათი მოწყობილობა, მოქმედების პრინციპი და მუდმივი დენისა და ცვლადი დენის ელექტრო ძრავების მართვის სისტემები. მიკროპროცესორული ტექნიკის ფართო განვითარებამ განაპირობა ელექტრომექანიკური სისტემების ახალი საშუალებებისა და მეთოდების შექმნა.

წარმოდგენილ ნაშრომში გაანალიზებულია და მოცემულია დასკვნები ელ.ამძრავების სტრუქტურაში ცვლილებების შესახებ, მის ინფორმაციულ უზრუნველყოფაზე და მიკროპროცესორული სისტემის უპირატესობაზე. განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ელ.ამძრავის მართვის სისტემის აგებას, რომლის სტრუქტურაც მოიცავს ანალოგურ ციფრულ გარდამქმნელებს და ციფრული ტექნიკის მოწყობილობებს. ეს განსაკუთრებული და მნიშვნელოვანია რადგანაც უახლოეს მომავალში მოსალოდნელია მთლიანად ციფრული მართვის სისტემაზე გადასვლა.

კვლევის მიზანი არის საისრე გადამყვანების ისეთი მართვის სისტემის შემუშავება, რომელიც თავის მხრივ დააკმაყოფილებს ამჟამად არსებულ თანამედროვე მოთხოვნებს მატარებელთა მოძრაობის სიჩქარის, წონის, უსაფრთხო მოძრაობის და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით. აღნიშნული მიზნის რეალიზებისათვის განხორციელებული იქნა კვლევა საისრე ელექტრო ამძრავების მუშაობისა და მათი სტრუქტურული აგებულების პრინციპებზე, მისი ცალკეული კვანძების ამუშავების თანმიმდევრობა. განხილულ იქნა და გაანალიზდა ელ.ამძრავის მუშაობის მუშა პარამეტრები და მახასიათებლები, ექსპლუატაციის პირობები, მათ მუშაობაში მტყუნრბათა წარმოქმნის მიზეზები ასევე განხილულ იქნა მოთხოვნები, რომლებიც წაყენებულია ელექტრო ამძრავებისადმი და მათი მომსახურების ტექნოლოგიებთან.

## 2.9. საისრო ამბრავების მართვის დამუშავებული სქემების ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები

ექსპერიმენტი ჩატარდა საქართველოს რკინიგზაზე ელექტრული ცენტრალიზაციის სხვადასხვა სისტემით აღჭურვილ რამდენიმე სადგურში. მომზადდა სხვადასხვა ტიპის ძირითადი და ვარიანტული მარშრუტები მატარებლის გაჩერებით და გაუჩერებლად გავლისათვის, სადაც გამოიყენებოდა განსხვავებული რაოდენობის ისრები. განისაზღვრა ამ მარშრუტების მომზადების დრო ისრის მართვის არსებული სქემებისა და შემოთავაზებული სქემების გამოყენებისას.

ექსპერიმენტის შედეგად მიღებულია შემდეგი მონაცემები:

### 1. სადგური სენაკი:

- მომზადდა სამატარებლო მარშრუტი სადგურის შესასვლელი „F“ შუქნისნიდან I ლიანდაგში გაჩერებით. მარშრუტის მომზადებაში გამოიყენებოდა ორი ერთმაგი და და ერთი შეწყვილებული ისარი №6, №12 და №2/4 საისრო ამბრავებით. მარშრუტის მომზადებას, დაწყებიდან მის სრულ ჩაკეტვამდე და შუქნიშნის ნებადამრთველ ჩვენებაზე გაღებამდე საისრო ამბრავის მართვის არსებული სქემის გამოყენებით დასჭირდა 14 წმ, ხოლო ჩვენს მიერშემოთავაზებული სქემით - 10 წმ.;
- მომზადდა სამატარებლო მარშრუტი სადგურის შესასვლელი „F“ შუქნისნიდან III ლიანდაგით გაუჩერებლელი გავლისათვის. მარშრუტში შედიოდა ოთხი ერთმაგი და ერთი შეწყვილებული ისარი №6, №8, №2/4, №7 და №15 საისრო ამბრავებით. მარშრუტის მომზადებას, დაწყებიდან მის სრულ ჩაკეტვამდე და შუქნიშნის ნებადამრთველ ჩვენებაზე გაღებამდე საისრო ამბრავის მართვის არსებული სქემის გამოყენებით დასჭირდა 17 წმ, ხოლო ჩვენს მიერშემოთავაზებული სქემით - 11 წმ.;
- „H“ შესასვლელი შუქნიშნიდან II ლიანდაგში გაჩერებით მომზადებულ მარშრუტში შედიოდა ოთხი ერთმაგი საისრე გადამყვანი №7, №11, №15 და №19 საისრო ამბრავებით. მარშრუტის მომზადების დაწყებიდან მის სრულ

