

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

კახა კახიანი

შენობა-ნაგებობების ავტომატური მართვის სისტემების დამუშავება
პროგრამირებადი კონტროლიორების გამოყენებით

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა: “ენერგეტიკა და ელექტროინჟინერია“

შიფრი: 0405

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თბილისი, 0175, საქართველო

მარტი, 2018 წელი

საავტორო უფლება © 2018 წელი, კახა კახიანი

თბილისი

2018 წელი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტი

ჩვენ, ხელისმომწერი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით კახიანი კახას მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: „შენობა-ნაგებობების ავტომატური მართვის სისტემების დამუშავება პროგრამირებადი კონტროლიორების გამოყენებით“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

მარტი, 2018

ხელმძღვანელი ----- ასოც. პროფესორი გ. ცხომელიძე

რეცენზენტი -----

რეცენზენტი -----

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2017

ავტორი: კახა კახიანი

დასახელება: შენობა-ნაგებობების ავტომატური მართვის სისტემების დამუშავება პროგრამირებადი კონტროლიორების გამოყენებით

ფაკულტეტი : ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის

აკადემიური ხარისხი: აკადემიური დოქტორი

სხდომა ჩატარდა: მარტი, 2018

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ ზემოთ მოყვანილი 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 დაცულ მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა იმ მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

ნაშრომი ეძღვნება პროგრამირებადი კონტროლერების გამოყენებას შენობა-ნაგებობების მართვის სისტემებში.

მასში განხილულია ენერგოეფექტურობის და ენერჯის დაზოგვის არსის მნიშვნელობა, მათი პრაქტიკული გამოყენების მაგალითები, და ეკოლოგიური პრობლემების გადაჭრის გზა.

თანამედროვე ეტაპზე, შენობა-ნაგებობების ელექტრომოწყობილობა-დანადგარების ავტომატური მართვის სისტემების ოპტიმალური მუშაობა სტატიკურ და დინამიკურ რეჟიმებში ენერგეტიკული მაჩვენებლების გაზრდის, მუშაობის საიმედოობის ამაღლებისა და უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ერთ-ერთ ძირითად პირობას წარმოადგენს.

სადისერტაციო ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს შეიქმნას შენობა-ნაგებობების სხვადასხვა ტექნოლოგიური დანიშნულების ელექტროდანადგარებისა და ელექტრომოწყობილობების ერთიანი ცენტრალური მართვის სისტემა, რომელიც უზრუნველყოფს ელექტროდანადგარების მუშაობის საიმედოობის გაზრდას, შენობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფას, პარამეტრების მონიტორინგის გამარტივებას, ელექტრომომარაგების ქსელის ენერგეტიკული მაჩვენებლებისა და ენერგოეფექტურობის ამაღლებას.

ნაშრომში განხილულია შენობის მართვის სისტემის არქიტექტურა შნეიდერ ელექტრიკის ბაზაზე. ოპერატორი, ამ შემთხვევაში Schneider electric StruxureWare Building Operation WorkStation > ინფორმაციის გადაცემის გზა (LON, ModBus, Ethernet) > ლოკალური ავტომატიკა (ავტომატიკის კარადა, რომელშიც ყველაფერთან ერთად მოთავსებულია კონტროლერი და I/O მოდულები) > სენსორები და აქტუატორები > შენობის ინჟინრული სისტემები.

უნდა აღინიშნოს, რომ მსოფლიოში წამყვანი კომპანიების მიერ წარმოებული შენობა-ნაგებობების ცალკეული ელექტრომოწყობილობებისა და ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების ჯგუფების (ელექტრული განათების, სავენტილაციო, გათბობა-კონდენცირების და წყალმომარაგების სისტემების, აშწე-სატრანსფორტო მანქანების და სხვა) მართვა ხორციელდება, თანამედროვე მიკროპროცესორულ მოწყობილობების ბაზაზე შექმნილი თვითოეული ჯგუფის, დამოუკიდებელი მართვის ქვესისტემის საშუალებით, რომელთაც ერთმანეთთან ფუნქციონალური კავშირი არ გააჩნიათ. ამის გამო, ადგილი აქვს ერთი და იგივე შენობის ელექტრომოწყობილობა დანადგარების ურთიერთ შეუთანხმებელ მუშაობას. შედეგად, იგი იწვევს შენობა-ნაგებობის ელექტრომომარაგების ქსელისა და მოწყობილობა დანადგარების ენერგეტიკული მაჩვენებლების გაუარესებას, მუშაობის საიმედოობის დადაბლებას და უსაფრთხოების დარღვევას.

ზემოაღნიშნულდან გამომდინარე, საჭიროა შეიქმნას შენობა-ნაგებობების მოწყობილობა დანადგარების ცენტრალიზებული მართვის

სისტემა, რომელიც ერთდროულად გააკონტროლებს ყველა შენობაში არსებულ სხვადასხვა დანიშნულების ურთიერთ ფუნქციონალურად დაკავშირებული დანადგარის ცალკეულ პარამეტრებსა და მუშაობის რეჟიმებს. ამასთან, ტექნოლოგიურად დააკავშირებს და უზრუნველყოფს მათ ურთიერთ შეთანხმებულ ავტომატიურ მართვას.

სადისერტაციო ნაშრომის მიზნის მისაღწევად დაისახა შემდეგი ამოცანები:

1. შენობა-ნაგებობებში არსებული ელექტროდანადგარებისა და ელექტრომოწყობილობების მუშაობის რეჟიმების გამოკვლევისა და მათდამი წაყენებული მოთხოვნების საფუძველზე, დამუშავდეს ცალკეული მოწყობილობა-დანადგარის ინდივიდუალური ავტომატური მართვის ქვესისტემა, მათი ერთიან-ცენტრალიზებულ მართვის სისტემაში გაერთიანებისათვის. შეიქმნას ცალკეული ქვესისტემის ფუნქციონირების ალგორითმი;

2. ინდივიდუალური ავტომატური მართვის ქვესისტემების საფუძველზე, დამუშავდეს შენობა-ნაგებობებში არსებული ყველა ელექტრომოწყობილობა-დანადგარების ცენტრალიზებული (გაერთიანებული) მართვის სისტემა. შეიქმნას, აღნიშნული მართვის სისტემის ოპტომალური ფუნქციონირების ალგორითმი;

3. მართვის სისტემის ოპტომალური ფუნქციონირების ალგორითმის საფუძველზე, დამუშავდეს ცენტრალიზებული მართვის სისტემის მონაცემთა შეგროვების, ჩაწერისა და მონიტორინგის ცენტრის ოპერატორების მოქმედების ინსტრუქცია;

4. დამუშავდეს საზოგადოებრივი შენობა-ნაგებობების მოწყობილობა-დანადგარების ავტომატური მართვის სისტემის მონაცემთა შეგროვების, ჩაწერისა და მონიტორინგის სისტემების დონის, ევროპული სტანდარტის შესაბამისად შეფასების სტრუქტურა და სქემა.

დისერტაციის მიზანია : სადისერტაციო ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს საზოგადოებრივი შენობის ავტომატური მართვის და ტექნიკური მენეჯმენტის სისტემის ჩამოყალიბება მართვის ერთიან კონცეფციაში, ქვესისტემების უნქციონირების საფუძველზე და საიმფორმაციო ქსელის მოწყობა მართვის ერთიანი ალგორითმის საფუძველზე.

დასახული მიზნის მისაღწევად, სამუშაოში გადაწყვეტილია შემდეგი ამოცანები:

1. შექმნილია შენობის სხვადასხვა სისტემის მართვის საერთო კონცეფცია და ოპტომალური ფუნქციონირების ალგორითმი ავტომატური მართვისათვის.

2. შემუშავებულია შენობის მართვის სისტემაში გადაწყვეტილების მიღების ზოგადი ალგორითმი.

3. განახორციელებულია სხვადასხვა ქვესისტემების მნიშვნელოვანი ფაქტორების ანალიზი, რომლებიც გავლენას ახდენენ შენობის

მდგომარეობაზე და შექმნილია მონაცემთა შეგროვებისა და ჩაწერის (მონიტორინგის) სისტემა.

4. შემუშავებულია მონიტორინგის ცენტრის ოპერატორების მოქმედების ინსტრუქცია, რომელიც შეესაბამება შემუშავებულ ალგორითმს.

5. ცალკეული ქვესისტემების ფუნქციონირების ალგორითმების შემუშავება.

6. შემუშავდა ტროპიკულ მცენარეთა ორანჯერის მრავალპარამეტრული მართვის ავტომატური სისტემა

7. ევროპული სტანდარტის შესაბამისად შემუშავდა საზოგადოებრივი შენობების ავტომატიზაციის სისტემების დონის შეფასების სქემა.

შემოთავაზებული ცენტრალური მართვის სისტემის პრაქტიკული რეალიზაცია უზრუნველყოფს ელექტროტექნოლოგიური დანადგარებისა და მოწყობილობების მუშაობის საიმედოობის გაზრდას, შენობის უსაფრთხოების ამაღლებას, შენობის მნიშვნელოვანი ფაქტორების მონიტორინგის გამარტივებას, ელექტროტექნოლოგიური დანადგარებისა და ელექტრომომარაგების ქსელის ენერგეტიკული მაჩვენებლებისა და ენერგოეფექტურობის ამაღლებას.

ამრიგად, ნაშრომი ეძღვნება საზოგადოებრივი შენობის ქვესისტემების გაერთიანებას ერთიან მართვის სისტემაში ქვესისტემების საერთო მართვის ალგორითმის შემუშავებას.

Abstract

The work is dedicated to the use of programmable controllers in building-management systems.

It deals with the importance of energy efficiency and energy savings, examples of their practical use and the way to solve ecological problems.

Thesis objective is to create the premises for a variety of electrical and electronic technology to the central management system, which provides the electrical reliability of the work, building security, monitoring parameters smoother, power st Expects to raise energy efficiency and energetic parameters.

The work deals with the architecture of the maternity system on the basis of Schneider Electric. Schneider electric StruxureWare Building Operation WorkStation> Lane, ModBus, Ethernet> Local Automation (Automatic closet in which the controller and I / O modules are combined)> Sensors & Incursors> Building Engineering Systems.

It should be noted that the management of the modern microprocessor equipment based on individual electrical equipment and electrical engineering units (electrical lighting, ventilation, heating and air conditioning systems, crane-transport vehicles, etc.) By a self-contained group, an independent control subsystem that has no functional connection with each other. Because of this, there is a uniform agreement with the same building electrical equipment. As a result, it leads to worsening of energy indicators of power supply network and device equipment, reliability of workload and security breaches.

Based on the above, it is necessary to set up a centralized management system of buildings and facilities, which will simultaneously control individual parameters and working modes of a different functional functionality related to each building. In addition, technology will connect and ensure their mutually agreed automated control.

1. The central (unified) management system of all new equipment units, based on the examination of the work modes of individual automated management tools for electrical and electrical equipment and other electrical appliances in public-purpose buildings, have been developed.

2. The algorithms of the optimal functioning of individual automatic control subsystems and centralized management system have been developed;

3. Unified software collection and analysis of important factors of central management system of public-purpose buildings and facilities;

4. The synthesized general algorithm for making automatic system decision is developed based on systematic analysis and approach of important systems of different systems.

The purpose of the dissertation is to establish the automatic management of the public building and the management of the technical management system in a single management concept, based on function of subsystems and arrangement of the information network based on the unified algorithm of management.

In order to achieve the goal, the following tasks are solved:

1. The overall concept of management of the different building systems of the building and the algorithm for the automatic operation of the operating system is created.
2. A general algorithm for decision-making in the building management system has been developed.
3. Analysis of the important factors of various subsystems affecting the condition of the building and the data collection and recording (monitoring) system has been developed.
4. The instruction of the Monitoring Center Operators has been developed which corresponds to the developed algorithm.
5. Development of algorithms for functioning of individual subsystems.
6. Automatic system of multi-parameter management of tropical plants oranges
7. In accordance with the European standard, the design of the level of automation system of public buildings was developed.

შინაარსი

შესავალი	13
ლიტერატურის მიმოხილვა.....	18
თავი 1. შენობების ენერგოეფექტურობის გაზრდის მეთოდების ანალიზი. შენობების ავტომატიზაციის და ტექნიკური მენეჯმენტის სისტემების შეფასება ევროპული სტანდარტებით	26
1.1. ინტელექტუალური შენობა	30
1.2. შენობის მართვის სისტემა	31
1.3. შენობა–ნაგებობების ელექტრომოწყობილობების ციფრული მართვის საკითხები.....	35
1.4. მართვის ობიექტი	46
1.5. ავტომატური რეგულირების სისტემის კლასიფიკაცია ზემოქმედების ბრძანების სახეების მიხედვით	51
1.6. პროგრამირებადი კონტროლერების გამოყენებით შენობა – ნაგებობების ავტომატიზაციის სისტემის არქიტექტურა	59
1.7. ოპერატორი	60
თავი 2. ენერგოეფექტურობის მონიტორინგი. მრიცხველების მონიტორინგისა და ენერგომომხმარების ოპტიმიზაციის სისტემის შემუშავება და დანერგვა.....	64
თავი 3. გათბობა ვენტილაციის სისტემის ოპტიმალური რეგულირების ავტომატური სისტემის შემუშავება 100 000მ ² სავაჭრო ცენტრის და ბოტანიკური ბაღის ორანჟერეის მაგალითზე	69
3.1. სისტემაში გამოყენებული გადამწოდები (სენსორი)	71
3.2. სისტემაში გამოყენებული შემსრულებელი მექანიზმები (აქტუატორი)	74
3.5. სისტემის აღწერილობა.....	81
3.6. კომუნიკაცია	84

**თავი 4. შენობების სხვადასხვა დანიშნულების სისტემების გაერთიანება
ავტომატური რეგულირების და კონტროლის ერთიან სისტემაში
ენერგომომხმარებლის ოპტიმიზაციის მიზნით.....90**

4.1. შენობა–ნაგობობების ავტომატიზაციის სისტემებში გამოყენებული
პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერი (ავტომატიზაციის სერვერი)
და კომუნიკაციის მოდულები..... 91

4.2. კომუნიკაცია 94

4.3. ენტერპრაიზ (Enterprise) სერვერი 96

4.4. I/O მოდულები და ავტომატიზაციის სერვერი..... 97

დასკვნები.....104

გამოყენებული ლიტერატურა.....106

ცხრილების ნუსხა

	88.
ცხრილი 1. შენობების ენერგოეფექტურობის განსაზღვრა.....	28
ცხრილი 2. ავტომატიზაციის სისტემების (შას) ეფექტურობის კოეფიციენტები.....	29
ცხრილი 3. შმს სტრუქტურა.....	90

ნახაზების ნუსხა

83.

ნახ.1. რეგულირებადი გახსნილი სისტემა და ჩაკეტილი სისტემა.....	53
ნახ.2. ჰაერის ტემპერატურის რეგულირების კონტური კონდინციონერში.....	54
ნახ.3. პროპორციული რეგულირების გრეფიკი.....	55
ნახ.4. პროპორციული რეგულატორის სტუქ. სქემა და პროპორციული რეგულირების კანონი.....	56
ნახ.5. პიდ რეგულატორის სტრუქტურული სქემა და პიდ რეგულირების კანონი.....	58
ნახ.6. გარდამავალი პროცესი პიდ რეგულირებისას.....	58
ნახ.7. ავტომატიზაციის სისტემის სტრუქტურა.....	59
ნახ.8. გრაფიკული ედიტორი.....	61
ნახ.9. ჰაერის ტემპერატურის ცვლილების დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი ცოცხალ რეჟიმში.....	62
ნახ.10. სისტემის ლოგიკის ვიზუალური ჩანაწერი.....	63
ნახ.11. ელექტროენერგიის ავტომატური აღრიცხვის სისტემის სტრუქტურა.....	66
ნახ.12. მრიცხველების ჩვენებების სია.....	67
ნახ.13. სხვადასხვა სექტორში დამონტაჟებული მრიცხველების დანახარჯების შედარება.....	68
ნახ.14. ვენტ.აგრეგატის სქემატური ნახაზი.....	70
ნახ.15. კონტროლის ლოგიკა.....	76
ნახ.16. დროის გრაფა.....	79
ნახ.17. ორანჟერიის კლიმატის ავტომატური მართვის სქემა.....	83
ნახ.18. სისტემის ლოგიკა.....	88
ნახ.19. კონტროლერის(ავტომატიზაციის სერვერის) ვიზუალური და სქემატური ნახატი.....	95
ნახ.20. შემკვრელი და გადამრთველი კონტაქტებ.....	98

შესავალი

1970-იანი წლების ენერგეტიკულმა კრიზისმა დააფიქრა მსოფლიო თუ რა გზით უნდა განვითარებულიყო ენერგეტიკული სექტორი, რათა მსგავსი კრიზისული სიტუაცია შემდგომში აღარ განმეორებულიყო.

ამ პერიოდში, ფიზიკოსმა ამორი ლოვინსმა გამოაქვეყნა პუბლიკაცია, რომელშიც მოცემული იყო იდეა – სულ უფრო და უფრო მზარდი ენერგეტიკული მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად არა მარტო ენერგეტიკული ობიექტების სიმძლავრეების ზრდა უნდა განხილულიყო, არამედ ენერგო რესურებზე მოთხოვნილებების ეფექტური მართვაც.

ამ პერიოდიდან დღემდე ჩატარდა არა ერთი კვლევა და შემუშავდა მრავალი მეთოდოლოგია, რომელიც ხელს უწყობს ენერგოეფექტურობის განვითარებას.

ენერგოეფექტურობა წარმოების სექტორში უბრალოდ ნიშნავს იმავე რაოდენობის წარმოებას ნაკლები ენერგიის ხარჯვით, ან გაზრდილ წარმოებას ენერგიის იმავე დანახარჯით. რეალურად, მცირდება ერთეული პროდუქციის საწარმოებლად საჭირო ენერგიის რაოდენობა, რაც ზოგავს თანხებს.

იმ ქვეყნების უმრავლესობა, სადაც მსგავსი სისტემებია დანერგილი, რჩება ძალიან ენერგოინტენსიურ ქვეყნებად და მათი ენერგოინტენსიობა სამჯერ აღემატება ევროკავშირის ქვეყნების საშუალო დონეს (ე.ი. მათთვის საჭიროა სამჯერ მეტი ენერგია მშპ-ს ერთეულისთვის). ეს შეიძლება განპირობებული იყოს ქვეყნის ეკონომიკური სტრუქტურით, კერძოდ მაშინ, როდესაც ეკონომიკური საქმიანობა კონცენტრირებულია ენერგოინტენსიურ მომპოვებელ და მასთან დაკავშირებულ პროცესებთან (სამთო მრეწველობა და მეტალები, ქიმიური, ქაღალდის და ხის წარმოება და გადამუშავება, მინის წარმოება). მდგომარეობა შესაძლოა კიდევ უფრო დამძიმებული იყოს ენერგიაზე ადრე არსებული დაბალი ფასებით, რაც არ ქმნიდა ენერგიის დაზოგვის საჭიროებას. ეკონომიკის ყველა სექტორში

საუკეთესო პრაქტიკული სახელმძღვანელო ბიზნესის წარმოებისათვის საქართველოში ეკონომიკური გარდაქმნის სრულ დამკვიდრებას დრო სჭირდება და ბევრი საწარმო კვლავაც მუშაობს მოძველებული მოწყობილობებით და ტექნოლოგიებით (მათ არ გააჩნიათ ახალ მოწყობილობებში ინვესტირების რესურსები).

ენერგოფასების ზრდასთან დაკავშირებით, ინვესტიციები ენერგოეფექტურობაში იძლევა საწარმოების მოდერნიზირების და დანახარჯების კლების საშუალებას - ისინი შეიძლება ჩაითვალოს როგორც კომერციული ინიციატივები, რომელთა მიზანსაც წარმოადგენს საწარმოს შემოსავლიანობის შენარჩუნება. ამავე დროს, უფრო მეტი ყურადღება ექცევა საწარმოების ზეგავლენას გარემოზე არა მხოლოდ რეგულატორის ან გარემოს დაცვის ორგანიზაციების მხრიდან, არამედ ინვესტორების მიერ- ინვესტიციები ენერგოეფექტურობაში ამ ზეგავლენის შემცირების ვალდებულებების დემონსტრირებასახდენს.