ჩაკეტვამდე და შესასვლელი შუქნიშნის გაღებამდე მარშრუტის მომზადების დრომ შეადგინა 12 წმ, ხოლო შემოთავაზებული სქემით 9 წმ.

## 2. სადგური ქვალონი

- მომზადდა სამატარებლო მარშრუტი სადგურის შესასვლელი „F“ შუქნიშნიდან II ლიანდაგში გაჩერებით. მომზადებულ მარშრუტში გამოიყენებოდა ორი ერთმაგი ისარი №2 და №4 საისრო ამძრავებით. მარშრუტის მომზადების დაწყებიდან მის სრულ ჩაკეტვამდე და შესასვლელი შუქნიშნის გაღებამდე მარშრუტის მომზადების დრომ შეადგინა 9 წმ, საისრო ამძრავის მართვის არსებული სქემის გამოყენებით, ხოლო დამუშავებული სქემის გამოყენებით - 7 წმ.

- H“ შესასვლელი შუქნიშნიდან II ლიანდაგში გაჩერებით მომზადდა სამატარებლო მარშრუტი, რომელშიც მონაწილეობდა ერთი ერთმაგი ისარი №1 საისრო ამძრავით. მარშრუტის მომზადების დაწყებიდან მის სრულ ჩაკეტვამდე და შესასვლელი შუქნიშნის გაღებამდე მარშრუტის მომზადების დრომ შეადგინა 6 წმ. არსებული სქემის გამოყენების შემთხვევაში, ხოლო ჩვენს მიერ შემოთავაზებული სქემის გამოყენებით 4 წმ.

ექსპერიმენტის ჩატარების სადგურებში საისრო ამძრავების მართვისათვის გამოიყენებოდა ისრის მართვის ორსადენიანი სქემა მუდმივი დენის ელექტრული ამძრავებით. ჩვენს მიერ შემოთავაზებულ იქნა საისრო ამძრავის მართვის გაუმჯობესებული ორსადენიანი სქემა.

აღნიშნული კვლევების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ნაშრომში შემოთავაზებული ისრის მართვის ახალი სქემები გაცილებით სწრაფმოქმედია არსებულ მართვის სქემებთან შედარებით, რაც თავის მხრივ განაპირობებს სასადგურო მუშაობის ეფექტურობას და გამტარუნარიანობის გაზრდას. ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევის შედეგად მიღებული ის დრო, რომელიც დასჭირდა მარშრუტის მომზადებას, მარშრუტის მომზადების დაწყებიდან მის სრულ ჩაკეტვამდე და შუქნიშნის ნებადართველ ჩვენებაზე გაღებას, შეიძლება შემცირებულ იქნეს 15-20% -ით. შემოთავაზებული სწრაფმოქმედი სქემის გამოყენების

შემთხვევაში, თუ გავითვალისწინებთ, რომ დამუშავებულია ამუშავების ერთი კომპლექტით რამდენიმე საისრო ამბრავის მართვის ორიგინალური სქემა ზემოთ აღნიშნული დრო შეიძლება კიდევ უქრო შემცირდეს.

მარშრუტის გამზადებაზე დახარჯული დროის შემცირება საშუალებას გვაძლევს გავზარდოთ მარშრუტების რაოდენობა სადგურებში, რაც დადებითად აისახება სარკინიგზო სადგურების გამტარუნარიანობაზე. საორიენტაციო გათვლებით გამტარუნარიანობა შეიძლება გაიზარდოს 10-15% -ის ფარგლებში.