საწარმოებისათვის, ინვესტიციებმა ენერგოეფექტურობაში შესაძლოა გამოიწვიოს:

- შემცირებული ენერგოდანახარჯები, რაც პირდაპირ გავლენას მოახდენს ფინანსურ შემოსავლებზე;
- ენერგოფასების ცვლილებებისადმი შემცირებული მგრძობელობა, რაც იძლევა უკეთესი დაგეგმვის საშუალებას;
- გაუმჯობესებული კონკურენტუნარიანობა, არა მხოლოდ მოკლევადიანი, როგორც ინვესტიციების პირდაპირი გამოძახილი, არამედ გრძელვადიანი - როგორც საწარმოს დანახარჯების სტრუქტურის ცვლილებების შედეგი;
- ხარისხის გაუმჯობესება და წარმოების გაზრდა, რაც წარმოქმნის გაზრდილ შემოსავლებს;
- CO₂-ის გამოყოფის შემცირება, კომპანიის რეპუტაციისა და გარემოს გაუმჯობესება.

უფრო ფართო სახის სარგებელი მიიღება ენერგოეფექტურობაში ინვესტირების შედეგად. ინვესტირებისა და სარგებლის მიმდებარეობის გაზრდილი ენერგოეფექტურობის შედეგად მიღწეული საოპერაციო დანახარჯების შემცირება, ჩვეულებრივ, საკმარისზე მეტია ნებისმიერი დანახარჯული ინვესტიციის უკან დაბრუნებისთვის, მაშინ როცა თვით ინვესტიცია გაზრდის კომპანიის ახლანდელ და მომავალ კონკურენტუნარიანობას. სესხის გამცემებისათვის ენერგოეფექტურობის შედეგად მიღწეული კარგად დოკუმენტირებული დანაზოგები უზრუნველყოფს უსაფრთხოების იმ ხარისხს, რაც საშუალებას მისცემს მათ შესთავაზონ უფრო კონკურენტული სესხები.

ენერგოეფექტური მოწყობილობების მიმწოდებლები ხვდებიან მზარდ ბაზარს, რაც ზრდის მათ შემოსავალს და შტატს, შესაბამისად ხდებიან ეკონომიკური განვითარების ხელშემწყობები. მცირდება ქვეყნის დამოკიდებულება იმპორტირებულ ენერგიაზე, ძლიერდება მიწოდების უსაფრთხოება და ხდება პოლიტიკის მიზნების დაკმაყოფილება. ნახშირბადის ნაკლები გამოყოფა და დაბინძურების დონის დაწვევა არგებს გარემოს.

საბინაო სექტორში ენერგოეფექტურობა ანუ ენერჯის დაზოგვა არის იმ ღონისძიებათა ერთობლიობა რომელთა განხორციელებაც საშუალებას გვაძლევს ნაკლები რაოდენობის ენერჯის მოხმარებით შევინარჩუნოთ ან გავაუმჯობესოთ საცხოვრებელი პირობები.

მნიშვნელოვანია ავღნიშნოთ, რომ ენერგოეფექტურობის გაუმჯობესება ჩვენს საცხოვრებელში არ ნიშნავს მხოლოდ კომფორტის გაუმჯობესებას, ეს ჩვენი გადასახადებისა და გარემოზე მავნე ზემოქმედების შემცირებაცაა. დღესდღეობით ენერგეტიკულ რესურსებზე მოთხოვნილების ზრდასთან ერთად მათი ფასებიც განუწყვეტლად იზრდება. თითოეული ოჯახის დანახარჯები ენერგეტიკულ უზრუნველყოფაზე, მომავალშიც ზრდის ტენდენციას შეინარჩუნებს და მძიმე ტვირთად დააწვება ოჯახის ბიუჯეტს.

სამეცნიერო სიახლე:

1. შეიქმნა საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობის პრინციპულად ახალი მართვის ერთიანი სისტემის ზოგადი კონცეფცია , რომელიც ითვალისწინებს მასში შემავალი ქვესისტემების გაერთიანებას, მათი ფუნქციონალური დანიშნულების შესაბამისად. ამავდროულად პირველად საქართველოში მოეწყო საზოგადოებრივი შენობის მონაცემთა შეგროვების და ანალიზის ერთიანი პროგრამული უზრუნველყოფა .

2. შემუშავდა ავტომატური სისტემის გადაწყვეტილების მიღების სინთეზირებული ზოგადი ალგორითმი რომელიც ეფუძვნება სხვადასხვა სისტემის მნიშვნელოვანი ფაქტორების, სისტემურ ანალიზ და მიდგომას;

3. განისაზღვრა შენობაში შემავალი მნიშვნელოვანი ფაქტორების სისტემური კლასიფიკაცია და ანალიზი მათი გავლენის სისტემის ფუნქციონირებაზე, ცალკეული ელემენტების გააუმჯობესების შესაძლებლობა და ქვესისტემების მდგომარეობის მონიტორინგი. მათი პროგრამული უზრუნველყოფის მორგება კონკრეტული ამოცანების გადასაწყვეტად.

სამუშაოს თეორიული მნიშვნელობა:

წარმოდგენილ ნაშრომში შემუშავდა პრინციპულად ახალი კონცეპცია და ქვესისტემების ფუნქციონირების ალგორითმი, ასევე როგორც გადაწყვეტილების მიღების პროცესში ავტომატური სისტემის ოპტიმიზაცია, მათ შორის მართვის ცენტრის ფუნქციონალური დატვირთვა. თეორიული მიღწევაა ასევე შენობის სტრატეგიული ტექნიკური მენეჯმენტი, ქვესისტემის მართვა ერთიანი ალგორითმის საშუალებით. ქვესისტემების ნაწილის კერძოდ კი გათბობის, ჰაერის ვენტილაციის და კონდიციონირების (HVAC) ინტეგრირება სახაძრო ვენტილაციის სისტემებთან, ერთიან მართვაში.

სამუშაოს პრაქტიკული მნიშვნელობა:

1.ნაშრომში მიღებული სისტემის რეალიზირებულია სავაჭრო ცენტრის ავტომატური მართვის სისტენმაში . კემოდ ერთ მართვის

სისტემაში და ერთი პროგრამული უზრუნველყოფით იმართება: სახანძრო კვამლის გაწოვის და ჰაერის დაწნევის , გათბობა, გაგრილების, ვენტილაციის, ელექტროენერჯის მონიტორინგის, ავტომატური ხანძარქრობის და განათების მართვის სისტემები.

2. დანერგილი შნეიდერ ელექტრიკის ახალი პროდუქტი-პროგრამური უზრუნველყოფა და შემუშავებული ქვესისტემების ერთიანი და ოპტიმალური მართვის ალგორითმი უზრუნველყოფს საზოგადოებრივი შენობის ვიზიტორთა კომფორტისა და უსაფრთხოების ამაღლებას.

დაცვაზე გამოტანილია:

1. ერთიანი მართვის სისტემის მიდგომის საფუძველზე ჩამოყალიბებული მართვის ფუნქციონირების ცნებები და ტექნოლოგიები.

2. მართვის ავტომატური სისტემის გადაწყვეტილების მიღების ზოგადი ალგორითმი.

3. მართვის დისპეტჩერიზაციის ცენტრში, სტრატეგიული კონტროლის ქვესისტემები,გათბობის, ვენტილაციისა და კონდიციონირებისთვის (HVAC) ქვესისტემების ავტომატური მართვის გაერთიანება სახანძრო ვენტილაციის სისტემებთან.

4. შენობა-ნაგებობის მდგომარეობის განსაზღვრის ფაქტორების კლასიფიკაცია ევროპული სტანდარტის შესაბამისად და მოქმედების შესაძლო ვარიანტების განსაზღვრა.

5. მონაცემთა შეგროვებისა და ჩაწერის (მონიტორინგის) ქვესისტემის სტრუქტურული სქემა და ტექნიკური უზრუნველყოფა.

ლიტერატურის მიმოხილვა

ამ ეტაპზე მეცნიერების და ტექნიკის განვითარების დონემ ამ მიმართულებით არ გვაძლევს საშუალებას ჩავატაროდ სრულყოფილი მიმოხილვა საქართველოში გამოქვეყნებული ლიტერატურის საშუალებით, ხოლო ამ მიმართულებით უცხოურ ლიტერატურაში წარმოდგენილია სამეცნიერო და კვლევითი სამუშაოების დიდი სპექტრი. ძირითადად ისინი დაკავშირებულია შენობების ავტომატური მართვის ტექნოლოგიებთან. კერძოდ ძირითად მიმართულებებს წარმოადგენს: შენობების სხვადასხვა დამოუკიდებელი სისტემის ინტეგრაცია [2, 5, 11], ქსელის რესტრუქტურისა [8, 21, 27] და სხვადასხვა ქვესისტემების მომსახურების ავტომატური მართვა, რომელიც მოიცავს HVAC მართვის სისტემას, განათების მართვის სისტემებს, ხანძარსაწინააღმდეგო სისტემებს (როგორც ავტომატური ხანძარქრობის ასევე სახანძრო სიგნალიზაციის და მაუწყებლობის სისტემებს), ლიფტების მართვის ავტომატურ სისტემებს, ვიდეომეთვალყურეობისა და უსაფრთხოების (დაცვის) სისტემებს [11,13] და ავტომატური მართვა განხილულია საკომუნიკაციო სისტემებისათვის [4].

ისტორიულად საზოგადოებრივი შენობების ავტომატიზაცია იწყება 1970-იანი წლების მეორე ნახევარსა და 1980-იანი წლების დასაწყისში. ავტომატური სისტემების პირველი თაობის ტოპოლოგია, როგორც წესი, შეიცავდა მინიატურულ კომპიუტერს მარტივი პერიფერიული პანელებით. ეს სისტემები გამოყენებული იყო მონიტორინგის ამოცანების შესასრულებლად და მართვის პროცესი პრიმიტიული იყო გაშვება - გაჩერების ტექნოლოგიის დონეზე . მიუხედავად იმისა, რომ ამ სისტემებს მართავდა პროგრამული უზრუნველყოფა, ეს პროგრამები იშვიათად მუშაობდა გამართულად და საიმედოდ. 1980-იან წლებში იწყება მთავარი ეტაპი ამ ტექნოლოგიების განვითარების მრავალსართულიანი შენობების მოცულობის მკვეთრ ზრდასთან. მაგალითად ავსტრალიაში 1985 წლიდან

1990 წლამდე, სადაც აქტიურად ინერგება ინტელექტუალური შენობის ტექნოლოგია .მათი შექმნისას შეიქმნა განაწილებული ციფრული კონტროლიერებიც. შეიქმნა ინტელექტუალური ქსელის უსაფრთხოების კონტროლის სისტემები. 1986 წლიდან, ინტელექტუალური კონტროლერები მართავდენ კონდიციონერებს. 90-იან წლებში ეტაპობრივად უმჯობესდებოდა სისტემის ელემენტური ბაზა,შენობის მართვის და უსაფრთხოების კუთხით, აგრეთვე მასთან დაკავშირებული სისტემები. პერსონალური კომპიუტერები თანდათან ცვლიან მინიკომპიუტერებს ხოლო ციფრული კონტროლერი საგრძნობლად გაუმჯობესდა და გაფართოვდა მისი მეხსიერების მოცულობა და საკომუნიკაციო ინტერფეისი. ამჟამად ექსპერტების აზრით, ინტელექტუალური შენობების მართვის სისტემების ბაზრის 20% -ზე მეტს იკავებს იაპონია და რამდენიმე სხვა აზიური სახელმწიფო, არაუმეტეს 25% ჩრდილოეთ ამერიკაში და 40% -ზე მეტი ევროპის ქვეყნებში [8-9] .

Navigant Research Blogო კომპანიის კვლევის თანახმად, დღეს შენობების მართვის ავტომატიზაციის ბაზრის მოცულობა წელიწადში 75 მილიარდ დოლარს შეადგენს [22.33].

შენობების ავტომატიზაციის ტექნოლოგიებში მიღწევები და, კერძოდ, მათი ენერგოეფექტურობის ამაღლება ბუნებრივად ზრდის მოთხოვნას ავტომატიზაციის სისტემებზე შენობის მართვისას. შედეგად, Pike Research- ის შეფასებით, შენობის ავტომატიზაციის სისტემების ბაზარი 2021 წელს \$ 146 მილიარდამდე გაიზრდება - თითქმის ორმაგი მიმდინარე მნიშვნელობისა [33]. ამ ზრდის დიდი წილი განპირობებულია ჩინეთში ინტენსიური სამშენებლო ბუმით, სადაც ყოველწლიურად დაახლოებით 2 მილიარდი კვადრატული მეტრი ახალი სივრცე ემატება. ამ საცხოვრებელი ფართის უმრავლესობა აღჭურვილია ინტეგრირებული კომპლექსური საკონტროლო ელემენტებით,გათვლილი მათი ექსპლუატაციის ხანგრძლივი პერიოდისთვის. ამავე დროს, ყველაზე სწრაფი ზრდის მიმართულებები იქნება ენერგოეფექტურობისადმი დამოკიდებულება.

მიმდინარე ტენდენცია ამ ავტომატური სისტემების მოწყობილობების გაიაფებისა და მათი მართვის გამარტივება, რაც საშუალებას გვაძლევს ვთქვათ, რომ ახალი თაობების ინტელექტუალურ შენობებში, ეს მოწყობილობები მოიცავენ ენერგოეფექტურობის თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია შენობის აბსოლუტურად ყველა ელემენტს.

ტექნოლოგიურად ავტომატურად მართვადი შენობა იქმნება და ორგანიზებულია სხვაგვარად, ვიდრე ჩვეულებრივი შენობა. პირველ რიგში, ინტელექტუალური ტექნოლოგიები ხასიათდება იერარქიული წარმოდგენით და სისტემური ინტეგრაციით [11,14,31].

ინტეგრაცია, როგორც აღნიშნავენ თავის შრომაში [20] ბრედშოუ და მილერი, არის საფუძველი ხარისხის უზრუნველსაყოფად, რათა შეიქმნას პროდუქტიული და ეფექტური გარემო, რომელშიც რეალიზირებულია ასეთი შესაძლებლობები და ტექნოლოგიები როგორც ფუნქციონალობა, უსაფრთხოება, თერმული, აკუსტიკური ვიზუალური კომფორტი, ჰაერის ხარისხის კონტროლი და ზოგადად შენობის მთლიანობა". კარლინის თანახმად [23,24], არკინის და ფაისიუკუს თანახმად [9], ბევრი ინტელექტუალური-სისტემური ინტეგრაციის სამ დონეს მოიცავს:

- ზედა დონე, რომელიც განიხილება შენობის ნორმალური და საგანგებო ფუნქციონირების სხვადასხვა ფუნქციების განხორციელების თვალსაზრისით, ასევე საკომუნიკაციო ქსელის სამართავად ;

- შუალედური შენობის ავტომატიზაციის სისტემით BMS, ენერგომომხმარების მენეჯმენტის სისტემებში (TMS), კომუნიკაციების მართვის სისტემების დახმარებით, რომლებიც ინტელექტუალური შენობის ქვესისტემების კონტროლს და კოორდინაციას ახდენენ. BMS პირველ რიგში, პასუხისმგებელია ინტელექტუალური შენობის ინტეგრირებული სისტემის ფუნქციებზე, ასევე ერთი ტიპის ქვესისტემების მართვის ჯგუფების ფუნქციებში, მაგალითად, ელექტროენერგიის უზრუნველყოფის ქვესისტემები.

–ქვედა დონე, რომელიც მოიცავს კონკრეტულ ქვესისტემებს, მათ შორის HVAC, განათების მართვა, ხანძარსაწინააღმდეგო სისტემა, ვერტიკალური ტრანსპორტი, ვიდეომეთვალყურეობა უსაფრთხოება და კავშირგაბმულობა.

გარდა ამისა, ავტომატურად მართვადი შენობა უზრუნველყოფს ქვესისტემების ელემენტების ურთიერთქმედებასა და ინტეგრაციას. სისტემური ინტეგრაცია არის პროცესი "სისტემების გაერთიანების ერთ მთლიანში, ერთიანი არქიტექტურის ფარგლებში, ასე რომ ერდროულად უზრუნველყონ ქვესისტემების დამოუკიდებელი ფუნქციონირება და ამავდროულად ქვესისტემების სპეციფიური პრობლემების გადაჭრა ხდებოდეს ერთიან ინტეგრირებულ გარემოში". არკინმა და პასიუკმა შრომაში [9] წარმოადგინეს წინადადება ინტელექტუალური შენობის ეფექტური ფუნქციონირების სტრუქტურის გართულების ხარჯზე და შენობის სხვადასხვა სისტემის ინტეგრაციის გზით. ავტომატურად მართვად სისტემებში ინტეგრაციის ძირითადი პრინციპები და მეთოდების მაგალითები მოცემულია [25] მაგალითად:

- სახანძრო სიგნალიზაცია მიზანშეწონილია მისი ინტეგრაცია სხვა სისტემები, როგორცაა HVAC, განათება, უსაფრთხოების, ელექტრომომარაგება. ამ თვალსაზრისით სახანძრო უსაფრთხოების სისტემა და HVAC სისტემა შეიძლება იყენებს ინტეგრირებული ერთ სისტემაში რათა გამოირიცხოს სუფთა ჰაერის მიწოდება ხანძრის კერაში და კვამლის გაწოვის უზრუნველყოფა და აგრეთვე ხანძრის ზონაში ელექტროენერჯის გათიშვა.

–ვერტიკალური ტრანსპორტის სისტემის ურთიერთქმედებს სახანძრო სიგნალიზაციის სისტემასთან და უსაფრთხოების სისტემასთან, რათა დადგინდეს მომუშავე ლიფტების რაოდენობა მათი საევაკუაციო სართულზე დაშვების და გაჩერების აუცილებლობა;

- სახანძრო სიგნალიზაციის სისტემა ინტეგრირებული უნდა იყოს უსაფრთხოების სისტემებთან, რათა მაგალითად გახსნას ჩაკეტილი კარები სახანძრო განგაშის პირობებში.

- უსაფრთხოების სისტემა უნდა იყოს interfaced with განათების სისტემა და HVAC საქვეუწყებო სისტემა, რათა განისაზღვროს განათების სისტემის ინდივიდუალური ფრაგმენტების გააქტიურება / გამორთვა კონკრეტულ ოთახებში;

- დისპეტჩერიზაციის საკონტროლო ცენტრი უნდა იყოს ინტეგრირებული შენობის მართვის ბმს–თან.

ივანოვიჩმა განიხილა მიმდინარე კვლევა ინტელექტუალური შენობების ტექნოლოგიების შესახებ . თანამედროვე კვლევებში განხორციელდა პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავების, რომლის მიზნია შენობის მდგომარეობისა და მისი ქვესისტემების მონიტორინგი ავტომატური დიაგნოსტიკური საშუალებების გამოყენებით, ნეირონული ქსელების, ფაზური ლოგიკისა და ხელოვნური ინტელექტის პროგრამების გამოყენებით პრობლემების გამოვლენის მიზნით შექმნილი ტექნოლოგიების საფუძველზე.

IEA კვლევის პროგრამა BSC (IEA BSC), რომელშიც მონაწილეობას 10–ზე მეტი უნივერსიტეტი და სხვადასხვა კვლევითი ინსტიტუტები, რომლებმაც წარმოადგინეს ვრცელი კვლევის მეთოდოლოგია, სტრატეგია, გამოვლენისა და დიაგნოსტიკის ტექნოლოგიების HVAC სისტემებში [33, 14]. მრავალი კვლევა მიძღვნილია ავტომატური მართვის მეთოდების შემუშავებას რომელიც შეიძლება იქნას გამოყენებული თანამედროვე შენობის მართვის სისტემები, რათა გაუმჯობესდეს მათი ენერგომოხმარება და გარემოს დაცვის ეფექტურობის ამაღლება შენობაში[9]. დღეს იზრდება მკვლევართა ყურადღება უკაბელო ტექნოლოგიების და ქსელური სისტემებისადმი [18].

დიდი ყურადღება ეთმობა ენერგომოხმარების ეფექტურობის შეფასების მეთოდოლოგიას. გარდა კვლევებისა ინტელექტუალური

ტექნოლოგიების განვითარების მიმართულებით, მიძღვნილია მრავალი შრომა ინტელექტუალური შენობის ელემენტების შეფასების და მათი ფუნქციონირების შესახებ.

მაგალითად სერაფეიმიდისმა [8] განიხილა შეფასების პროცესი, როგორც უკუკავშირის მექანიზმი, რომელიც ხელს შეუწყობს მართვის სისტემის განვითარებას, ხოლო ავტორები [17] თვლიან რომ შეფასების პროცესი ნაკლებად მნიშვნელოვანია, თუ გავითვალისწინებთ, რომ, როგორც "რიგი დონისძიებები, მათ შორის გაგება გაზომვა და შეფასება" , რომელიც მხოლოდ შენობის მდგომარეობის დახასიათებას ეხება.

ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესია ეფექტურობის შეფასების განსაზღვრა რომელსაც უნდა ჰქონდეს დინამიური უკუკავშირი, ყველა ქვესისტემასთან, რათა უზრუნველყოს, სათანადო პირობების შემდგომი გაუმჯობესების და განვითარების შენობის კონტროლის და მართვის სისტემები. ინტელექტუალური შენობის მუშაობის ანალიზის შეფასების სხვადასხვა მოდელები შემუშავდა [9, 7,]. პრეისერმა და შრამმა შეიმუშავეს შენობის ყველა სისტემის შეფასების მოდელი, რომელიც დაფუძნებულია შენობის ინტრაქტიულ წარმადობაზე.

პეისერმა შეიმუშავა "პოსტ-დატვირთვის შეფასების მოდელი (POZOM)", რათა დადგინდეს რა დონეზეა განვითარებული შენობა დაზვერვის შენობა. POZOM პროცესის მოდელი როგორც წესი, ხორციელდება სამ ეტაპად:

პირველი ეტაპი: მონაცემთა შეგროვების პროცედურების ჩამოყალიბება კონცეპტუალურ დონეზე;

მეორე ეტაპი: შენობების ინტელექტუალურობის დონის შეფასების დროს სავსე კვლევებში შეფასების ინსტრუმენტების გამოყენება და ტესტირება;

მესამე ეტაპი: შეგროვებული მონაცემების შედარებითი ანალიზი, რეკომენდაციები და წინადადებები მონაცემთა შეგროვების მოწყობილობების გამოყენების შესახებ.

ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მეთოდია 1995წ. შემუშავებული მეთოდი DEGW. DEGW მეთოდი ეფუძნება "შეფასების მეთოდი შენობის IQ –თი" და "შენობის ხარისხის შეფასების". მეთოდი იყენებს ფაქტორების ხუთ კატეგორიას, კომბინირებული წარმოების საერთო შეფასებით, არკინი და პაციუკი [9] წარმოადგინეს ინდექსი "მნიშვნელობა სისტემების ინტეგრაციის" და მისი შეფასების მეთოდი.

2012 წელს, ინტელექტუალური შენობების აზიურმა ინსტიტუტმა [30] შეიმუშავა რაოდენობრივი მეთოდი შენობის ინტელექტუალური ინდექსის შეფასებისას. ამ მეთოდოლოგიის მიხედვით, ინდივიდუალური ინდექსი ფორმირდება ცხრა ცალკეული ინდიკატორების საფუძველზე, რომლებიც დაკავშირებულია ინტელექტუალური შენობის ინდივიდუალურ მოდულებთან, ასევე გარემოსა და ხარისხის სხვადასხვა ასპექტებთან. თითოეული მაჩვენებელი აღწერილია რიცხვით 1-დან 100-მდე დიაპაზონში. შენობის საერთო ინტელექტუალური შესრულების დონის შეფასების მიხედვით, ავტორები შგთავაზებენ ალფავიტის მიხედვით A-დან E-მდე.

ამ მეთოდოლოგიის ხარვეზებზე მიუთითებს ვონგი, კერძოდ:

- შეუსაბამობა გათვლილი ინდიკატორის საბოლოო შეფასებასა და ადამიანის აზროვნების საფუძველზე ინტუიციურად ჩამოყალიბებულ შეფასებას შორის;

- ინტელექტუალური შენობის თითოეულ ინდივიდუალური პროექტის ელემენტების მნიშვნელობას ან პრიორიტეტებზე შეფასებისას შეუსაბამობა;

- მნიშვნელოვანი ელემენტები არ იმსახურებენ საკმარის ყურადღებას, ნაკლებად მნიშვნელოვანი ელემენტები იგნორირებულია;

შეფასების მეთოდი არ შეიცავს თვითშემეცნების სწავლების ან გაუმჯობესების პროცედურებს, მონაცემების დაგროვების შედეგად და არ გააჩნია განვითარების მექანიზმები;

- პრიმიტიული მიდგომა ორობითი (ბინარული) შეფასებისათვის, რადგან შენობის ელემენტების ორობითი აღწერა ვერ უზრუნველყოფს სათანადო პირობებს შენობის ინტელექტის დონის ადეკვატური შეფასებისათვის.

ამავდროულად ვონგს [30] შემოთავაზებული აქვს კრიტერიუმები ეფექტური შეფასების მოდელის შესაქმნელად, რომელიც ეფუძნება შემდეგ დებულებებს:

- სისტემის ელემენტების დაბალანსებული ურთიერთობების შენარჩუნება, მნიშვნელოვანი კომპონენტების გამოყოფა, მაგრამ ამავე დროს არ იგნორირება ნაკლებად მნიშვნელოვანი ელემენტები;

- მოდელში შემთხვევითი და სუბიექტური გადაწყვეტილებების მინიმიზაცია;

- სასარგებლოა თეორიის აქტიური გამოყენება შენობის ქვესისტემებთან მიმართებაში რომლებიც მოიცავს ყველა კომპონენტისა და შეფასების დონის შეფასებას, ინტელექტუალური შენობის ზოგადი ინდექსის შექმნის მიზნით სისტემურ საფუძველზე ელემენტების, ატრიბუტებისა და მათი გაერთიანების "წონასწორობა";

- თვითშემეცნების სწავლების მექანიზმების არსებობა და დინამიურ რეჟიმში განახლება.

ამ მიმართულებით კვლევები მიმდინარეობს მოდელების შემუშავების ეფექტურობის შეფასებისას, რომელიც შეიძლება აკმაყოფილებდეს ზემოხსენებულ კრიტერიუმებს.

დასკვნის სახით შეიძლება აღვნიშნოთ, რომ სამეცნიერო კვლევის ლიტერატურის მიმოხილვა გვიჩვენებს, რომ კვლევითი საქმიანობა მიმდინარეობს კვლევის ორი მიმართულებით: 1. მოწინავე ინოვაციური ტექნოლოგიები; 2. ეფექტურობის ანალიზი.

თავი 1.

შენობების ენერგოეფექტურობის გაზრდის მეთოდების ანალიზი.

შენობების ავტომატიზაციის და ტექნიკური მენეჯმენტის

სისტემების შეფასება ევროპული სტანდარტებით

ბოლო 10 წლის მანძილზე ევროპული საბჭოს მიერ შემუშავებულია და მიღებულია მთელი რიგი ნორმატიული დოკუმენტი ენერგოეფექტურობის თემაზე:

1. 2002/91/ეს 16.12.2002 წ დირექტივა „შენობების ენერგეტიკული ეფექტურობა“ ხშირად უწოდებენ EPBD ”directive on the energy performance of building“
2. კიოტის პროტოკოლის მოთხოვნების შესაბამისად 2012 წლისათვის 1990წ შედარებით ნახშიროჟანგის გამოყოფა უნდა შემცირდეს 8%, ენერგოეფექტურობის და განახლებადი ენერჯის წყაროების გამოყენების გზით.
3. კომუნიკე 545 ევროპული კომისიის 19. 10. 2006 „ ენერგეტიკული ეფექტურობის ამაღლების სამოქმედო გეგმა: სტრატეგიული დეტალიზირებული და ხანგრძლივი ხასიათის დოკუმენტი რომელიც მოიცავს 75-ენერგოეფექტურობის ამაღლების საკვანძო საშუალებას.

ამ დოკუმენტებში ნაჩვენებია, რომ პრიორიტეტულია ახალი ენერგეტიკული სტანდარტების დანერგვა, ენერგოაუდიტის ღონიზმიების გაძლიერება ელექტროენერჯის გენერაციის ეფექტურობის ამაღლება და ინტელექტუალური ქსელების განვითარება.

ზოგადად შენობების ენერგოეფექტურობის მახასიათებლები უნდა ანგარიშდებოდეს შემუშავებული მეთოდოლოგიის თანახმად, რომელიც ეფუძნება დამახასიათებელ რეგიონალურ და ნაციონალურ სპეციფიკას.

ენერგოეფექტურობის ანგარიშის დროს გამოიყენება სხვადასხვა მეთოდები, მაგალითად: იმიტაციური მოდელირება, ტესტირება, მონაცემების სტატისტიკური დამუშავება და ა.შ. ამ მეთოდოლოგიის კლასიფიკაცია მოცემულია ევროპული პარლამენტის დირექტივაში 2009/125/EC 21.10.2009. ამ დოკუმენტში ასევე მოცემულია ნაწარმის წარმოებისას ეკოლოგიური დიზაინის მოთხოვნები რომლებიც დაკავშირებულია ენერგომომხმარებასთან. მარკირებაში მოცემული ინფორმაციის შესახებ მოთხოვნები განისაზღვრება დოკუმენტში 2010/30/ეს 19.05.2010 ენერგის და სხვა რესურსების მოხმარების თაობაზე.

2002/91/EC ევროკომისიის დირექტივის მთავარი ამოცანაა შენობის ენერგოეფექტურობის სერტიფიკატის არსებობა რომელშიც დეტალურად აღწერილია ენერგომომხმარებლები და ეკონომიის პოტენციური შესაძლებლობის ანალიზი.

დირექტივა რეგლამენტირებულია სტანდარტით EN 15232. ევროპული კავშირის მიდგომა მდგომარეობს იმაშიც, რომ სახელმწიფო სექტორი უნდა გახდეს მაგალითი ენერგოეფექტურობაში უფრო ამბიციური გეგმების განხორციელებისა, ენერგოეფექტურობის ამაღლების. ჩვენს ქვეყანაში ამ მეტად მნიშვნელოვან საკითხს ექცევა ნაკლები ყურადღება, ხოლო დღევანდელი მდგომარეობის გათვალისწინებით უნდა დაწესდეს ახლად აშენებული შენობების ენერგოეფექტურობის სერტიფიკატის აუცილებლობა, მითუმეტეს იმ შენობებში სადაც მაღალია საზოგადოებრივი მოძრაობა. შენობების ენერგეტიკული ეფექტურობის სერტიფიკატი უნდა შეიცავდეს სრულ ინფორმაციას ენერგეტიკული მახასიათებლების შესახებ, ტექნიკური სისტემების ეფექტურობაზე და მართვის სისტემის სრულყოფაზე.

საერთაშორისო ტერმინოლოგიაში და ზემოთ აღნიშნულ ევროპულ სტანდარტში EN 15232 გამოყენებულია შემდეგი ტერმინები TBM - შენობების ტექნიკური მართვა, BACS - შენობების მართვის და ავტომატიზაციის სისტემა.

ზოგადად ევროპული სტანდარტის 15232 თანახმად შენობები, მათი მართვის ავტომატური სისტემების ეფექტურობის თვალსაზრისით, იყოფა ოთხ ძირითად კლასად:

D) შენობები რომლებშიც არარის გამოყენებული მართვის და ავტომატიზაციის სისტემები BACS ენერგოეფექტურობის სამართავად.

C) შენობები რომლებშიც გამოყენებულია გამარტივებული BACS-ის სისტემები

B) შენობები რომლებშიც გამოყენებულია BACS-ის თანამედროვე სრულყოფილი სისტემები და არის რამოდენიმე განსაზღვრული TBM -ს ფუნქცია.

A) შენობები რომლებშიც გამოყენებულია მაღალეფექტური BACS და TBM. ნორმატიულ დოკუმენტებში მიღებულია რამოდენიმე BACS და TBM სისტემების ეფექტურობის განსაზღვრის მეთოდი, მაგრამ საერთო სხვადასხვა სტანდარტისათვის შემდეგია:

ცხრილი 1. შენობების ენერგოეფექტურობის განსაზღვრა

		კლასის განსაზღვრა							
		საცხოვრებელი				არასაცხოვრებელი			
		D	C	B	A	D	C	B	A
შას									
სათავსოში ტემპერატურის კონტროლი									
0	ავტომატური რეგულირების გარეშე								
1	ცენტრალური ავტომატური რეგულირება								
2	ინდივიდუალური ავტომატური რეგულირება ოთახის კონტროლერებით								
3	ინდივიდუალური ოთახების რეგულირება კომუნიკაციით ცენტრალურ სერვერთან								
4	ინდივიდუალური ოთახების რეგულირება ინტეგრირებული მოთხოვნის შესაბამისად (ადამიანის ყოფნა-არყოფნა, ჰაერის ხარისხი და ა.შ.)								
თბომატარებლის ტემპერატურის კონტროლი (პირდაპირი უკუმიმართული)									
0	ავტომატური რეგულირების გარეშე								
1	გარე ჰაერის ტემპერატურის მიხედვით რეგულირება								
2	ოთახის ტემპერატურის მიხედვით რეგულირება								

ევროკავშირის ქვეყნებში თუ ადგილობრივი ხელისუფლებას არ აქვს დამატებითი მოთხოვნები, საზოგადოებრივი თავშეყრის შენობების მინიმალური დონე ავტომატიზაციის და ტექნიკური მენეჯმენტის კუთხით უნდა შეესაბამებოდეს კლასს C.

სტანდარტ EN 15232 თანახმად შენობების ავტომატიზაციის სისტემების (შას) ეფექტურობის კოეფიციენტები.

ცხრილი 2. ავტომატიზაციის სისტემების (შას) ეფექტურობის კოეფიციენტები

შენობის კლასი	თბური ენერგია				ელექტრული ენერგია			
	D	C	B	A	D	C	B	A
ოფისები	1,51	1	0,80	0,70	1,10	1	0,93	0,87
სააქტო დარბაზები	1,24	1	0,75	0,50	1,06	1	0,94	0,89
სასწავლებლები	1,20	1	0,88	0,80	1,07	1	0,93	0,86
საავადმყოფოები	1,31	1	0,91	0,86	1,05	1	0,98	0,96
სასტუმროები	1,31	1	0,85	0,68	1,07	1	0,95	0,90
რესტორნები	1,23	1	0,77	0,68	1,04	1	0,96	0,92
სავაჭრო ცენტრები	1,56	1	0,73	0,60	1,08	1	0,95	0,91
საცხოვრებელი სახლები	1,10	1	0,88	0,81	1,08	1	0,93	0,92

მსოფლიოში ტექნოლოგიური მიღწევები განაპირობებს ენერჯის დაზოგვის და მართვის მეტ მოთხოვნას და კონტროლს. იზრდება ქალაქები და მათთან ერთად ტექნოლოგიური გამოწვევები, რაც გულისხმობს მეტ მოთხოვნას ინფრასტრუქტურაზე, აქცენტს მობილურობასა და სისწრაფეზე, გაზრდილი ენერჯის მოთხოვნის ვიწრო ეკონომიკურ ზღვრებში მოქცევას და რაც ყველაზე მთავარია, გარემოს დაბინძურების მაქსიმალურად შემცირებას.

გარემოს დაბინძურების ზრდამ და გაზრდილმა მოთხოვნებმა ელექტრო ენერჯის და სხვა ენერგო წყაროების მიმართ , აიძულა მრავალი კომპანია, რომ დაფიქრებულიყო მომავალზე რომელშიც გარემოზე ზრუნვა აუცილებელი იყო.

ამ კომპანიებს შორის ყველაზე დიდი როლი ითამაშა Schneider Electric-მა და მისმა კონცეფციამ - EcoStruxure.

EcoStruxure (ეკოსტრუქტურა) არის იდეა რომელიც აერთიანებს ყველა სისტემას ერთ სივრცეში, რასაც ენერგოეფექტურობა და გარემოს გადარჩენა ქვია.

მთელი სტრატეგიის სიმარტივე და ძალა მდგომარეობს იმაში, რომ შემცირდეს გამოყენებული ენერგიის რაოდენობა და შედეგი მივიღოთ იგივე ხოლო შემცირებული ენერგია პირდაპირ პროპორციულია გარემოს მიმართ ზიანის შემცირების. შედეგი მიიღწევა მარტივი ოთხი საფეხურისგან:

- გაზომვა
- არსებული სისტემის შეკეთება შემოწმება
- ავტომატიზაციის მეშვეობით ენერგო მოხმარების ოპტიმიზირება
- მონიტორინგი, გამართვა, გაუმჯობესება.

EcoStruxure მოიცავს ყველაფერს თავის თავში

- ენერგიის მართვა (დენი, წყალი, გაზი, ჰაერი)
- ყველანაირი ინფორმაციის აღრიცხვა და მისი კონვერტაცია დროში და ფინანსებში
- IT ოთახების მართვა
- გათვალისწინებული როგორც საწარმო ასევე საყოფაცხოვრებო შენობებზე
- უსაფრთხოების მართვა

1.1. ინტელექტუალური შენობა

სანამ განვიხილავთ შენობის ავტომატიზაციის მაგალითებს და ტექნოლოგიებს, რომლებიც გამოყენებულია მათ მართვაში, სჯობს ცოტა

ხნით შევჩერდეთ კონცეფციაზე. იგი მოხსენიებულია ტერმინით-“ინტელექტუალური შენობა”.

რამოდენიმე სიტყვით ეს არის მიღებული ინფორმაციის და კომუნიკაციური ტექნოლოგიების დაკავშირება მექანიკურ, ელექტრო და ციფრულ ხელსაწყო-დანადგარებთან, რაც საბოლოო ჯამში გვაძლევს ჰარმონიულ, ინტელექტუალურ და ენერგოეფექტურ შენობას.

ჭკვიანი სახლი ანუ ინტელექტუალური შენობა ეს არის დაცვის სისტემების, განათების, კლიმატკონტროლის, კომპიუტერული სისტემის ერთ პროგრამაში მოქცევა და მარტივი ინტერფეისის მეშვეობით ყველა მომხმარებელზე მორგება.

აქ პრიორიტეტულობა ენიჭება მომხმარებლის მოთხოვნებს და შესაბამისად ყალიბდება მისი შენობის ფუნქციურობა, მაქსიმალური კომფორტით და სრული ავტომატიზაციის საშუალებით.

დღევანდელ დღეს ინტელექტუალური შენობა არ არის უბრალოდ მომავალი ეს უკვე დღევანდელი დღეა რომელიც არა თუ მხოლოდ კომფორტი და დამატებითი უსაფრთხოებაა, არამედ ის უკვე საჭიროც გახდა ყოველდღიური მნიშვნელოვანი ცხოვრებისეული დეტალებისთვის. ამაზე კარგად მეტყველებს გიგანტი კომპანიების (Google, Apple, Schneider Electric და სხვა) მიერ ჩადებული მილიარდობით დოლარის ოდენობის ინვესტიციები ინტელექტუალური შენობის განვითარება - წინ წამოწევისთვის.

1.2. შენობის მართვის სისტემა

აღწერა, კომპონენტები. შენობის მართვის სისტემა (შმს) წარმოადგენს შენობაში დამონტაჟებულ კომპიუტერულ მართვის სისტემას, რომელიც მონიტორინგს უწევს შენობის მექანიკურ და ელექტრომოწყობილობას

(ვენტილაციის, განათების, ენერგეტიკული და უსაფრთხოების სიტემების ჩათვლით). შმს ძალიან მნიშვნელოვანია შენობის ენერგომოთხოვნების მართვისათვის, რადგანაც მათთან მიერთებული სისტემები ჩვეულებრივ მოიხმარენ შენობის ენერგომოხმარების 40%-ს (ან 70%-ს, განთების ჩათვლით). შესაძლებელია შმს-ს მიერთება სხვა უსაფრთხოების სიტემების (როგორც არის ვიდუო თვალთვალის ჩაკეტილი სისტემა და მოძრაობის დეტექტორის სისტემები) კონტროლთან, სახანძრო განგაშის და ლიფტების სისტემასთან.

არსებობს შმს-ს მართვის სამი ძირითადი ტიპი:

- დროის მიხედვით მართვა - აღნიშნული სისტემის სირთულე იცვლება მარტივი 24 საათიანი ჩართვა/გამორთვის ტაიმერებიდან უფრო რთული, 7 დღის ტაიმერებამდე. არსებული დროის მიხედვით მართვის გაუმჯობესება უკეთესად უზრუნველყოფს ყოველდღიურ და ყოველკვირეულ ჩართვა/გამორთვის მოთხოვნას და შედეგად, მნიშვნელოვნად იზოგება ენერგია.
- ხალხის დატვირთულობით მართვა - შენობის სერვისები შეიძლება შეიცვალოს პერსონალის სამუშაო დროის შეცვლის შესაბამისად. მაგალითად პერიოდულად დატვირთულ ადგილებში შესაძლებელია განათების საჭიროების გარეშე დატოვება. ეს ადგილებია, რომელთა მომსახურებაც შესაძლებელია უფრო უკეთ განხორციელდეს საკონტროლო აპარატურის გამოყენებით, რომელიც გამორთავს შუქს თუ იქ არავინ არ არის. ადამიანებით დატვირთულობის მიხედვით.