## დასკვნა

1. პრობლემის თანამედროვე მდგომარეობის ანალიზისა და სტატისტიკური მაჩვენებლების საფუძველზე ნაჩვენებია, რომ საისრო ამძრავის არსებულ მართვის სქემებს გააჩნიათ რიგი ნაკლოვანებებისა, რომლებიც აუარესებენ მოძრაობის უსაფრთხოებას;
2. ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგენილია, რომ შუალედურ სადგურებზე ელექტრული ცენტრალიზაციის მოწყობილობათა მტყუნებების 11% -ს შეადგენს ისრებისა და საისრო ამძრავების მტყუნებები;
3. მოცემულია ელექტროამძრავების მართვის სისტემების დაბალი საიმედოობის მიზეზების ფაქტორული ანალიზი, აგრეთვე საისრო ამძრავების საიმედოობისა და უსაფრთხოების შეფასება რეზერვირებისა და ავარიული დაცვის მოწყობილობათა როლის გათვალისწინებით;
4. დამუშავებულია ცვლადი დენის საისრო ამძრავის მართვის სქემა უკონტაქტო ელემენტების გამოყენებით;
5. დამუშავებულია მუდმივი დენის საისრო ამძრავის მართვის ახალი ორსადენიანი სქემა, რომელიც გამორიცხავს ცვეთის ხასიათის მქონე დაზიანებებს, ხოლო საკონტროლო რელეების გარაგნილების ორიგინალური ჩართვით გაზრდილია საკონტროლო წრედის საიმედოობა;
6. დამუშავებულია მუდმივი დენის საისრო ელექტრო ამძრავის მართვის ორიგინალური სქემა, რომელიც უზრუნველყოფს ნებისმიერი ისრის ნებისმიერ მდგომარეობაში გადაყვანას მეორე ისრის გადაყვანის მიმართულებისაგან დამოუკიდებლად, გამორიცხავს რომელიმე ამძრავის ჩართვას საისრო უბნის სითავისუფლისა და დაუზიანებლობის კონტროლის გარეშე, რითაც დაცულია მოძრაობის უსაფრთხოების პირობები და გაფართოებულია მოწყობილობის ფუნქციონალური შესაძლებლობები;
7. ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ შემოთავაზებული ისრის მართვის ახალი სქემები გაცილებით სწრაფმოქმედია და საიმედოა არსებულ სქემებთან შედარებით;
8. დასაბუთებულია მიკროკონტროლირების გამოყენების შესაზღვრება საისრო ელექტრო ამძრავის მართვისათვის მიკროპროცესორულ ცენტრალიზაციაში, როგორც მუდმივი, ისე ცვლადი დენის პირობებში.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. Мераб Гоцадзе, Иракли Беридзе – Устройство для управления стрелочными электроприводами постоянного тока. Научно–технический отраслевой журнал ТРАНСПОРТ. №3-4 (51-52) 2013г. ISSN 1512-0910. с.11.;
2. Мераб Гоцадзе, Александр Дундуа, Иракли Беридзе – Управление стрелочным электроприводом и контрол положения стрелки в микропроцессорной централизации. Научно–технический отраслевой журнал ТРАНСПОРТ. №1-4 (53-56) 2014г. ISSN 1512-0910. с. 8-11.;
3. Мераб Гоцадзе, Иракли Беридзе – Оценка надежности и безопасности стрелочных электроприводов с учетом резервирования средств аварийной защиты. Научно – технический отраслевой журнал ТРАНСПОРТ. №3-4 (59-60) 2015г. ISSN 1512-0910. с. 19-21.;
4. მერაბ გოცაძე, ირაკლი ბერიძე - მუდმივი დენის საისრე ელექტროამძრავების მართვის მოწყობილობა. სტუდენტთა 82-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის თეზისების კრებული. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“ თბილისი 2013 წელი გვ-140 ;
5. გურგენიძე მ., მუდმივი დენის მანქანების გამოცდა მკვებავი ძაბვის უეცარ გაქრობასა და აღდგენაზე მექანიკურ-ვენტილური სქემის დახმარებით. // საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომები, № 4(160), თბილისი, 1970, გვ. 98-101.;
6. ელიზბარაშვილი მ., ვარშანიძე ნ., ჭედია ნ, ელიზბარაშვილი პ. რკინიგზის ტრანსპორტზე გადაზიდვითი პროცესის მართვის გაუმჯობესების შესახებ. //ტრანსპორტი, №1, თბილისი. 2001, გვ. 6-8.;
7. ელიზბარაშვილი მ., ბერიძე ა., ვარშანიძე ნ. სარკინიგზო ავტომატიკისა და კავშირგაბმულობის სისტემების ხარისხობრივ მაჩვენებელთა ამალღების შესაძღებლობის შესახებ. // სტუ-ს შრომები. № 4(432), თბილისი. 2000, გვ. 115-117.;
8. კონიაშვილი ნ., რკინიგზის ტრანსპორტის ავტომატიკისა და ტელემექანიკის პერსპექტიული სისტემის საიმედოობის სტატისტიკური კოეფიციენტის ანგარიშისათვის ალგორითმის შედგენა. // სტუ-ს შრომები. № 4(363), 1997, თბილისი. გვ. 75-79.;
9. მუხიგულაშვილი ნ. სარკინიგზო ავტომატიკისა და ტელემექანიკის მოწყობილობების საიმედოობის ანალიზი ამიერკავკასიის რკინიგზის პირობებში. // სტუ-ს შრომები, № 7(363), თბილისი. 2997, გვ. 84-89.;
10. Амелин С.В., Дановский Л.М., Константинов В.М. Путь и путевое хозяйство.- М.: «Транспорт», 1967, 156 с.;
11. Анисимов Н.А., Брейдо А.И. Организация планирования и управления хозяйством сигнализации и связи. – М.: «Транспорт», 1979.;
12. Архипов Е.В., Барышев Ю.А., Ерамов В.И., Лобжанидзе Н.Ш. Построение схем фазовых приемников в системах интервального регулирования движения поездов на метрополитене. // Труды ГТУ № 7(363), Тбилиси: 1990. с. 19-21.;