ენერგოეფექტურობა

- დეტექტორები გამოიყენება ისეთი მომსახურების სწრაფი რეაგირებისათვის, როგორც არის განათება, ტენიანობა, ტემპერატურა და სხვა. უფრო იშვიათად გამოიყენება ნელი საპასუხო სერვისისათვის, როგორც არის გათბობა და გაგრილება მთელ შენობაში.
- პირობების შესაბამისად კონტროლირებადი - შენობის მომსახურების მართვა შესაძლებელია ბუნებრივი პირობებით, როგორც არის

ტემპერატურა (გათბობის, გაგრილების და სავენტილაციო სისტემებისათვის), დღის განათებით (განათების და სიბნელის სისტემებისათვის), ტენიანობით (სავენტილაციო და ჰაერის კონდიციონერების სისტემებისათვის) და ნახშირორჟანგის დონეებითაც კი (სავენტილაციო სისტემებისათვის).

- შიდა ტემპერატურა, პოტენციური ენერგოდაზოგვები, 6 სთ-ზე დაყენებული ჩამრთველი.
- დროის რელეს შედარება ოპტიმალურ დროის კონტროლთან.
- შმს - ცენტრალური კომპიუტერით კონტროლირებადი სისტემაა, რომელიც ასრულებს სამ ძირითად ოპერაციას: მართვა, მონიტორინგი და ოპტიმიზაცია.
- შმს მოიცავს ტექნიკური უზრუნველყოფის საშუალებებს (სენსორები, ამძრავი და კონტროლერები) და პროგრამული უზრუნველყოფის ელემენტებს.

შმს-ს ტექნიკური უზრუნველყოფის საშუალებების ძირითადი კომპონენტებია:

- სენსორები: გადასცემს სისტემას ინფორმაციას გარემომცველ გარემოზე. არსებობს სენსორების სამი ძირითადი ტიპი:
- ციფრული შემყვანები - გვიჩვენოს საქვაზე ჩართულია თუ გამორთულია, ან ტუმბო მუშაობს თუ გამორთულია. ეს სენსორები უწყვენ მონიტორინგს ნებისმიერი ორი პოზიციის მქონე აგრეგატს;
- ანალოგური შემყვანები - უზრუნველყოფს ინფორმაციის შეტანას ტემპერატურის, ტენიანობის და განათების დონეების ინდიკატორებზე, რომლებიც წარმოაჩენენ სიდიდეებს გარკვეულ დიაპაზონში;
- იმპულსური შემყვანები - მოქმედებენ როგორც მთვლელები, როლებიც ძირითადად წარმოადგენენ ინფორმაციას მოხმარების თაობაზე მრიცხველებისა და მსგავსი მოწყობილობების ინტრფეისის საშუალებით.

- ციფრული გამომყვანი - უწევს მონიტორინგს ნებისმიერი ორი პოზიციის მქონე აგრეგატს, მაგ, ჩართვის ან გამორთვის მოწყობილობას;
- ანალოგური გამომყვანი - არეგულირებს აგრეგატებს სპეციფიურ პოზიციამდე, მაგ, ცვლის სიჩქარეს რეგულირებადი სიჩქარის ამძრავებში.
- კონტროლერები: შმს-ს ძირითადი ბლოკი (იგივე მოშორებული სადგური), რომელიც განსაზღვრავს სისტემის სიმძლავრეს. კონტროლერები შეიცავს:
 - ტაიმერებს და მიკროპროცესორებს, რომლებიც ახორციელებენ კონტროლს და ქსელის უზრუნველყოფის კომპიუტერულ კომუნიკაციას მაგრამ აგრეთვე აქვს დამოუკიდებლად მუშაობის უნარი;
 - ჩამონტაჟებულ კვების წყაროს;
 - სენსორების და ამძრავების ინტერფეისს - ერთად ცნობილი, როგორც “წერტილები“;
 - კონტროლერების დაკავშირება შმს-სთან იძლევა მუშაობის გამარტივების და შესაძლებლობების გაუმჯობესების საშუალებას. ასევე მონაცემების ფართოდ გამოქვეყნების საშუალებას.

სარგებელი

- შმს-სგამოყენებით მიღებული სარგებელი:
- ენერგომოხმარების ეფექტური მონიტორინგი და მიზანი - შმს-ს დაყენება შეამცირებს ენერგომოხმარებას 5%-10%-ით. თუმცა აგრეთვე უნდა აღინიშნოს, რომ დაზოგვების რეალური დონე დამოკიდებული იქნება ადამიანურ ფაქტორზე, როგორც არის სისტემის ზუსტი მუშაობა და შესაძლებლობების გამოყენება;
- შიდა ტემპერატურის, განათების და ტენიანობის მართვა და დაგეგმვა (რაც გააუმჯობესებს კომფორტს);
- ოთახების გაკონტროლების ინდივიდუალური შესაძლებლობა;

- განათების და ჰაერის კონდიციონერის მართვის შესაძლებლობა ოფისებში, მათი გამოყენება საჭიროების მიხედვით (ან თუ ოფისი ცარიელია ან სამუშაო საათები დასრულებულია).
- განათების და ჰაერის კონდინციონირების მუშაობის დაწყებისათვის ოპტიმალური თანმიმდევრობის დაგეგმვა (პოტენციური ენერგოდაზოგვა);
- ექსპლუატაციის უკეთესი დაგეგმვა (რაც შეამცირებს სრულ საექსპლუატაციო ხარჯებს);
- ლოკალური კონტროლი დაკავებულ ადგილებზე და ავტომატური კონტროლი ცარიელ ადგილებში (ეფექტურობის გაუმჯობესება);
- შესაძლებელია ინტეგრირებული სისტემების გამოყენება დაკავშირებული სისტემების, როგორც არის შეშვების კონტროლი, გასაუმჯობესებლად და აგრეთვე მოწყობილობის დისტანციური მონიტორინგისათვის;
- სწრაფი რეაქცია გათბობის, ვენტილაციის და ჰაერის კონდინციონირებასთან დაკავშირებით, თანამშრომლების შრომის ნაყოფიერების გაზრდა.

1.3. შენობა–ნაგებობების ელექტრომოწყობილობების ციფრული მართვის საკითხები

შენობა–ნაგებობების ელექტრო მოწყობილობების ციფრული მართვის სისტემების უპირატესობები ანალოგურთან შედარებით

ზოგადად ციფრული ტექნოლოგიები სწრაფი ტემპით ვითარდებიან და ანაცვლებენ ანალოგურ მართვის სისტემებს, რომლებიც ახლო წარსულში, ძირითადად გავრცელებული იყო ტექნოლოგიური პროცესების

მართვის სისტემებში. ეს განპირობებულია იმით, რომ ციფრული გაზომვის საშუალებების შესაძლებლობები რიგით დიდია ვიდრე ანალოგურისა. მათ უპირატესობებს მიეკუთვნება:

- 1) გასაზომი სიდიდეების უფრო ზუსტი წარმოდგენა;
- 2) უფრო მაღალი დაცვა დაბრკოლებებისაგან;
- 3) გამოთვლითი ქსელების აგების შესაძლებლობა;
- 4) პროცესების მართვისას უფრო მაღალი მოქნილობა და ეფექტურობა.

ზემოთ ჩამოთვლილი შესაძლებლობები პირდაპირ დაკავშირებულია მომხმარებლების კონკრეტულ სარგებელთან:

- 1) მართვის სისტემების ოპერატორების მუშაობის აჩქარება;
- 2) ფინანსური რესურსების ეკონომია;
- 3) ოპერატორების მიერ მიღებული გადაწყვეტილებების მიღების ხარისხის და კონკრეტულობის ამაღლება;
- 4) პროდუქციის დანაკარგების შემცირება და ა.შ.

ინფორმაციის ციფრული ფორმით წარმოდგენა ფართოდ გამოიყენება როგორც ტექნოლოგიური პროცესების მართვაში ასევე: ინფორმაციის დამუშავების სისტემებში, მართვის ავტომატიკის და ავტომატიზებულ სისტემებში, ციფრულ საკომუნიკაციო სისტემებში, საყოფაცხოვრებო ტექნიკაში და ა.შ. ამდენად, ციფრული ფორმით წარმოდგენილი ინფორმაციის გამოყენების არეალი დღეისათვის მეტად ფართოა და მათი განვითარების მაღალი ტემპების გამო, გამოყენების სფეროების მართკ ჩამოთვლაც კი რთული საქმეა.

ტექნოლოგიური პროცესების მართვის ციფრული სისტემების (ტპ მცს) გავრცელების ფართო არეალის და მათი განვითარების მაღალი ტემპების გამო, ცხადია მეტად აქტუალურია მათი შექმნის და გამოყენების ეფექტურობის კვლევა. ტპ მცს ტექნიკური ეფექტურობა თავის მხრივ მნიშვნელოვნად განაპირობებს მის ეკონომიკურ ეფექტურობას, რაც მეტად მნიშვნელოვანია საბაზრო ეკონომიკის პირობებში.

ტექნოლოგიური პროცესების მართვის ციფრული სისტემების სტრუქტურა

ნებისმიერი ტექნოლოგიური პროცესის მართვის ციფრული სისტემა(ტპ მცს), შესაძლოა დაიყოს 3 იერარქიის ძირითად ჯგუფად :

1. ყველაზე დაბალ დონეთ ითვლება გადამწოდებისა და შემსრულებელი მექანიზმების დონე,რომლესაც უშუალოდ ტექნოლოგიურ ობიექტებზე აყენებენ.მათი დანიშნულებაა პროცესის პარამეტრების მიღება და გარდაქმნა შესაბამის სახეობაში შემდგომი გადაცემისა იერარქიის უფრო მაღალ საფეხურზე(გადამწოდის ფუნქცია), და ასევე მართვის სიგნალის მიღებაში და შესაბამისი ბრძანების შესრულებაში(შემსრულებელი მექანიზმის ფუნქცია).
2. იერარქიის მეორე დონე - საწარმოო უბნის დონე. მისი ფუნქციებია:
 - ქვედა დონიდან მიღებული ინფორმაციის შეგროვება, შენახვა ;
 - მართვის სიგნალების გამომუშავება მიღებული ინფორმაციის ანალიზის საფუძველზე.
 - ინფორმაციის მიწოდება იერარქიის უფრო მაღალ დონეზე.

იერარქიის მე-3 დონეს ,ანუ ყველაზე მაღალ დონეს, ავტომატური მართვის სისტემებში, უკავია მართვის უზუნველყოფას. ამ დონეზე ხორციელდება წარმოებული პროდუქციის ხარისხის ან ავტომატური მართვის სხვადასხვა სისტემების მუშაობის კონტროლი. ამ დონეზე ხდება მონაცემების შეგროვება, დამუშავება და მართველი დირექტივების გამომუშავება ქვედა დონეებისათვის. ამ დონის ძირითად კომპონენტს წარმოადგენს მართვის ცენტრი რომელიც თავის მხრივ შედგება 3 - ურთიერთ დამოკიდებული ელემენტისაგან:

- 1) ოპერატორული ნაწილისაგან,
- 2) ანგარიშების მომზადების სისტემისაგან,
- 3) ტენდენციების ანალიზის სისტემისაგან.

1. ოპერატორული ნაწილი უზრუნველყოფს კავშირს ოპერატორსა და მართვის პროცესს შორის მართვის დონეზე. ის გვაძლევს ინფორმაციას პროცესის მიმდინარეობის შესახებ და საშუალებას საჭიროების შემთხვევაში ავტომატური მართვის პროცესში ჩარევის და კორექტირების შეტანის. უზრუნველყოფს დიალოგს ოპერატორს და მართვის სისტემის შორის.

2. ანგარიშების მომზადების სისტემა პროცესის მიმდინარეობის შესახებ ინფორმაციას აძლევს ვიზუალიზაციის საშუალებას. ანუ გამოყავს ინფორმაცია მონიტორების ეკრანებზე, პრინტერებზე, და ა.შ ის გვაძლევს ტექნოლოგიური პროცესის შესახებ ინფორმაციას დაზომვის ზუსტი დროის მითითებით, მატერიალური და ენერგეტიკული ბალანსის შესახებ და ა.შ.

ტენდანციების ანალიზის სისტემა აძლევს ოპერატორს ტექნოლოგიურ პარამეტრებზე დაკვირვების და შესაბამისი დასკვნების გაკეთების საშუალებას.

ტექნოლოგიური პროცესის მართვის ზედა დონეზე დანლაგებულია მძლავრი კომპიუტერები რომლებიც ასრულებენ სერვერების ფუნქციას, რომლებშიც ინახება ყველა მიღებული ინფორმაცია ნებისმიერი განსაზღვრული დროის ინტერვალზე, და ასევე უზრუნველყოფენ ინფორმაციის ვიზუალიზაციას და ოპერატორთან ურთიერთქმედებას. ხშირ შემთხვევაში ზედა დონის პროგრამული უზრუნველყოფის ფუძეს წარმოადგენენ SCADA-ს პროგრამული პაკეტები(Supervisory Control And Data Acquisition).

ობიექტთან კავშირის მოწყობილობები.

პრაქტიკულად ყველა ტექნოლოგიური პარამეტრი, რომლებიც წარმოდგენილია რეალურ ტექნოლოგიურ პროცესში, გადამწოდების მიერ გარდაქმნილია ანალოგურ ან დისკრეტულ სახეში . დღესაც არსებობს გადამწოდების დიდი რაოდენობა რომლებიც გარდაქმნიან გამზომი სიდიდეები მხოლოდ ანალოგურ სახეში(მაგა, წნევა, წინაღობა და ა.შ),

ასევე შემსრულებელი მექანიზმების(აქტუატორების) მრავალი სახეობა რომლებსაც აქვს შესასვლელი სიგნალის მხოლოდ ანალოგური შესასვლელები.იმისათვის რომ დააკავშირო ანალოგური და ციფრული სახით წარმოდგენილი პარამეტრები, თანამედროვე ტპ ამცს-ში იყენებენ ობიექტთან კავშირის სისტემები (ოკს) .ოკს-ს მოდულები წარმოადგენენ კონსტრუქციულად სრულყოფილ მოწყობილობებს რომლებიც მონტაჟდება სტანდარტულ DIN -რელსზე ან სპეციალიზირებულ პლატებზე კლემური შეერთებით.

უკს-ს მოდულებს აქვთ შემდეგი ფუნქციები :

- 1) ანალოგური სიგნალის ნორმალიზაცია(პირველადი სიგნალის სკალის დაყვანა) ანუ მისი დაყვანა ანლოგურ-ციფრული გარდამქნელისათვის შესასვლელის მისაღები სტანდარტული სიგნალის პარამეტრებთან.
- 2) სიგნალის წინასწარი დაბალსიხშირული ფილტრაცია - შიხშირის გატარების ზოლის შეზღუდვა, დაბრკოლებების გავლენის და გაზომვის შედეგებზე გავლენის შემცირების მიზნით.
- 3) სიგნალის წყაროს და სისტემის არხებს შორის გალვანული იზოლაციის უზრუნველყოფა.

ამას გარდა ოკს-ს ასრულებს უფრო რთულ ფუნქციებს მათში შემავალი რთული მოწყობილობების (აცვ, მიკროპროცესორი, მონაცემთა გადაცემის ინტერფეისები და ა.შ.) გამო.

დასამუშავებელი სიგნალის ხასიათიდან გამომდინარე ოკს იყოფა ანალოგურ, დისკრეტულ და ციფრულ მოწყობილობად.

ანალოგურ უნდა ქონდეთ მაღალი სიზუსტე, მაღალი იზოლაციის ძაბვა, იყვნენ წრფივები .

დისკრეტული ოკს უზრუნველყოფენ გადამწოდების რელეური გამოსასვლელების შემოწმებას, ძაბვის არსებობის კონტროლს და ა.შ. გამოსასვლელი დისკრეტული უკს აფორმირებენ სიგნალებს გამშვები მოწყობილობების, ძრავებისა და სხვადასხვა დანადგარების სამართავად. დისკრეტული ოკს აკმაყოფილებენ იგივე მოთხოვნებს რაც ანალოგურები,

და დამატებით აქვთ მინიმალური გადართვის დრო და გამოსავალი ძაბვისა და დენების შედარებით მაღალი მნიშვნელობები.

ოკს მოდულებს შორის არის ასევე მოწყობილობები რომლებიც მუშაობენ მხოლოდ ციფრულ ინფორმაციასთან. მათ რიცხვს მიეკუთვნებიან კომუკაციური მოდულები, ინტერფეისის გარდამქნელები RS-232/RS-485 და ა.შ.

მონაცემების გავლის მიმართულების მიხედვით ოკს იყოფა სამ ძირითად სახეობათ:

- 1) მიმღები მოწყობილობები რომლების უზრუნველყოფენ გადამწოდების სიგნალების მიღებასა და გარდაქმნას.
- 2) გამოსასვლელი მოწყობილობები სიგნალების ფორმირებისათვის შემსრულებელ მექანიზმებისათვის (აქტუატორებისათვის).
- 3) ორივე მიმართულების მქონე ოკს.

რეალურ სისტემებში ოკს მოდულები შესაძლოა არ იყოს წარმოდგენილი როგორც დამოუკიდებელი მოწყობილობა, არამეტ შედიოდნენ გადამწოდების ან სამრეწველო კომპიუტერების შემადგენლობაში, ამ შემთხვევაში გადამწოდებს უწოდებენ ინტელექტუალურებს. მაგალითს წარმოადგენენ გადამწოდები რომლებიც გასცემენ ციფრულ სიგნალს. ამ შემთხვევაში საზღვარი ობიექტთან კავშირის სისტემისა პირველად გარდამქმნელს შორის გადის გადამწოდის შიგნით. მეორე მხრივ ოკს შესაძლოა შესრულებული იყოს აცვ/ცავ პლატების რომლებიც მონტაჟდება სტანდარტულ ISA ან PCI კომპიუტერის სლოტებში.ამ შემთხვევაში ანალოგური სიგნალი შედის კომპიუტერში სადაც ხდება მისი გარდაქმნა ციფრულ სახეში.

კონტროლერების აპარატული და პროგრამული უზრუნველყოფა.

სამრეწველო კონტროლერები და კომპიუტერები განლაგებულია საშუალო მე-2 დონეზე და მართვის ელემენტების როლს თამაშობენ,

რომლებიც ღებულობენ ციფრულ ინფორმაციას და გადასცემენ მართვის სიგნალებს.

ბოლო დრომდე ავტომატიზაციის სისტემებში კონტროლერები წარმოდგენილი იყვნენ PLC (Programmable Logic Controller - პროგრამირებად ლოგიკურ კონტროლერებად). ზოგადად ტერმინით PLC განსაზღვრულია მოწყობილობები რომლებიც გართაქმნიან, ამუშავებენ, ინახავენ და გამოიმუშავებენ ბრძანებებს, მარეგულირებელ მოქმედებებს, რეალიზებულს მიკროპროცესორული ტექნიკის ბაზაზე. PLC ძირითად ფუნქციას წარმოადგენს შეუსაბამობის სიგნალის ფორმირება რეგულირებად სიდიდესა და მის განსაზღვრულ მნიშვნელობას შორის. ყველაზე პოპულარული და გავრცელებული PLC მოდელებია Schneider Electric, Siemens, Modicon, და ა.შ.

მაგალითისათვის განვიხილოთ ფრანგული კომპანია Schneider Electric-ის ინტელექტუალური რელე Zelio Logic. რელეების სერია Zelio Logic შექმნილია, იმისათვის რომ გაამარტივოს ავტომატიკის ამოცანის რეალიზაცია ელექტრულ სქემები. Zelio Logic -მოხმარებაში მარტივია, ფუნქციონალურია და მაღალწარმოებადია. თავისი კომპაქტურობისა და მოხერხებულობის გამო, ის წარმოადგენს რთული, ხისტი სქემების და სპეციალური დაფების ალტერნატივას.

რელეს დაპროგრამების სიმარტივეს უზრუნველყოფს LD(Ladder Diagram - საფეხურებრივი დიაგრამა) და FBD(Functional Block Diagram - ფუნქციონალური ბლოკ-სქემა) პროგრამირების ენების უნივერსალურობა. რომლებთანაც მარტივად იმუშავებენ როგორც ავტომატიკის სპეციალისტი ასევე ინჟინერ-ელექტრიკოსი.