13. Базовский И. Надежность, теория и практика. – М.: «Мир», 1965, 376 с.;
14. Барлоу Р., Прошин Ф. Математическая теория надежности. Пер. С англ. Ушакова и под ред. Гнеденко Б. – М.: «Советское радио», 1969, 468 с.;
15. Блумберг В.А., Глушенко В.Ф. Какое решение лучше? // Метод расстановки приоритетов. Л.: 1982.
16. Бреидо А.И. Автореферат докторской диссертации. Л.: 1986.;
17. Брылеев А.М., Кравцов Ю.А., Степенсий Б.М., Рахметов Г.Р., Боровков Ю.Г., Махмутов К.М. Координатная система интервального регулирования движения поездов на метрополитене. Сб. трудов МИИИТ-а, вып. 348.-М.: Транспорт, 1970. с. 4-13.;
18. Бусленко Н.П., Шрейдер И.А. Метод статистических испытаний. Физматгиз, 1960.;
19. Буц В.Д., Брейдер И.А. Комплексно решать вопросы организации и управления в хозяйстве сигнализации и связи. // Автоматика, связь, информатика. № 7. 1966.;
20. Галасин В.А., Ушаков И.А. Надежность сложных информационно-управляющих систем. – М.: «Советское радио», 1975, 192 с.;
21. Гаминтерн В.И., Каган Б.М. Методы оптимального проектирования. –М.: Энергия, 1960. 160 с.;
22. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности.-М.: «Наука», 1965, 524 с.;
23. Голинкевич Т.А. Оценка надежности радиоэлектронной аппаратуры.-М.: «Советское радио», 1969, 66 с.;
24. Горский Л.К. Статистические алгоритмы исследования надежности. М.: «Наука», 1970, 400 с.;
25. Гоцадзе М.А., Кравцов Ю.А., Ерамов В.И. Рсчет допустимых скоростей при координатном сближении поездов метрополитена. // Труды ГТУ № 7(363), Тбилиси: 1990. с. 5-10.;
26. М. Гоцадзе, М. Езиашвили, Н. Гогишвили. Вопросы прогнозирования надежности и безотказной работы систем железнодорожной автоматики и телемеханики. Научно–технический отраслевой журнал ТРАНСПОРТ. №1-2 (37-38) 2010. с. 19-21.;
27. Гоцадзе М.А., Кравцов Ю.А., Гогишвили М.С., Баранников Б. Оптимизация алгоритмов распознавания режимов работы рельсовой цепи. . // Труды международной научно-инженерной конференции: «Новейшие технологии - грузии », Тбилиси: 2002, с. 46-50.;
28. Резников Ю. М. Стрелочные электроприводы электрической и горочной централизации. 2-е изд, перераб. И доп. М.: Транспорт, 1975. 152 с.;
29. Резников Ю. М. Сагайтис В.С. Современные отечественные и зарубежные стрелочные приводы и анализ их технических характеристик – Автоматика и связь/ЦНИИТЭИ, 1972, вып. 7 (73), 50 с.;
30. Резников Ю. М. Структурный синтез бесконтактного стрелочного электропривода для систем централизаций с учетом требований технической диагностики. – Тр. ВЗИИТ, 1978, вып. 93, с. 32-42.;