არსებობს Zelio Logic-ის ორი ტიპი, კომპაქტური და მოდულური.

კომპაქტური რელეები აკმაყოფილებენ მარტივი ავტომატიკის ბლოკების მოთხოვნებს, რომლებსაც გააჩნიათ ოცამდე შესასვლელ/გამომსვლელი.

მოდულური რელე გვამლევს საშუალებას საჭიროების შემთხვევაში გააფართოვოს შესასვლელ/გამოსასვლელი, ასევე გააფართოვოს კავშირი

Modbus-ის ქსელით 10-40 შემსვლელ/გამომსვლელით, რაც დიდი ეფექტურობისა და მოქნილობის მატარებელია.

დაპროგრამება შესაძლებელია:

- ავტომატურად, რელეზე არსებული დილაკების საშუალებით, LD ენის გამოყენებით;
- პერსონალურ კომპიუტერზე, Zelio Soft-ის პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით. სადაც შესაძლებელია გამოვიყენოთ როგორც LD ასევე FBD ენები.

ეკრანის განათების დაპროგრამება შესაძლებელია როგორც Zelio soft-ის პროგრამული უზრუნველყოფით, ასევე უშუალოდ რელეს დილაკების გამოყენებით.

რელეში ჩამონტაჟებულია სარეზერვო კოპირების მეხსიერება, რაც საშუალებას გვაძლევს შექმნილი პროგრამის სხვა რელეზე გადატანას.

იმ შემთხვევაში, თუ ჩვენ, მეხსიერების ბარათს დავაერთებთ რელეს, რომელსაც არ გააჩნია არც ეკრანი და არც დილაკები, კარტრიჯის შიგთავსი ავტომატურად გადაიწერება რელეში კვების მიწოდებისთანავე. მონაცემების შენახვა უზრუნველყოფილია ფლემ მეხსიერებით (ინფორმაციის შენახვის ვადა 10 წლამდე).

მოდულური რელეები, საჭიროების შემთხვევაში გვაძლევენ გაფართოვების შესაძლებლობას გაფართოვების მოდულებით:

- 6, 10 ან 14 შემსვლელი/გამომსვლელი - 24 ვ მუდმივი დენი
- 6, 10 ან 14 შემსვლელი/გამომსვლელი - 24 ვ. ცვლადი დენი
- 6, 10 ან 14 შემსვლელი/გამომსვლელი - 100...240 ვ. ცვლადი დენი
- მოდულური რელეებისთვის მოცემულია Modbus-ის ქსელის კავშირის გამფართოებელი მოდული, რომელსაც კვებას რელე აწვდის(24 ვ მუდმივი დენი)

Zelio Logic-ის კავშირის ფუნქცია უზრუნველყოფილია:

- საკომუნიკაციო ინტერფეისით, რომელიც ირთვება რელესა და მოდემს შორის

- ანალოგური მოდემით ან GSM მოდემით.

-პროგრამული უზრუნველყოფა კომპიუტერული პროგრამით Zelio Soft Com. კავშირის ფუნქციის დანიშნულებაა მოემსახუროს დისტანციური კონტროლის, მანქანების მართვას ან მოწყობილობებს, რომლებიც მუშაობენ მომსახურე პერსონალის გარეშე. საკომუნიკაციო ინტერფეისი იკვებება 12/24 ვ მუდმივი დენით და უზრუნველყოფს შეტყობინებების, ტელეფონის ნომრებისა და გამომახების პირობების შენახვას.

Zelio დაპროგრამება საფეხურებრივი დიაგრამით

ინტელექტუალური რელე Zelio-ს ასევე როგორც კონტროლერებს ბევრი პროგრამირებადი საშუალება აქვს. Zelio-ს დაპროგრამების ენა ცნობილია, როგორც ელექტრიკოსისათვის (ელექტრული სქემა), ასევე ავტომატიზაციის ინჟინერისათვის (საფეხურებრივი ლოგიკა ან რელე-კონტაქტური სქემის ენა).

რელეს გააჩნია 4 სტრიქონიანი ეკრანი, რომელიც იძლევა საფეხურებრივი დიაგრამის დათვალიერების საშუალებას.

სპეციალური ფუნქცია გვამლევს პროგრამირების ენის არჩევის საშუალებას, რომელიც შემდგომ გამოყენებული იქნება რელეში. შესაძლებელია დასაპროგრამებლად გამოვიყენოთ რამდენიმე ენიდან ერთ-ერთი: Zeliოს ენაზე, LD ენაზე, როგორც ელექტრული სქემა.

მომხმარებლის პროგრამული გარემო გვამლევს საშუალებას ენების შეცვლისა სურვილისებრ. ანუ რელეს კოდის სხვადასხვა ნაწილები შესაძლებელია დაპროგრამდეს სხვადასხვა განათლების მქონე ადამიანის მიერ მისთვის სასურველ ენაზე.

Zelio-ში გათვალისწინებულია პროგრამის სატესტო რეჟიმში გაშვება, ობიექტთან დაკავშირების გარეშე. ამისათვის პროგრამულ უზრუნველყოფაში ინტეგრირებულია პროგრამის გამოყენების სიმულატორი სკანირების მცირე ციკლით, ანუ ის გვაჩვენებს თუ როგორ მუშაობს ჩვენი შედგენილი პროგრამა. გარდა ამისა, მომხმარებელს შესაძლებლობა აქვს, საკუთარი კომფორტისათვის შექმნას საკუთარი

შეტყობინებები, რომლებიც სტანდარტულ შეტყობინებებთან ერთად გამოისახებიან ეკრანზე. პროგრამა საშუალებას აძლევს მომხმარებელს ოპერატიულად მოამზადოს დოკუმენტები, სადაც მითითებული იქნება პროგრამის მონაცემები, გამოყენებული შესასვლელ/გამოსასვლელები და ა.შ. პროგრამის დაარქივების შესაძლებლობა გვამძლევს საშუალებას სწრაფად მოხდეს სასურველი პროგრამის ასლის აღდგენა და მოხდეს მისი სასურველი რაოდენობით ტირაჟირება.

ინტელექტუალური რელეს დაპროგრამებისათვის იყენებენ რელეურ სქემებს, რომელიც განსაზღვრავს დენის გატარებას წრედში, ისე თითქოს ეს არის კლასიკური რელეებით აწყობილი ელექტრული წრედი. ამასთანავე ძალიან სწრაფად ხდება რელეს მოქმედების პირობების გადაპროგრამება.

ინტელექტუალურ რელე Zelio-ში ასევე შესაძლებელია სხვა ელემენტების გამოყენება:

- ფუნქციონალური ტაიმერის პროგრამული ბლოკი - დაყოვნებისა და დროის ინტერვალების მისათითებლად
- ფუნქციონალური მრიცხველის პროგრამული ბლოკი - შესასვლელზე იმპულსების დასათვლელად
- სისტემური საათი - მომხმარებლისათვის სასურველ დღეს და სასურველ დროს ჩასართავად ან გამოსართავად
- ანალოგური კომპარატორი-ანალოგური სიდიდის საკონტროლო მნიშვნელობასთან ან სხვა ანალოგურ სიდიდესთან შესადარებლად
- შიდა დამხმარე დისკრეტული ელემენტები - ინტელექტუალური რელეს საწყისი მდგომარეობის შესანახად ან შესაცვლელად
- Z-დილაკი(ამ ფუნქციის გააქტიურების შემდეგ) - როგორც შემსვლელი

ზოგადად ლოგიკური კონტროლერების ძირითად საექსპლუატაციო მახასიათებელს წარმოადგენს მისი რბილი გადასვლა მუშაობის სხვადასხვა რეჟიმებში:

მაგალითად ავტომატური მართვის რეჟიმიდან გადასვლა ხელით მართვის რეჟიმზე.

PC-თავსებადი კომპიუტერების ფართო გავრცელებასთან ერთად მათ სულ უფრო ხშირად იყენებენ კონტროლერებად.

PC-კონტროლერების პირველი და ყველაზე მნიშვნელოვანი უპირატესობა დაკავშირებულია მათ თავსებადობასთან, რაც საშუალებას იძლევა სხვადასხვა მწარმოებლის ამს-ს გამოყენების. ახლა მომხმარებელი არარის მიბმული ერთ კონკრეტულ მწარმოებელთან. მეორე მათი მნიშვნელოვანი უპირატესობაა მათი უფრო მჭიდრო-„ნათესავური“ კავშირი ზედა დონის კომპიუტერებთან. შედეგად არარის აუცილებელი პერსონალის (ოპერატორების გადამზადება რაც დაკავშირებულია გარკვეულ ხარჯებთან.

მესამე უპირატესობა- უფრო მაღალი საიმედოობა. განასხვავებენ კონტროლერების ფიზიკურ და პროგრამულ საიმედოობას. ფიზიკურ საიმედოობაში იგულისხმება აპარატურის შესაძლებლობა მდგრადად ფუნქციონირების სამრეწველო საამქროს პირობებში და ეწინააღმდეგებოდეს მის მავნე გავლენას.

პროგრამულ საიმედოობაში იგულისხმება პროგრამული უზრუნველყოფის ფუნქციონირების მდგრადობა მისი სწრაფმოქმედება. პროგრამული საიმედოობა განსაზღვრავს პირველ რიგში პროგრამული უზრუნველყოფის გაწყობის ხარისხს. რადგან კონტროლერების უმრავლესობაში გამოყენებულია კომერციული ოპერაციული სისტემები (Windows, Unix, Linux, QNX и др.), შესაბამისად პროგრამული საიმედოობა იქნება უფრო მაღალი ვიდრე PLC.

კონტროლერების ოპერაციული სისტემები უნდა იყვნენ თავსებადი, მუშაობდნენ რეალური დროის რეჟიმში, იყვნენ კომპაქტურები და გჭონდეთ საშუალება გაშვების როგორც დამახსოვრების მოწყობილობიდან ასევე ფლემ-მეხსიერებიდან.

1.4. მართვის ობიექტი

ნებისმიერი ტექნოლოგიური ობიექტი ან ტექნოლოგიური პროცესი: დაზგა, თერმოდამუშავების ფეჩი, ძრავი, ტექნოლოგიური აგრეგატი და ა.შ., მათი ნორმალური ფუნქციონირება, რომელიც უზრუნველყოფილია ავტომატური მართვით, ატარებს სახელწოდებას -მართვის ობიექტი ან სამართავი ობიექტი. ანუ მართვის ობიექტი ეს არის ძირითადი ობიექტი მრავალ კონტურიანი ავტომატური რეგულირების სისტემის, ხოლო მისი მუშაობისათვის საჭირო რეჟიმი უნდა უზრუნველყოს რეგულატორმა (ერთმა ან რამდენიმემ). მართვის ობიექტი ახორციელებს განსაზღვრულ ტექნიკურ ოპერაციას მატერიალებსა და/ან საინფორმაციო კომპონენტებზე.

შემსრულებელი მექანიზმი (აქტუატორი)- ეს არის მოწყობილობა, რომლის დახმარებითაც, მრავალ კონტურიან ავტომატურ რეგულირების სისტემაში, ხორციელდება მართვის ობიექტის მუშაობის რეჟიმის შეცვლა; ჩვეულებრივ ეს არის მართვის ობიექტის ნაწილი - ვენტილები, სამსვლიანი სარქველები, ელ. მანქანების აგზნების გრაგნილები, თვითმფრინავის საჭე და ა.შ.

ნებისმიერი მართვის ობიექტი, რომელსაც გააჩნია დიდი ინერცია (ელექტრო ტექნიკასა და ელექტრონიკაში - ეს არის ტევადობისა და ინდუქციურობის არსებობა), არის დინამიკური, რადგანაც შიდა ძალებისა და მომენტების მოქმედებით (საბოლოო მნიშვნელობებით) მართვის ობიექტისგან წარმოიქმნება შესაბამისი რეაქცია და ამიტომაც მისი მდგომარეობის შეცვლა მყისიერად შეუძლებელია.

პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერის ძირითადი ფუნქციაა გამოიმუშაოს მმართველი ზემოქმედებები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ობიექტის მიერ სასურველი ფუნქციის შესრულებას.

მნიშვნელოვანია, რომ ავტომატური რეგულირების სისტემის ასაწყობად (შესაქმნელად) საჭიროა ვიცოდეთ მათემატიკური აღწერილობა(მათემატიკური მოდელი) მართვის ობიექტის, ანუ მისი

პარამეტრების ურთიერთდამოკიდებულება, და სასურველი მიზნის მიღწევის პროცედურების თანმიმდევრობა. განვიხილოთ მათემატიკური მოდელირების ზოგადი პრინციპები.

ტექნოლოგიური პროცესის მართვის მათემატიკური მოდელირების პრინციპი

ტექნოლოგიური პროცესების მართვის ავტომატიზებული სისტემის (ტპ მას) შემუშავების დროს ფართოდ იყენებენ საინჟინრო პრაქტიკისათვის დამახასიათებელ მათემატიკურ მეთოდებს, რომლებიც გამოყენებითი მათემატიკის სხვადასხვა მიმართულებების საკმაოდ მსხვილ ერთობლიობას წარმოადგენს. დიდ საწარმოო სისტემებში მართველი გადაწყვეტილებების პრაქტიკული განხორციელება დაკავშირებულია მატერიალური და შრომითი რესურსების საგრძნობ დანახარჯებთან. აქედან გამომდინარე, გადაწყვეტილების არასწორი ვარიანტის ამორჩევამ შეიძლება განაპირობოს დიდი მოცულობის დანაკარგები სამეურნეო მოღვაწეობაში. რასაკვირველია, გადაწყვეტილების ამორჩევა შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, როდესაც არსებობს ვარიანტების სიმრავლე. ამავე დროს ვარიანტის ხარისხის შეფასებისათვის საჭიროა მმართველი გადაწყვეტილების შედეგის პროგნოზირება.

სწორედ ამის საშუალებას იძლევა მათემატიკური მოდელირება. როგორც ცნობილია, მოდელი არის განსაზღვრულ ობიექტში მიმდინარე პროცესების ან მოვლენების მიახლოებითი ასახვა (წარმოდგენა). მოდელის ძირითადი დანიშნულებაა მისი გამოყენება მართვასა და პროგნოზირებაში. გარდა ამისა, მოდელი საშუალებას იძლევა გამოვიკვლიოთ სამართავი ობიექტის ცალკეული თვისებების ურთიერთგავლენა ისე, რომ არ ჩავატაროთ ობიექტზე რაიმე ექსპერიმენტი. მოდელის ეს თვისება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია იმ შემთხვევაში, როცა ობიექტზე ექსპერიმენტის ჩატარება მეტად ძვირია ან სულაც შეუძლებელია. მას-ებში დიდი გამოყენება პოვა სიმბოლურმა ან მათემატიკურმა მოდელეებმა, სადაც

სიმბოლოებით და დამოკიდებულებით მათემატიკური თანაფარდობების სახით მყარდება კავშირი ობიექტის შესასვლელსა და გამოსასვლელს შორის. როგორც წესი, მმართველი გადაწყვეტილება ხასიათდება პარამეტრების სიმრავლით, რომლებიც წარმოადგენს ამონახსნის ელემენტებს. მაგალითად, გამოსაშვები პროდუქციის რაოდენობა და ასორტიმენტი, გადაზიდვების მოცულობები, საწარმოში დასაყენებელი აგრეგატების სიმძლავრე, სათავსოთა მოცულობები, სამართავი ობიექტის კოორდინატები და ა.შ. ობიექტის მართვა მდგომარეობს მისი პარამეტრების ისეთი მნიშვნელობების უზრუნველყოფაში, რომლებიც ობიექტში პროცესების აუცილებელ მიმდინარეობას განსაზღვრავენ. მმართველი გადაწყვეტილების შედეგის შეფასების მაჩვენებლები $F, F, , F_n$ 1 2

შეიძლება იყოს მატერიალური შრომითი და ენერგორესურსების დანახარჯები, ფულადი სახსრები, საწარმოს მოგება, სისტემის საიმედო მუშაობა, სამუშაოების შესრულების დრო და ა.შ. მას-ის ძირითად დანიშნულებას წარმოადგენს გამომუშავება მმართველი გადაწყვეტილებებისა (ზემოქმედებების), რომლებიც სამართავ ობიექტებში უზრუნველყოფს პროცესების ნორმალურ მსვლელობას. ამავე დროს მას-ის სამართავ ობიექტს წარმოადგენს ორგანიზაციული სისტემები ანუ სისტემები, რომლებშიც მონაწილეობს ადამიანი ან ადამიანთა კოლექტივი. ორგანიზაციული სისტემებისათვის კი დამახასიათებელია ორგანიზაციული მართვა, რომლის არსია: წარმოების ორგანიზაცია, მატერიალური და შრომითი რესურსების განაწილება, წარმოების მომარაგება, გამოსაშვები პროდუქციის რაოდენობისა და ასორტიმენტის განსაზღვრა, გადასაზიდი პროდუქციის რაოდენობის და გადაზიდვის მიმართულების განსაზღვრა, საწარმოო პროცესების პარამეტრების ოპერატიული აღრიცხვა და ა.შ. მართვის ავტომატიზებულ სისტემებს ისევე, როგორც სხვა მართვის სისტემებს, გააჩნია კლასიკური ბლოკ-სქემა, რომელიც მოყვანილია ნახაზზე.

სამართავ ობიექტს გააჩნია შესასვლელებისა $X(x_1, x_2, \dots, x_n)$ და გამოსასვლელების სიმრავლე $Y(y_1, y_2, \dots, y_m)$. ობიექტის შესასვლელები და გამოსასვლელები წარმოადგენს პარამეტრებს, რომლებიც ახასიათებს ობიექტში მიმდინარე პროცესებს. სამართავი ობიექტის შესასვლელებსა და გამოსასვლელებს შორის მყარდება გარკვეული კავშირი:

$$Y=f(X), (1)$$

სადაც: f - ასახვა (ფუნქცია), რომელიც ახორციელებს სამართავი ობიექტის ფუნქციონირების აღწერას, ხოლო X და Y შესასვლელი და გამოსასვლელი ვექტორებია. შესასვლელი ვექტორის მართვა ადამიანს (გადაწყვეტილების მიმღებ პირს) არ შეუძლია: ხ შესასვლელები მოქმედებს მართვის სისტემისაგან დამოუკიდებლად. ისინი ასახავენ რეალურად არსებულ პირობებს. რასაკვირველია, მათი მნიშვნელობების ამორჩევა შეუძლებელია, ვინაიდან ისინი წარმოადგენენ ფიქსირებულ სიდიდეებს და მათი განსაზღვრა ხორციელდება იმ პირობების გათვალისწინებით, რომელთა მოქმედების დროს ხდება მმართველი გადაწყვეტილების რეალიზაცია. რაც შეეხება გამოსასვლელებს, გადაწყვეტილების მიმღები პირი (ადამიანი) დაინტერესებულია მათი გარკვეული მნიშვნელობებით, რადგანაც ისინი შეადგენენ ობიექტის მართვის მიზანს. Y ვექტორის აუცილებელი მნიშვნელობების მიღებას უზრუნველყოფს მართვის ავტომატიზებული სისტემა. მას-ის შესასვლელზე მიეწოდება ინფორმაცია ობიექტის მიმდინარე მდგომარეობის შესახებ. თუ ობიექტის ფაქტიურ და მიზნობრივ მდგომარეობას შორის არსებობს განთანხმება, მაშინ მას-ში გამომუშავდება მმართველი ზემოქმედება, რომელიც გაიგზავნება სამართავ ობიექტებზე განთანხმების აღმოსაფხვრელად, ხოლო იმ შემთხვევაში, როდესაც განთანხმება არ არსებობს, მმართველი ზემოქმედება $= 0$ n U . აქედან გამომდინარეობს, რომ Y ვექტორის მნიშვნელობაზე გავლენას ახდენს არა მარტო X ვექტორის მნიშვნელობები, არამედ

მმართველი U ვექტორის მაჩვენებლები, რომლებიც განისაზღვრება

$$U=W(X,Y). (2)$$

ამ გამოსახულებაში W არის ასახვა (ფუნქცია), რომელი წარმოადგენს მართვის შეფასების კრიტერიუმს. მე-2 გამოსახულების გათვალისწინებით, (1) გამოსახულება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$Y=F(X,U). (3)$$

(3) გამოსახულება წარმოადგენს მათემატიკურ მოდელს, რომელიც აღწერს სამართავი ობიექტის სტრუქტურას და მისი ფუნქციონირების მართვის კანონებს.