31. Резников Ю. М. Синтез передаточных механизмов бистродействующих Стрелочных электроприводов. – Сб. Научных трудов, вип. 64. М.: Энергия, 1966. 384 с.;
32. Дружинин Г.В. Надежность автоматических систем. Изд. 3-е перераб. И доп. М.: Энергия, 1977, 536с.
33. Епифанов А.Д. Надежность автоматических систем. М.: «Машиностроение», 1964. 336с.
34. Железнодорожная автоматика за рубежом . – М. : «Транспорт», 1985.
35. Ивахненко А.Г. Самообучающиеся системы распознавания и автоматического управления - Киев .: Техника 1969. 329с.
36. Кирпичев Д.А. Мазов А.Г. Автоматизированная информационно-аналитическая система контроля безопасности движения на ВСЖД. Инф. Технол. Контроля и упр. Транспортные системы №6 2000с. 100-106.
37. Козлов Б.А. ,Ушаков И.А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики. – М.: «Советское радио», 1975- 472с.
38. Колегаев Р.П. Определение оптимальной долговечности технических систем. М, : «Советское радио», 1967.- 113с.
39. Кокурин И.М., Чеботников В.А. Метод расчета загрузки-поездных диспетчеров . // Деп. В ЦНИИ ТЭИ МСП, РЖ ВИНТИ. Железнодорожный транспорт. 1983 №5 реф. 5Д15-83.
40. Кузнецов П.М., Пчелинцев Л.А., Гайденок В.С. Контроль и поиск неисправностей в сводных системах. М, : «Советское радио», 1969.
41. Кузьмин Ф.И. Задачи и методы оптимизации показателей надежности. . М, : «Советское радио», 1972. 224с.
42. Лаврик В. Электрическая централизация стрелок и сигналов метрополитенов. М.: Транспорт ,1984.
43. Меньшиков Н.Я. Королев А.И. Ягудин И. Эксплуатационная надежность элементов систем железнодорожной автоматики и телемеханики . М.: Транспорт, 1971.
44. Методика выбора норм надежности технических устройств промышленных изделий . М.: ВНИИС, 1970 60с.
45. Методика выбора показателей для оценки надежности сложных технических систем. М.: изд-во стандартов, 1972, 44с.
46. Михайлов А.В. Эксплуатационные допуски и надежность в радиоэлектронной аппаратуре. - М, : «Советское радио», 1970. -216с.
47. Москатов Г.К Надежность адаптивных систем. - М, : «Советское радио», 1973. 104с.
48. Нечипоренко В.И. Структурный анализ и методы построения надежных систем. М, : «Советское радио», 1968. 258с.
49. Никитина А.Б. Оценка загрузки дежурных постов электрической централизации . Тезисы доклада НТК «Роль молодых ученых и специалистов в ускорении