ეს შეზღუდვები განსაზღვრავს მმართველი გადაწყვეტილების დასაშვებ არეს. ამავე დროს შესაძლებელია, რომ ამონახსნთა დასაშვები ვარიანტები არ იყოს ტოლფასოვანი. ეს გარემოება წარმოშობს საუკეთესო ვარიანტის ამორჩევის ამოცანას. ამისათვის კი საჭიროა ამონახსნთა ვარიანტების შეფასება გარკვეული კრიტერიუმის საშუალებით, რომელიც ობიექტის ფუნქციონირების ყველაზე მნიშვნელოვან მაჩვენებლებს. ამ მაჩვენებელს წარმოადგენს ფუნქცია, რომელსაც უწოდებენ მიზნობრივ ფუნქციას, ხოლო დასაშვები ამონახსნის ამორჩევა, რომელიც უზრუნველყოფს მიზნობრივი ფუნქციის ოპტიმალურ მნიშვნელობას, წარმოადგენს ოპტიმიზაციის ამოცანას. ამ შემთხვევაში, როდესაც მოცემულია ანუ წინასწარ ცნობილია სამართავი ობიექტის შესასავლელი პარამეტრები და ჩვენზე დამოკიდებულია ამოხსნის ვარიანტის შერჩევა, მოდელი იქნება დეტერმინირებული. ხოლო იმ შემთხვევაში, როდესაც ობიექტის განსაზღვრული პარამეტრები წარმოადგენს შემთხვევით სიდიდეებს, მოდელი იქნება ალბათური.

ზოგიერთ შემთხვევაში ობიექტის ფუნქციონირება შესაძლებელია განხორციელდეს უცნობ პირობებში ანუ ობიექტზე უცნობი ფაქტორების მოქმედების დროს. ასეთი სახის პროცესებისათვის აგებული მოდელი თამაშის ტიპის იქნება. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ გადაწყვეტილებათა მიღების პროცესების ადეკვატური მოდელების ასაგებად არ არის საკმარისი მხოლოდ რაოდენობრივი მეთოდების გამოყენება. ბევრად ეფექტურია ისეთი მართვის სისტემების აგება, რომლებსაც საფუძვლად უდევს

გადაწყვეტილებათა მიღების თვისებრივი მოდელები ანუ მოდელები, რომლებიც იყენებენ სემანტიკურ, აზრობრივ ინფორმაციას. ამ სახის მოდელებს განეკუთვნება ლოგიკური, გრაფული, ხელოვნური ინტელექტის მოდელები.

1.5. ავტომატური რეგულირების სისტემის კლასიფიკაცია ზემოქმედების ბრძანების სახეების მიხედვით

ზემოქმედების ბრძანების სახეობების მიხედვით ავტომატური რეგულირების სისტემა კლასიფიცირდება შემდეგნაირად:

1. როდესაც დანაყენი $g(t) = \text{const}$ ავტომატური რეგულირების სისტემას უწოდებენ ავტომატური რეგულირების სისტემებს და ისინი მუშაობენ რეგულირებადი სიდიდეების უცვლელი მნიშვნელობებისას (მაგალითად, სითხის დონე ბაკში, ძრავის ბრუნვის სიჩქარე, ტემპერატურა გარკვეულ შეკრულ ან ჩაკეტულ მოცულობაში და ა.შ.). ეს არის ტიპური რეგულირების სისტემები მინიჭებული დანაყენებით.

ამგვარ სისტემებს ასევე ეძახიან სტაბილიზაციის სისტემებს (მაგალითად, ძაბვის სტაბილიზაცია გენერატორის მომჭერებზე და ა.შ.) .

2. როდესაც $g(t)$ იცვლება წინასწარ განსაზღვრული კანონით, ანუ დანაყენი იცვლება წინასწარ განსაზღვრული პროგრამით (კანონით), ასეთ სისტემებს უწოდებენ პროგრამირებად რეგულირების სისტემებს.

ამ შემთხვევაში რეგულირებადი სიდიდე დროში მიყვება რაღაც გარკვეულ პროგრამას ანუ კანონს.

3. როდესაც $g(t)$ იცვლება შემთხვევითობის პრინციპით ასეთ სისტემებს უწოდებენ თვალთვალის სისტემებს

რეგულირებადი პარამეტრის სახეების მიხედვით : ტემპერატურის რეგულატორები, წნეების, ტენიანობის, გაიშვიათების, ხარჯის შემადგენლობის და ა.შ.

რეგულირებადი ზემოქმედების ცვლილების ხასიათის მიხედვით: წრფივი და არაწრფივი რეგულირების კანონით. არაწრფივი რეგულატორის მაგალითია ორპოზიციანი რეგულატორები ან სამპოზიციანი რეგულატორები (ნაკლები, ნორმა, მეტი) ასეთი რეგულატორების მუშაობის ხარისრი უფრო მაღალია ორპოზიციონალურთან შედარებით მაგრამ საიმედოობა ნაკლებია.

რეგულატორები წრფივი რეგულირების კანონით იყოფა შემდეგ ძირითად სახეობათ:

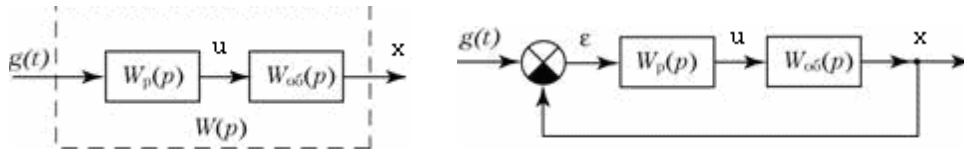
- პროპორციული(პ-რეგულატორები)
- პროპორციულ- ინტეგრალური (პი-რეგულატორები)
- პროპორციულ-დიფერენციალური(პდ-რეგულატორები)
- პროპორციულ-ინტეგრო-დიფერენციალური(პიდ-რეგულატორები)

პროპორციული და დიფერენციალური მდგენელების გავლენის დემფირებისათვის ხშირად იყენებენ ფილტრებს რეგულირებადი დროის მუდმივით. იმპულსური რეგულირებისას პროპორციულ-ინტეგრალური რეგულირება ხორციელდება მუდმივი სიჩქარის მაინტეგრირებელ შემსრულებელ მექანიზმთან ერთად.

განვიხილოთ რამოდენიმე რეგულირების პრინციპი

პროპორციული რეგულატორები

ზოგადად ტექნოლოგიური პროცესების ავტომატური რეგულირების სისტემა სტრუქტურულად შეიძლება წარმოვადგინოდ შემდეგნაირად:



ნახ.1. რეგულირებადი გახსნილი სისტემა და ჩაკეტილი სისტემა

რეგულირებადი ზემოქმედებით გახსნილ სისტემებში ამპლიტუდურ ფაზური სიხშირული მახასიათებელი განისაზღვრება გამოსახულებით

$$W(j\omega) = W_p(j\omega) \cdot W_{uk}(j\omega)$$

სადაც ნამრავლის პირველი მდგენელი- რეგულატორის ამპლიტუდურ ფაზა სიხშირული მახასიათებელი (აფსმ),

ხოლო მეორე -რეგულირების ობიექტის აფსმ.

თუ პირველ მდგენელს ავლნიშნავდ K მთელი სისტემის აფსმ-სათვის მივიღებთ : $W(j\omega) = K \cdot W_{uk}(j\omega)$

ამიტომაც ობიექტთან პროპორციული რეგულატორის შეერთებისას ყოველ სიხშირეზე აფსმ სისტემის იზრდება K ჯერ. პროპორციულ რეგულატორებს აქვთ ერთადერთი გაწყობის პარამეტრი გადაცემის კოეფიციენტი K . პროპორციულ რეგულატორში გარდამავალი პროცესის აღწერა შეიძლება გამოსახულებით:

$$u = K \cdot \varepsilon$$

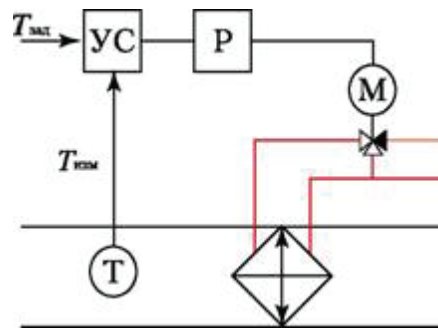
სადაც ε -რეგულატორის შესასვლელზე ზემოქმედება, რომელიც უდრის რეგულირებადი მნიშვნელობის გადახრას განსაზღვრული მნიშვნელობიდან

u - რეგულატორის ზემოქმედება ობიექტზე, რომელიც მიმართულია აღნიშნული გადახრის ლიკვიდაციაზე.

განვიხილოდ მაგალითი:

ჰაერის ტემპერატურას განსაზღვავს წყლის კალორიფერი რომელშიც გაივლის სითბოს მატარებელი. ჰაერი კალორიფერში გასვლისას თბება. ჰაერის ტემპერატურა კალორიფერის შემდეგ იზომება ტემპერატურის გადამწოდით და შემდგომ ხვდება შედარების მოწყობილობაში, რომელიც

ადარებს გაზომილ მნიშვნელობას ტემპერატურის წინასწარ განსაზღვრულ მნიშვნელობასთან. ტემპერატურათა სხვაობის პროპორციულად რეგულატორი გამოიმუშავებს სიგნალს რომელიც თავის მხრივ ზემოქმედებს შემსრულებელ მექანიზმზე(მადალითად სამსვლიანი სარქველის ელექტროამძრავზე). ელექტროამძრავი ხსნის ან კეტავს სარქველს იმ მდგომარეობამდე სადაც ტემპერატურის გადახრა მიესწრაფის ნულისაკენ.



ნახ.2. ჰაერის ტემპერატური რეგულირების კონტური კონდინციონერში

რეგულატორის გამოსასვლელი სიგნალი შეიძლება იყოს ძაბვა განსაზღვრულ დიაპაზონში(0-10ვ ან დენი 4-20 მა)

გამოსასვლელი სიგნალის ცვლილების დიაპაზონს უწოდებენ რეგულირების დიაპაზონს.

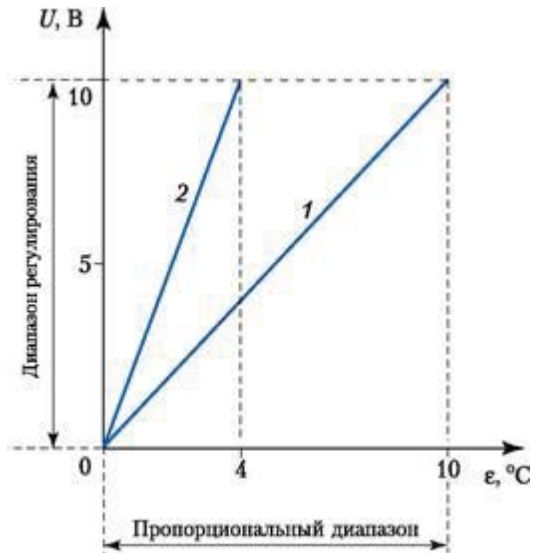
ცდომილების ცვლილების დიაპაზონს უწოდებენ პროპორციულ დიაპაზონს.

პროპორციულ რეგულატორებში არის საშუალება პროპორციული და რეგულირების დიაპაზონის ცვლილებისა.

ნახაზზე მოყვანილი გრაფიკიდან ჩანს რომ რაც უფრო მცირეა პროპორციული დიაპაზონი მით უფრო მკვეთრია რეგულირების მახასიათებელი მაგ.ერთი მრუდი შეესაბამება რეგულირების დიაპაზონს 0-10გრადუსი, ხოლო მეორე 0-4.

რეგულირების კოეფიციენტს უწოდებენ შეპარდებას $K_p = \frac{\Delta U}{\varepsilon}$

პირველ შემთხვევაში ის ერთის ხოლო მეორეში 2.5 ტოლია.



ნახ.3. პროპორციული რეგულირების გრაფიკი

რეგულირების კოეფიციენტის დიდი მნიშვნელობების დროს კონტურში შეიძლება დაიწყოს რხევითი პროცესი, რაც განპირობებულია სითბოს გადაცემის და თბომატარებლების ინერტულობით.

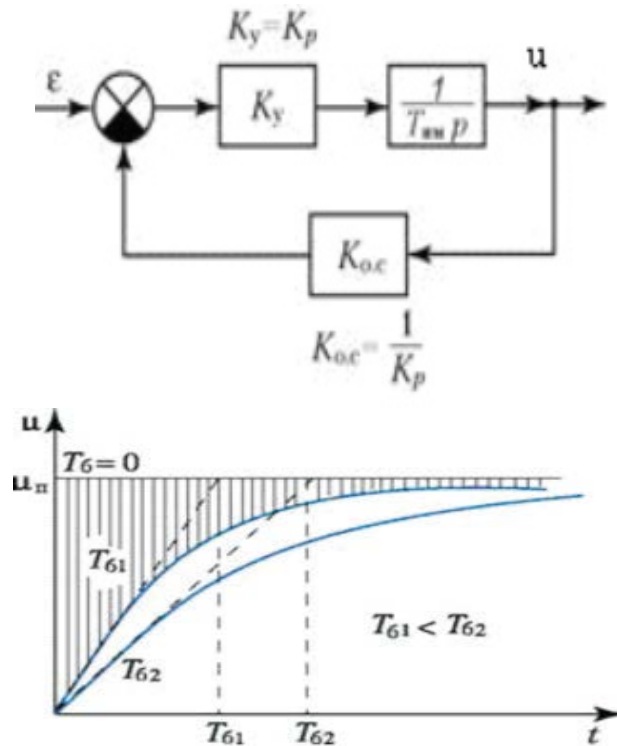
რაც უფრო დიდია პროპორციული დიაპაზონი მით მნიშვნელოვანია სტატიკური ცდომილება, პროპორციული დიაპაზონის შემცირებისას იზრდება გარდამავალი პროცესების ხანგრძლივობა და განსაზღვრულ პირობებში რეგულირების კონტურში შესაძლოა დაიწყოს ავტორხევითი პროცესი.

პროპორციული რეგულატორის პარამეტრების შერჩევით შესაძლოა რეგულირების ცდომილების შემცირება, მაგრამ მისი მთლიანად გამორიცხვა შეუძლებელია თეორიულადაც.

ნახ-4 ჩანს რომ რეგულირების ჯაჭვაში არის კიდევ ერთი რგოლი-შემსრულებელი მექანიზმი (ჩვენ შემთხვევაში სამსვლიანი სარქველის

აქტუატორი). ელექტრული ამძრავი არის მაინტეგრირებელი რგოლი და მის გავლენას ამცირებენ უკუ კავშირების გამოყენებით.

კონკრეტულ შემთხვევაში შემსრულებელი მექანიზმის გავლენის გასაბათილაბლად იყენებენ უარყოფით უკუკავშირს. პირდაპირი არხის გადაცემის კოეფიციენტის გასაძლიერებლად უკუ კავშირის რგოლში უნდა მოექცეს რეგულატორის გამაძლიერებელი კვანძი. ასეთ პროპორციულ რეგულატორებს უწოდებენ პოზიციონერებს. მათი სტრუქტურულად წარმოდგენა შეიძლება როგორც მიმდევრობითი შეერთება უშუალოდ პროპორციული რეგულატორისა და დროის მუდმივას მქონე ბალასტური რგოლის, როგორც ნაჩვენებია ნახ.4-ზე.



ნახ.4. პროპორციული რეგულატორის სტუქ. სქემა და პროპორციული რეგულირების კანონი

რეგულატორის გაწყობის პარამეტრს წარმოადგენს უკუკავშირის კვანძის გადაცემის კოეფიციენტი. რეგულატორის გადაცემის კოეფიციენტი მით უფრო დიდია რაც უფრო მცირეა უკუკავშირის კვანძის გადაცემის

კოეფიციენტი. მაგრამ ამავედროულად უნდა გავიტვალისწინოდ რომ რაც უფრო დიდია რეგულატორის გადაცემის კოეფიციენტი მით უფრო დიდია ბალასტური კვანძის დროის მუდმივა და მით მნიშვნელოვანი ხდება პროპორციული რეგულირების კანონის დამახინჯება.

პროპორციული ინტეგრ-დიფერენციალური (პიდ) რეგულატორები.

ხშირ შემთხვევებში საჭიროა რეგულირებადი ზემოქმედების გამომუშავება რომელის ზემოქმედება პროპორციულია მოცემულ მნიშვნელობიდან გადახრის სიჩქარისა:

$$u_d = T_d \frac{d\varepsilon}{dt}.$$

ასეთ რეგულირებად ზემოქმედებას იყენებენ დიფერენციალურ და პიდ რეგულატორახ

პიდ-რეგულატორებო ზემოქმედებენ ობიექტზე პროპორციულად რეგულირებადი სიდიდის გადახრის, ამ გადახრის ინტეგრალისა და მისი ცვლილების სიჩქარისა. მათემატიკურად ამას აქვს შემდეგი სახე:

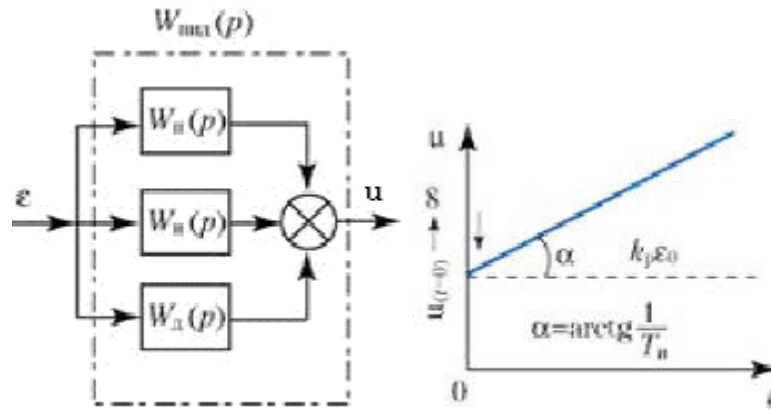
$$u = K_d + T_d \frac{d\varepsilon}{dt} + \frac{1}{T_d} \int \varepsilon dt$$

თავისი შესაძლებლობებით პიდ რეგულატორები ყველაზე უნივერსალურია. მათი გამოყენებით შესაძლებელია ნებისმიერი რეგულირების კანონის მიღება.

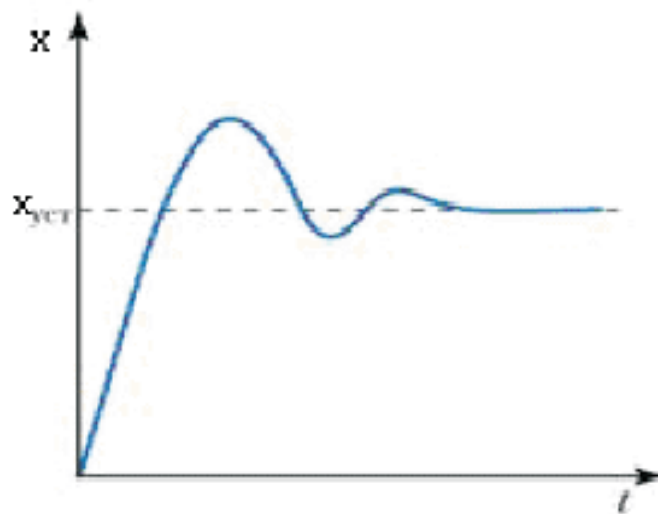
იდეალური და პარალელური პიდ რეგულატორის სტრუქტურული სქემა და რეგულირების კანონი მოყვანილია ნახ.5-ზე.

რეგულირებადი სიდიდის ნახტომისებრივად ცვლილებისა, პიდ რეგულატორი დროის საწყის მომენტში მოქმედებს მყისიერად უსასრულოდ დიდი მნიშვნელობით რეგულირების ობიექტზე, შემდგომ ეს მნიშვნელობა უცვლად მცირდება მნიშვნელობამდე რომელიც განისაზღვრება პროპორციული მდგენელით, რიც შემდეგ მოქმედებს რეგულატორის

ინტეგრალური მდგენელი. გარდამავალ პროცესს ამ დროს აქვს მინიმალური გადახრა ამპლიტუდით და დროით. როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ. 6.