- научно-технического прогресса». Свердловск: 1987 .с.25-27
50. Никитин А.Б. , Тевзадзе З.С. , Гоцадзе М.А. Распределение зон управления железнодорожного оперативного персонала. //Научные труды ГТУ № 7(363), Тбилиси: 1990 с. 10-15.
  51. Переборов А.С., Шацев Н.З., Федотов А.Е., Качмарская О.К. Демографическая ситуация и проблемы развития отрасли. //Автоматика, телемеханика и связь. 1979, №10
  52. Перникис Б.Д., Ягудин Р.Ш. Предупреждение и устранение неисправности в устройствах СЦБ. . М.: « Транспорт», 1984.
  53. Половко А.М. Основы теории надежности. «Наука» . М.: 1965, 446с.
  54. Радиотехнические устройства железнодорожного транспорта. М.: « Транспорт», 1985.
  55. Резервы роста производительности труда на ж.д. транспорте Под ред. Бирюкова Н.И. . М.: « Транспорт», 1987.
  56. Ренц Б., Ферстер Э. Методы корреляционного и регрессионного анализов. М.: 1983.
  57. Савченко И.Е., Землемов С.И. Строговский И.И. Железнодорожные станции и узлы-. М.: « Транспорт», 1980. 476 с.
  58. Сапожников Вл.В. , Дундуа А.А. Унифицированный самоконтролирующий конечный автомат. //Труды ГПИ, № 5(317), сб. «Рост пропускной способности ж/д транспорта . Тбилиси ; 1987,с.28-33
  59. Сапожников В.В. Сапожников Вл.В. , Дундуа А.А. Использование специфических свойств кодов и с постоянным весом для диагностирования отказов в дискретных устройствах ж/д автоматики . // Труды ГПИ, № 5(317), сб. «Рост пропускной способности ж/д транспорта . Тбилиси ; 1987,с.33-37
  60. Сен П. Тиристорные электроприводы постоянного тока М.: Электроиздат, 1985.
  61. Стриж Н.И. Авилов Ю.И. Автоматика, телемеханика и связь М.: « Транспорт», 1947.с. 24-26.
  62. Супрун П.П., Супрун А.П. Способ определения степени загрязнения балластного слоя жел.пути. Пат. 2169918, Россия: опубл. 27.06.2001.
  63. Р.Ш. Валиев, Ш.К. Валиев. Двухпроводная схема управления стрелкой с пусковым блоком ПС с центральным питанием / Екатеринбург: ООО «Вебстер», 2011 — с. 48. ISBN 978-5-903560-05-9;
  64. Бочкарев С. В. Совершенствование методов диагностирования стрелочного переводного устройства/ С. В. Бочкарев, А. А. Лыков, Д. С. Марков// Автоматика на транспорте. – 2015. – Т. 1.–№1.– С. 40–50;
  65. Станционные системы автоматики и телемеханики/ Вл. В. Сапожников, Б. Н. Елкин, И. М. Кокурин, Л. Ф. Кондратенко, В. А. Кононов. – М. : Транспорт, 1997. – 432 с.;
  66. Первые итоги внедрения новых методов управления и эксплуатации. // Железные дороги мира - 2000.- №7.- С. 8 (D; Briginshow., International Railway Journal, 2000, №3, p. 11-21).;