ნახ.5. პიდ რეგულატორის სტრუქტურული სქემა და პიდ რეგულირების კანონი

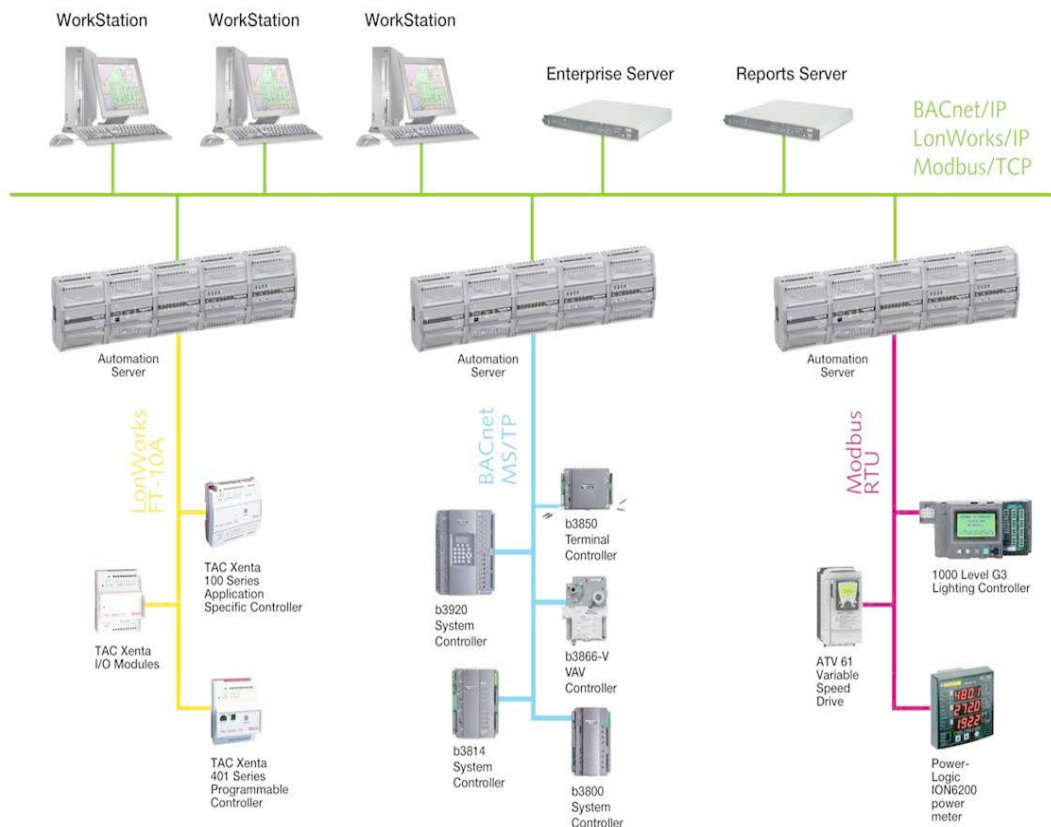


ნახ.6. გარდამავალი პროცესი პიდ რეგულირებისას

პიდ რეგულატორების გაწყობის პარამეტრს წარმოადგენს რეგულატორის პროპორციულობის კოეფიციენტი, ინტეგრირებისა და დიფერენცირების დროის მუდმივები.

1.6. პროგრამირებადი კონტროლერების გამოყენებით შენობა – ნაგებობების ავტომატიზაციის სისტემის არქიტექტურა

შენობის მართვის სისტემის (შმს. BMS) სტრუქტურა ზოგადად ასე
აისახება: ოპერატორი, ამ შემთხვევაში Schneider electric StruxureWare
Building Operation WorkStation > ინფორმაციის გადაცემის გზა (LON,
ModBus, Ethernet) > ლოკალური ავტომატიკა (ავტომატიკის კარადა,
რომელშიც ყველაფერთან ერთად მოთავსებულია კონტროლერი და I/O
მოდულები) > სენსორები და აქტუატორები > შენობის ინჟინრული
სისტემები.



ნახ.7. ავტომატიზაციის სისტემის სტრუქტურა

კონკრეტულად შენობის მართვის სისტემა აწყოილია სხვადასხვა მრავალი სახის მოწყობილობისგან, რომლებიც შედიან შემდეგ ძირითად ჯგუფებში:

- მომხმარებლის კომპიუტერი (რომელშიც ჩაწერილია ყველა საჭირო პროგრამა);
- ქსელური კომუნიკაციის არხები
- ავტომატიზაციის სერვერები: BACnet, LonWorks, და Modbus პროტოკოლებით;
- I/O მოდულები (შემავალი/გამავალი)
- კვების წყარო
- ადგილობრივი საველე მოწყობილობები

1.7. ოპერატორი

StruxureWare Building Operation - არის სრულად გამოჩეული გარემო ფუნქციონირების და მართვის ყველა ასპექტის პროგრამული უზრუნველყოფისა. WorkStation არის პროგრამული პაკეტი ს ფანჯარა, რომლის მეშვეობითაც მომხმარებელს შეუძლია მონიტორინგი შენობის ენერჯის გამოყენებისა და მისი ეფექტურობის მუდმივად გაუმჯობესებისათვის. ესაა ინტერფეისი, სადაც ინჟინრებს და მომხმარებლებს აქვთ წვდომა შენობი მართვის სერვერთან, რის შედეგადაც მათ შეუძლიათ ნახონ და მართონ ყველა გრაფიკი, შეტყობინება, ავარიული სიგნალი მითითებული დროის შუალედში.

მომხმარებლის ანგარიშები (ექაუნტები):

StruxureWare იძლევა საშუალებას შეიქმნას ინდივიდუალური ექაუნტები ან მიეზას Windows-ის ექაუნტების სისტემას, რათა მოხდეს

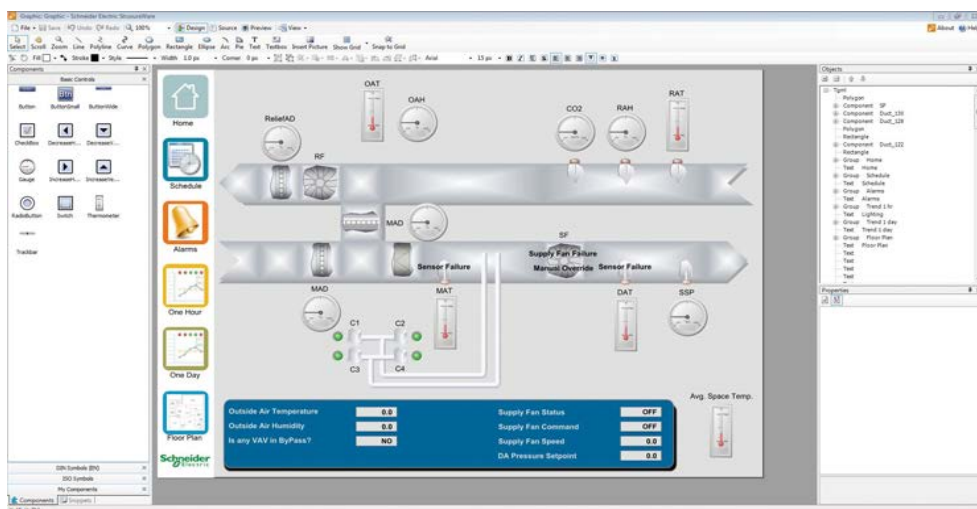
წვდომა თითოეული კლიენტის თუ ინჟინერის შესაბამისი დონეების და პასუხისმგებლობების მიხედვით.

მორგებული ვიზუალიზაცია:

პროგრამა იძლევა საშუალებას შეიქმნას მრავალფეროვანი ვიზუალური ოპერატორის ინტერფეისი მორგებული თითოეულ მომხმარებლის ექსპერტზე. მთავარი სამუშაო ინტერფეისი აგებულია მარტივ პანელურ პრინციპზე, სადაც მომხმარებელს შეუძლია არეგულიროს თითოეული დეტალის გრაფიკული გამოსახულების ზომა, ფორმა, ანიმაცია და ფუნქციური დატვირთვა შეხედულებისა და მიხედვით. ამის საშუალებას StruxureWare ის ქვეპროგრამა Graphics Editor იძლევა.

გრაფიკული ედიტორი (Graphics Editor):

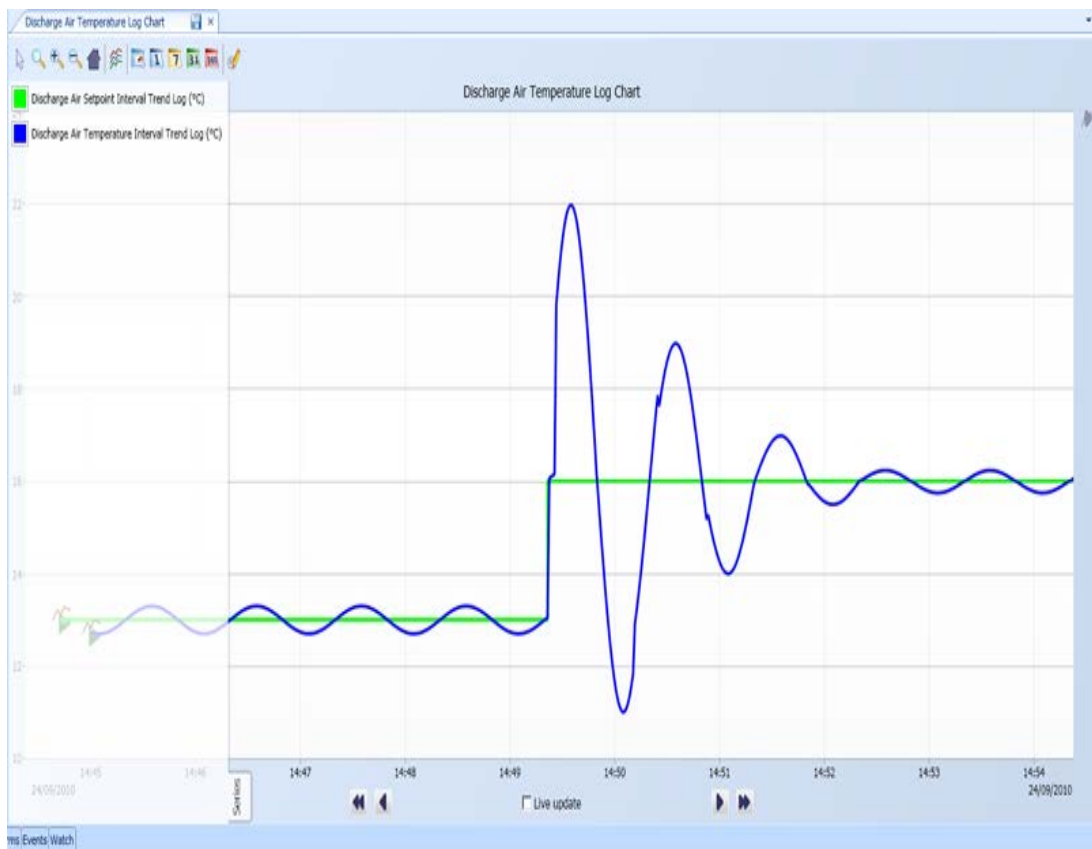
გრაფიკული რედაქტორი იძლევა საშუალებას შეიქმნას და დარედაქტირდეს გრაფიკული სისტემები. თითოეული სართულის გეგმებმა შეიძლება შეიცვალოს ფერები იმის და მიხედვით თუ როგორი იქნება ტემპერატურა, წნევა, ტენიანობა ან სხვა პარამეტრები, რაც ვიზუალურად მარტივად აღქმადს ხდის ავტომატიზაციის სისტემას.



ნახ. 8. გრაფიკული ედიტორი

გრაფიკები:

გრაფიკული ანალიზი ძალზედ მნიშვნელოვანია რიგ შემთხვევებში, რათა ვიცოდეთ გარკვეული დროის განმავლობაში მომხდარი მოვლენები და მოხდეს მათი გაანალიზება. WorkStation იძლევა საშუალებას მარტივად შევქმნათ შეუზღუდავი რაოდენობის პარამეტრების დროზე დამოკიდებულების გრაფიკები რომელიც იქნება გადაწყვეტილი სხვადასხვა ფერში და გამოვიტანოთ ისინი (სურვილისამებრ) ერთდროულად ეკრანზე ერთმანეთისადმი შესადარებლად და ვუყუროთ ცოცხალ მოქმედ რეჟიმში.

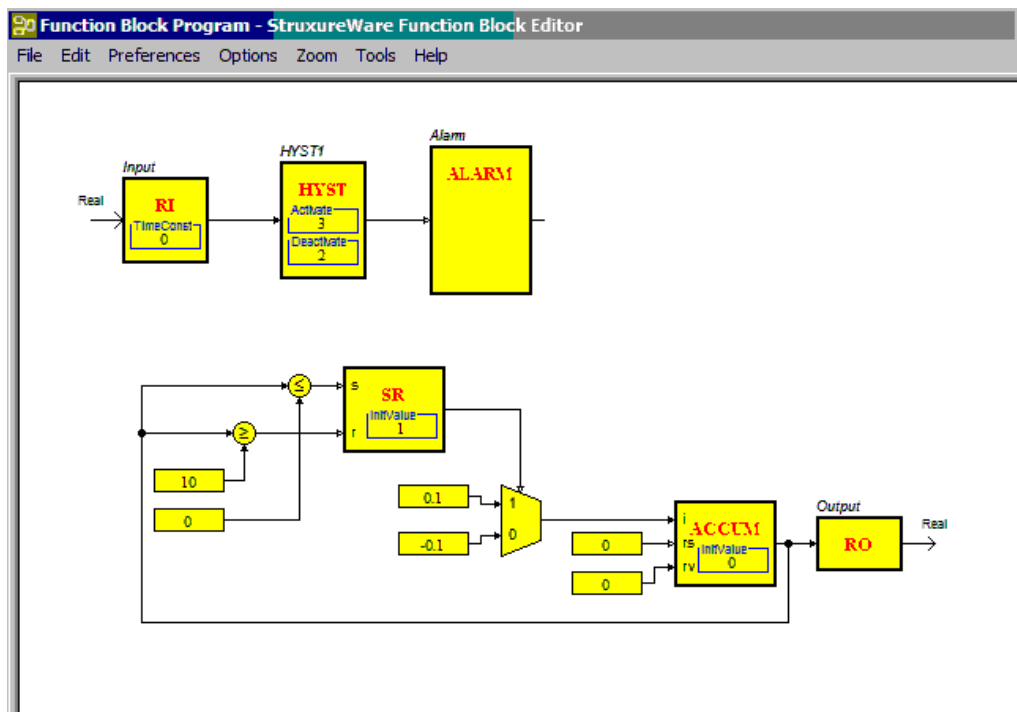


ნახ. 9. ჰაერის ტემპერატურის ცვლილების დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი ცოცხალ რეჟიმში

ფუნქციური ბლოკების ედიტორი(Function Block Editor):

უმთავრესი WorkStation-ის ქვე პროგრამა StruxureWare Building Operation სისტემაში არის Function Block Editor. პროგრამა განკუთვნილია ლოგიკის შესაქმნელად რომელზე დაყრდნობითაც იმუშავებს მთლიანი სისტემა. Function Block Editor საშუალებას გვაძლევს ფუნქციური ბლოკების მეშვეობით ავაგოთ ლოგიკა და ვიზუალურად დავინახოთ იგი.ეს არის იერარქიული ფუნქციური ბლოკები რომელიც თავის მხრივ წარმოადგენენ სხვადასხვა სახის პროგრამულ ფორმულებს და მათი დაკავშირება ხდება ვიზუალური ხაზების საშუალებით.

პროგრამას ასევე გააჩნია ტესტ რეჟიმი რომელიც სისტემასთან დაუკავშირებლად გვიჩვენებს პროგრამის მართობულობას და მუშაობის ცოცხალ რეჟიმს, რათა შემდგომში კონტროლერში ჩაწერილი იქნას გამართული პროგრამა.



ნახ. 10. სისტემის ლოგიკის ვიზუალური ჩანაწერი

თავი 2.

ენერგოეფექტურობის მონიტორინგი. მრიცხველების მონიტორინგისა და ენერგომოხმარების ოპტიმიზაციის სისტემის შემუშავება და დანერგვა

შენობების ენერგოდაზოგვა შესაძლებელია ხორციელდებოდეს რამოდენიმე გზით ღონიზიებების უმრავლესობაში იგულისხმება მომხმარებლის სტიმულირება გამოყენების შედარებით ეკონომიური ელექტრომოწყობილობები, მოხმარების რაციონალური განაწილებით დღე ღამის რეჟიმში შენობების დათბობით თანამედროვე სამშენებლო მასალებით. ენერგოეფექტურობა ასევე გულისხმობს არაკონტროლირებად მოხმარების და არასანქცირებული შეერთების გამორიცხვას. აღრიცხვის და შესაბამისად ენერგოდაზოგვის პრობლემები დაკავშირებულია რიგ ფაქტორებთან. პირველ რიგში პრობლემას წარმოადგენს მომხმარებლების დიდი რაოდენობა, რაც დაკავშირებულია შრომის დანაკარგებთან მონაცემთა შეგროვებაზე რაც თავის მხრივ შეუძლებელს ხდის მათ ოპერატიულ გადამუშავებას გარდა ამისა აღრიცხვის სიზუსტე ხშირად არასაკმარისია ტრადიციულ ხელსაწყო-დანადგარების არასრულყოფილების გამო. ამ შემთხვევაში - ეფექტურ გადაწყვეტილებას წარმოადგენს ავტომატიზირებული აღრიცხვა. აღრიცხვის ავტომატური სისტემების დანერგვით ხდება შემდეგი ამოცანების დაგაწყვეტა:

1. ზუსტი და სანდო მონაცემების მიღება ენერგორესურსების ხარჯვაზე
2. ობიექტების მიხედვით ელექტროენერჯის აღრიცხვა
3. ოპერატიული დისპეჩერული კონტროლის უზრუნველყოფა
4. ელექტროენერჯის მომხმარებელთან ავტომატურ რეჟიმში ანგარიშსწორება და ქვითრების წარდგენა

ზემოთ აღნიშნული ელექტროენერჯის აღრიცხვის ავტომატური მართვისა და მონიტორინგის სისტემა შემუშავდა და დაინერგა ქ. თბილისის სავაჭრო ცენტრში.

შემუშავდა სამსაფეხურებიანი ავტომატიზირებული აღრიცხვის სისტემის კონფიგურაცია 1. საფეხური- აღრიცხვის პირველადი ხელსაწყოები (შნაიდერის? ტიპი მარკა) კავშირის მოდულებით და მოდ ბას Mod Bas RTU პროტოკოლით

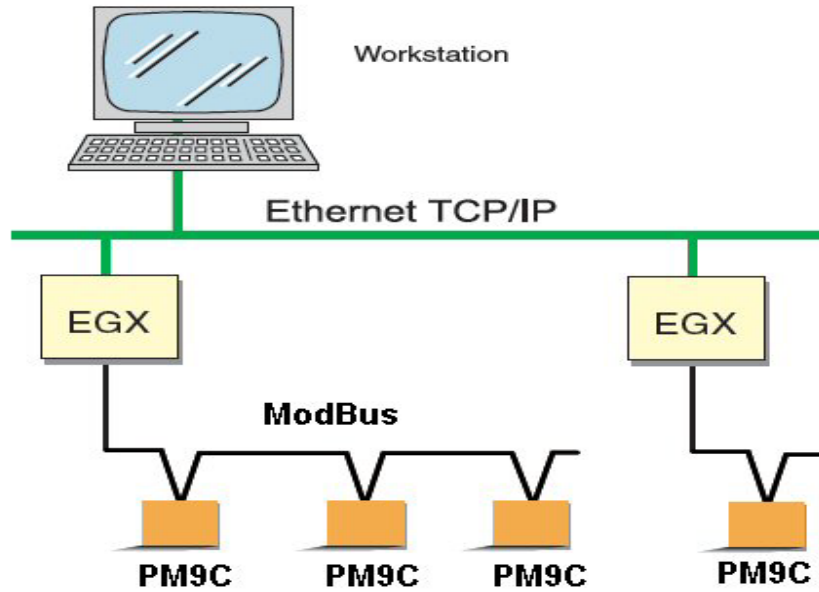
2.საფეხური მონაცემთა შეგროვების გარდაქმნის და გადაცემის მოწყობილობა EGX 100

მონაცემთა გაცვლის პროტოკოლი TCP

3. ავტომატიზირებული სისტემის მართვის სერვერი დისპეჩინგის და მართვის ფუნქციით POWER MONITORING EXPERT პროგრამული უზრუნველყოფით.