67. Минаков Е.Ю., Шуваев В.В, Танеев Э.А. Стрелочные электродвигатели «управление» № 8, ВИНТИ. М. - 2002, - С. 39-40.;
68. Глюзберг Б.Э. Классификация дефектов и повреждений элементов стрелочных переводов. - М.: - Транспорт, 1996. 87 с.;
69. Резников Ю.М. Структурный синтез бесконтактного стрелочного электропривода для систем централизации с учетом требований технической диагностики. Сб. трудов ВЗИИТа, вып. 93, -1978. -С. 32-40.;
70. Разработка стрелочных электроприводов на новой элементной базе. Научно-исследовательская работа. - М.: РГОТУПС, - 1998. - 37 с.;
71. Шуваев В.В. Современные методы защиты стрелочного перевода от ложного контроля. РГОТУПС РФ. -М., 2002. 9 е., библиограф. 4 назв., 2 ил., (рукопись депонирована в ВИНТИ 10.10.2002, № 1833 - В2002).;
72. Талалаев В.И., Сараев В.В., Минаков Е.Ю., Шуваев В.В. Анализ динамики взреза стрелки с невзрезными стрелочными электроприводами серии СП и ВСП-150. // Автоматика, связь, информатика № 3, - 2001. - С. 11-14.;
73. Глюзберг Б.Э. Стрелочные переводы нового поколения для железных дорог России // Проблемы железнодорожного транспорта и транспортного строительства: Сборник научных трудов.- Новосибирск: ВНИИЖТ, 1997. С. 21-24.;
74. Меньшиков Н.Д. и др. Надежность железнодорожных систем автоматики и телемеханики. М. Транспорт, - 1976. - 215 с.;
75. Поскробко А.А. и др. Бесконтактные коммутирующие и регулирующие полупроводниковые устройства на переменном токе. - М.: Энергия,- 1978.- 192 с.;
76. Шалягин Д.В., Минаков Е.Ю., Шуваев В.В, Лялин В.С. Основные требования безопасности, предъявляемые к стрелочным невзрезным электромеханическим приводам. // В сб. «Высшее профессиональное образование на ж.д. тр-те». М.: - 2001, - С. 124-127.;
77. Куммер П.И., Коптева Т.В. Электронные системы автоматики на зарубежных железных дорогах. - М.: - Транспорт, - 1990. - С. 86-100.
78. Храпатый А.В. Повышение безопасности движения на базе новых технических средств. //Железнодорожный транспорт. 2002. №12.-С.8-12.;
79. Dummer G.W. Electronic equipment reliability. McGraw-Hil., N.Y., 1960.
80. Girard E., Ranlt J.-C. A programming technique for software reliability.-“IEEE Sump. Comput. Software Reliability, New York City, 1973“, N.Y., 1973, p.44-50.
81. N. Mgebrishvili, G. Sharashenidze, M. Moistsrapishvili, N. Gogoshvili. Mathematical justification of the new method of determination of wheel Pair's and Rail's damage. Proceedings of RTDF2009 ASME Rail Transportation Division Fall Technical Conference October 20-21, 2009. Ft. Worth, Texas.
82. Greene K., Cinibuck W. Quantitative safety analysis. – “Proc. Annu. Reliab. And Maintain. Symp. San-Francisco, Calif., 1972”, New York, 1972, p. 218-221.

83. Harris V., Tall M. M. Prediction of electronic equipment reliability. – “Electrical Engineering”, 1955, XI, vol. 74.
84. Klass P.J. Cycling tests increase reliability factor. – “Aviation Week”, Sept. 1960, 5, vol. 3, N 10.
85. Peattic G.F., Adams J.D., Carrel S.L., George T.D., Valck M.H. Elements of demiconductor – device rekiability. – “Proc. IEEE”, 1974, vol. 2, N 2, p. 149-168.
86. Peck D. S., Zierdt C.H. The reliability of semiconductor devices in the Bess System.- “Proc. IEEE”, 1974, vol. 62, N 2, p. 185-211.
87. Reynolds F.H. Termally accelerated agung of semiconductor components. “Proc. IEEE”, 1974, vol. 62, N 2, p. 212-222.
88. Safford G.B., Incouye M.S. Preventing equipment vibration failures. – “Electricinics”, 1958, N 5.
89. Stevens C.F. A sequential test for comparing component reliabilites. – “IRE Trans. Of Rekiability and Quality Control”, 1957, PGRQC – 9, XI.
90. Wuerfell H. L. Reliability theory and vital engineering. – “Interpretatuons Proceedings of the 1956”.
91. Herbert D. W. Reliability predictions – are they worth it. – “Pror. Techn. Programme INTERNEPCON U.K., 73. Int. Electron. Packag. And Prod. Conf., Brighton, 1973”. Surbiton, 1973, p. 97-105.
92. Earles D.R. LCC-commercial application ten years of life cycle costing. – “Proc. 1975. Annu. Reliability and Mainrtainability Sump., Wachington, D.C., 1975”. S. I, 1975, p. 74-85.