აღრიცხვის ხელსაწყოები გვამღევენ საშუალებას მოვაწყოთ კავშირის არხები ჩაშენებული და გარე მოდულების საშუალებით- ინტერფეისები რს-485 და რს 232 რადიომოდულები, პლს მოდულები ჯმს-მოდულები ეზერნეტის მოდულები, ოპტიკურ ბოჩკოვანი და ა.შ.მონაცემთა გადაცემისათვის შერჩეული იყო ინტერფეისი რს 485 მონაცემთა გადაცემა ხორციელდება გამტარ მხვიარა დაწყვილებული სადენით. მისი მაღალი საიმედოობისა და დაბალი ღირებულების ინფორმაციის გაცვლისათვის მე 2 საფეხურს და დისპეჩერის სერვერს შორის შერჩეულია (რომელი არხია გამოყენებული).

ქსელის სტრუქტურა შემდეგნაირია: მრიცხველები ერთმანეთს უკავშირდებიან მოდბასის RT (კომუნიკაციის ენის ერთ-ერთი სახე) პროტოკოლით, RS 485 პორტის საშუალებით. ქსელის ლიმიტი საშუალებას გვამღევეს 16-20 მრიცხველი ჩაებას თითოეულ შტოში. მაგრამ ასევე გასათვალისწინებელია მანძილი მრიცხველებს შორის (ზემოდ მოცემული ლიმიტი დასაშვებია არაუმეტეს 1.5 მეტრის შემთხვევაში).



ნახ.11. ელექტროენერჯის ავტომატური აღრიცხვის სისტემის სტრუქტურა

თითოეულ შტოს თავში უყენდება ეზერნეტ გეითვეი- EGX 100 (საკომუნიკაციო ენის გარდამქმნელი), რომელიც გარდაქმნის მოდბას RTU სიგნალს მოდბას TCP (კომუნიკაციის ენის ერთ-ერთი სახე) სიგნალად. თავის მხრივ სხვადასხვა წერტილში განლაგებული მრავალი EGX 100 უკავშირდება უახლოეს TCP სვიჩებს. ქსელის საშუალებით მთელი სისტემა თავს იკრებს მართვის კომპიუტერში საიდანაც ხდება სისტემის დისპეჩერიზაცია POWER MONITORING EXPERT (პროგრამული უზრუნველყოფა).

მისი საშუალებით ვიღებთ ობიექტზე განლაგებული ელექტრო მრიცხველების მონაცემებს. მოცემულ სისტემაში შეგვიძლია მრიცხველიდან მივიღოთ 15-20 სახის პარამეტრი. ესენია: ვოლტაჟი, ამპერაჟი, სიხშირე, ძაბვის ფაქტორი, მოხმარებული ენერჯია, დიაგნოსტიკური პარამეტრები და სხვა. ამ ინფორმაციის აღება შესაძლებელია რამოდენიმე სახით: რეალურ დროში,გარკვეული დროის ჩანაწერების სახით, გრაფიკულად ან ცხრილის სახით. მოხმარებლის მოთხოვნის მიხედვით და სექტორებად დაყოფის შემდეგ შესაძლებელია მოხმარებული ენერჯის ქვითრის სახით ამობეჭვდა და გადანაწილება,

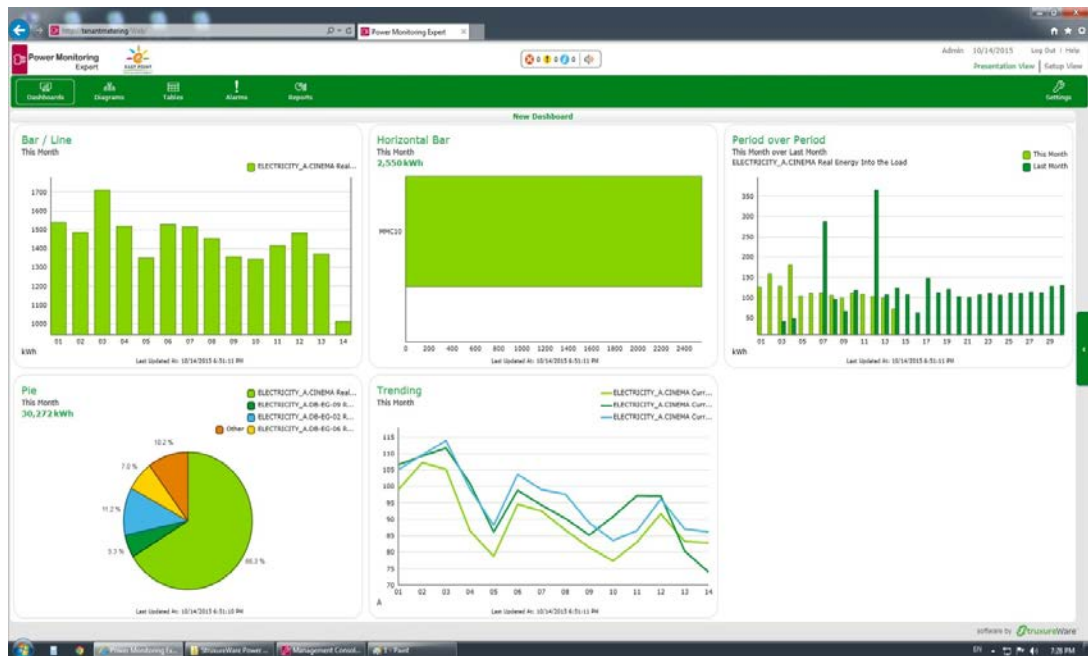
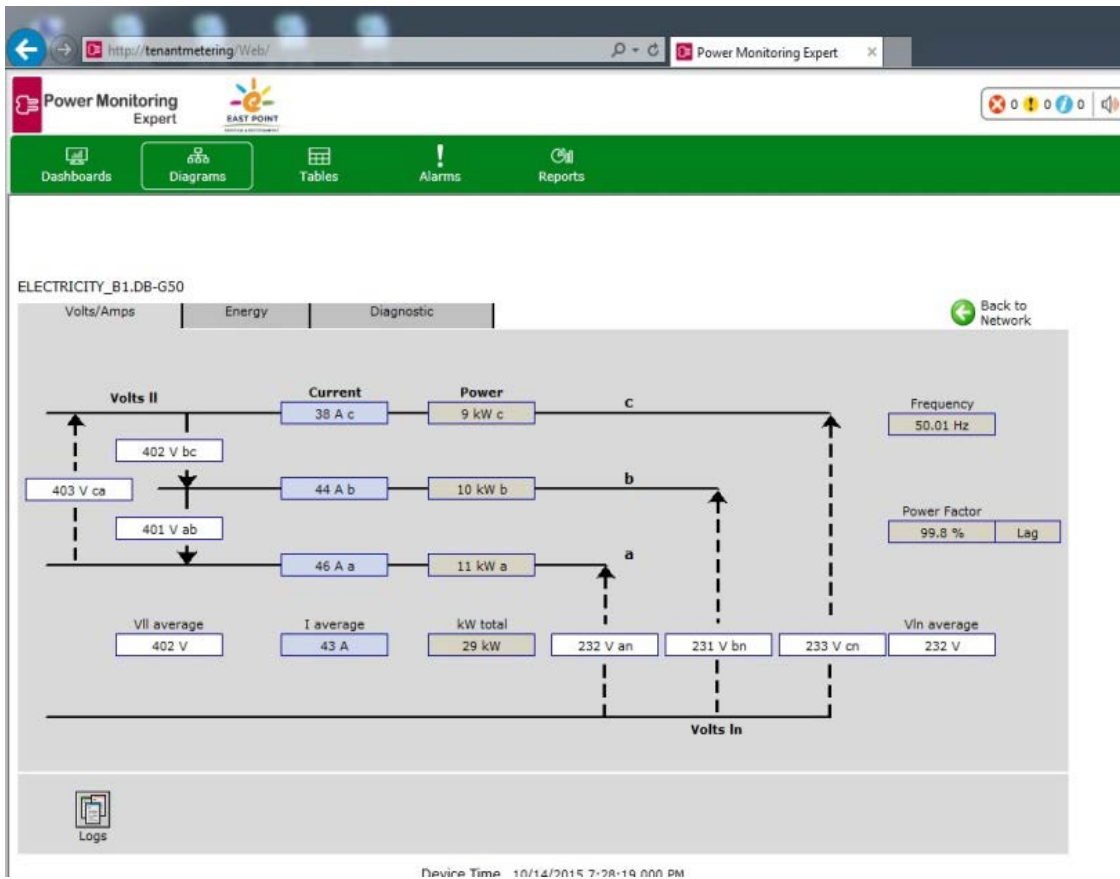
რაც ასევე ავტომატურ რეჟიმში ხდება მითითებული დროის შუალედებით.

The screenshot displays the 'Power Monitoring Expert' web interface. The main content area shows a table titled 'Table: EL - A' with the following data:

Devices	Real Energy into the Load (kWh)
ELECTRICITY_A,AHU-M2-01	6,567.2
ELECTRICITY_A,AHU-M1-01	5,898.1
ELECTRICITY_A,AHU-M3-01	7,554.0
ELECTRICITY_A,AHU-M3-02	10,736.5
ELECTRICITY_A,CINEMA	43,444.0
ELECTRICITY_A,DB-EB-02SHIRIKI	9,598.0
ELECTRICITY_A,DB-EB-03	3,960.0
ELECTRICITY_A,DB-EB-02	3,082.9
ELECTRICITY_A,CINEMA-GEN	0.0
ELECTRICITY_A,DB-EG-01	112.1
ELECTRICITY_A,DB-EG-02	6,278.2
ELECTRICITY_A,DB-EG-07	1,110.9
ELECTRICITY_A,DB-EG-04	3,248.7
ELECTRICITY_A,DB-FC-02	4,636.5
ELECTRICITY_A,DB-EG-05	3,069.2
ELECTRICITY_A,DB-EG-06	6,703.4
ELECTRICITY_A,DB-EG-03A	
ELECTRICITY_A,DB-EG-08	1,876.6
ELECTRICITY_A,DB-EG-09	4,719.4
ELECTRICITY_A,DB-EG-10	57.8
ELECTRICITY_A,DB-EG-10A	18.0
ELECTRICITY_A,DB-EG-11	65.2
ELECTRICITY_A,DB-EG-12	11.4
ELECTRICITY_A,DB-EG-13	968.6
ELECTRICITY_A,DB-EG-14	1,716.8
ELECTRICITY_A,DB-EG-15	63.8
ELECTRICITY_A,DB-EG-30	853.9
ELECTRICITY_A,DB-FC-01	7,936.6
ELECTRICITY_A,MHC-01	3,910.0
ELECTRICITY_A,DB-FC-04	---

The interface also includes a 'Table Library' on the right side with a tree view showing a hierarchy of tables (System, Shared, EL-A, EL-B1, EL-B2, EL-B3, EL-C, EL-D2, Private, Other User Tables) and a 'Devices' section listing various electricity-related devices with their counts.

ნახ.12. მრიცხველების ჩვენებების სია (სისტემა რეალიერტ-ერთ სავაჭრო ცენტრში)



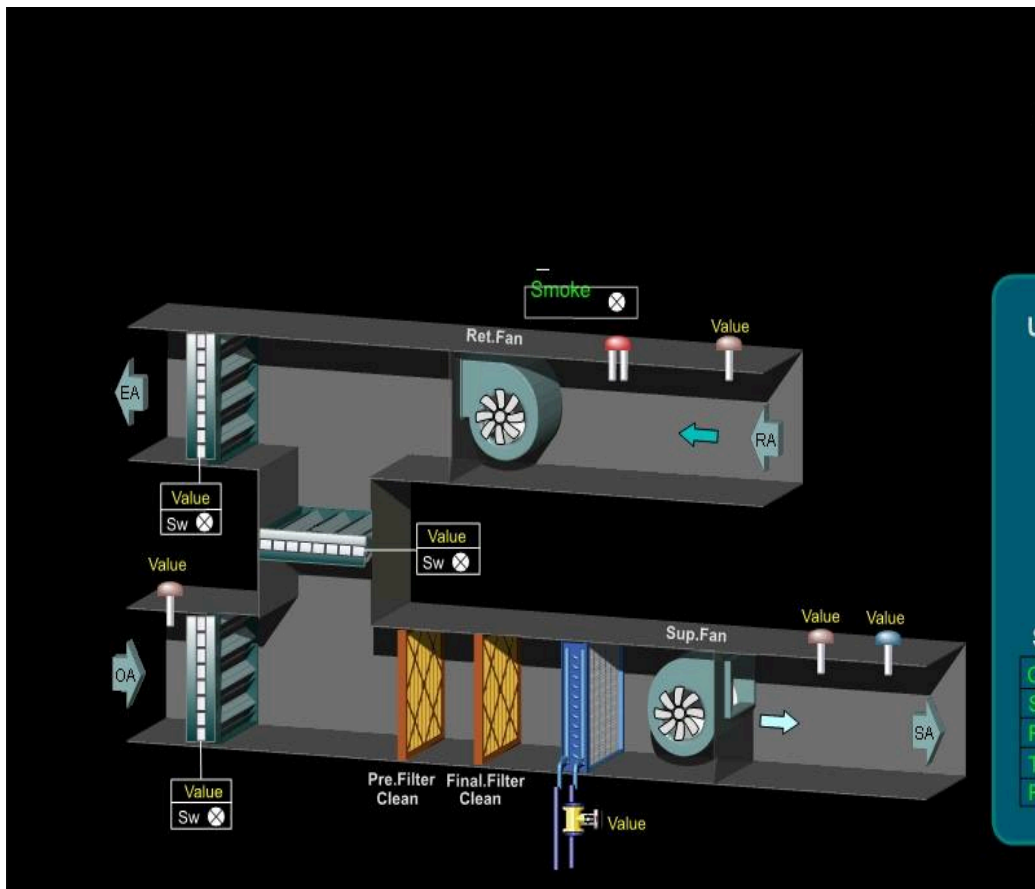
ნახ.13. სხვადასხვა სექტორში დამონტაჟებული მრიცხველების დანახარჯების შედარება

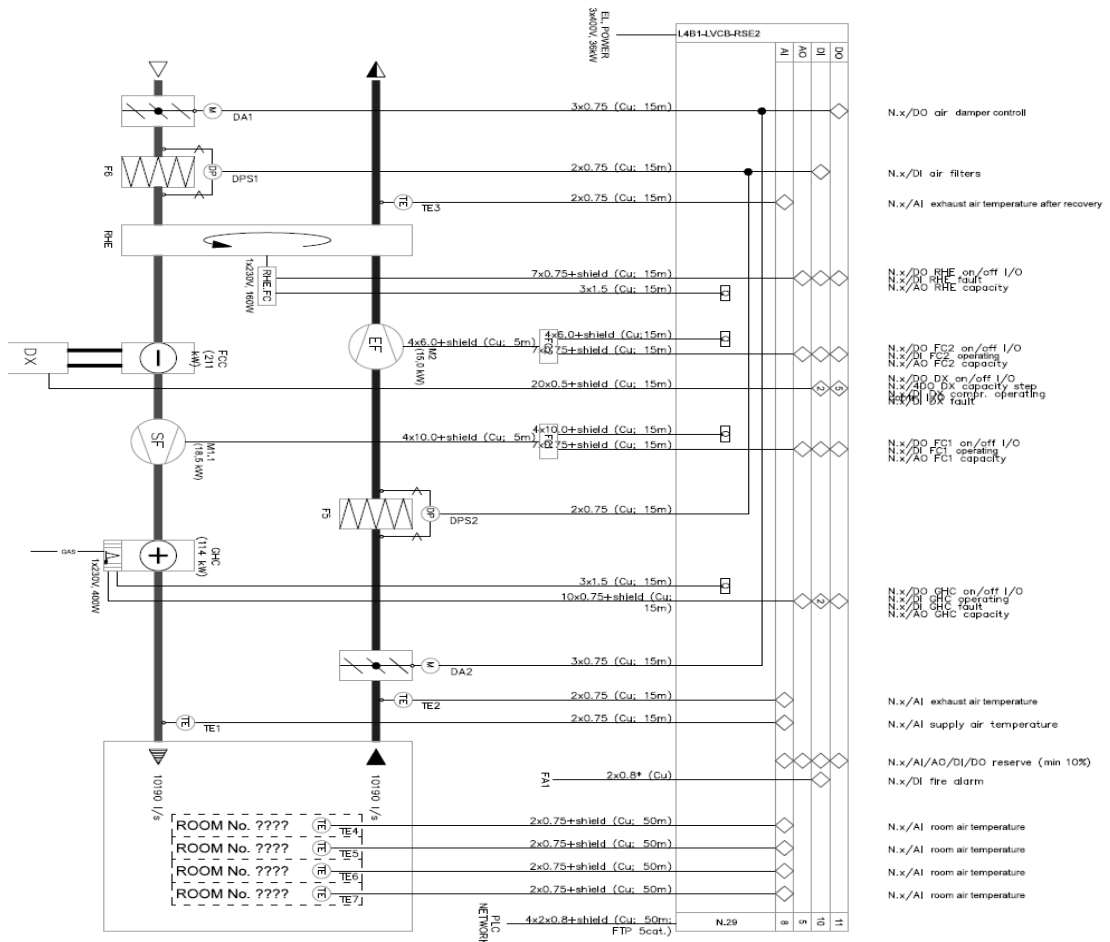
თავი 3.

გათბობა ვენტილაციის სისტემის ოპტიმალური რეგულირების ავტომატური სისტემის შემუშავება 100 000მ² სავაჭრო ცენტრის და ბოტანიკური ბაღის ორანჟერეის მაგალითზე

ნაშრომში განხილულია BMS სისტემის პრაქტიკულ გამოყენებაზე ერთერთი დიდი სავაჭრო ცენტრის მაგალითზე, სადაც ავტომატიზაცია გამოყენებულია გათბობა-ვენტილაცია-გაგრილების სისტემის მართვაზე. შენობაში გათბობა-ვენტილაცია-გაგრილების სისტემა აგებულია 30 სხვადასხვა ვენტდანადგარის ერთობლივი მუშაობით. კონკრეტულ სიტუაციაში მოცემული გვაქვს ოთხი ტიპის ვენტ დანადგარი რომლებიც ერთმანეთისგან განსხვავდებიან ფუნქციური სტრუქტურით.

5





ნახ.14. ვენტაგრეგატის ვიზუალური (ა) და სქემატური (ბ) ნახაზი

პირველი ტიპის ვენტაგრეგატი მიმწოდებელი ჰაერსატარით შენობაში აწვდის სასურველ ტემპერატურაზე დამუშავებულ ჰაერს და გამქაჩი ჰაერსატარით იბრუნებს შენობიდან გამოსულს.

მეორე ტიპის ვენტაგრეგატი შენობაში აწვდის სასურველი ტემპერატურის ჰაერს და აქვს მხოლოდ მიწოდების ფუნქცია. გაწოვა ხდება ბუნებრივი გზით (კარებებიდან ან ნებისმიერი შენობის ღია წერტილებიდან).

მესამე სახის ვენტ დანადგარი ,მიწოდების შემდეგ უკან იბრუნებს და დაბრუნებულ ჰაერს კვლავ უწყვეტად დანაკარგების გარეშე აბრუნებს უკან შენობაში.

მეოთხე - რეკუპერაციის სისტემით, რომელიც რეკუპერატორის მეშვეობით, შენობიდან გამოსულ ჰაერს ართმევს გარკვეული რაოდენობის სითბოს და ამას იყენებს ახალი ჰაერის გარკვეული პროცენტით გასათბობათ, ამით კი ენერჯის აშკარა ეკონომია ხერხდება.

მართვის სისტემის აუცილებელი ადგილობრივი(საველო) კომპონენტებია სენსორი და აქტუატორები. მათ გარეშე სიგნალის მიღება კონტროლერზე და კონტორლერიდან გასული ბრძანების გაცემა შეუძლებელი იქნებოდა.

3.1. სისტემაში გამოყენებული გადამწოდები (სენსორი)

პრაკტიკაში გამოიყენება შემდეგი ტიპის სენსორები

ტემპერატურის სენსორები:

- შენობისთვის
- ჰაერგამტარებისთვის;
- წყალქვეშ ინსტალაციისთვის გათვალისწინებული,
- წყლის ტემპერატურის სენსორი დამონტაჟებული ჰილზის მეშვეობით,
- მაგნიტური - წყლის ტემპერატურის სენსორი,
- გარე ტემპერატურის სენსორი.

აქტიური ტემპერატურის სენსორები:

- ჰაერგამტარებისთვის, გარე მონტაჟის და შენობის

- საშუალო ტემპერატურისთვის გათვალისწინებული სენსორები რომელიც ინსტალირდება ჰაერგამტარში,
- ტემპერატურის აქტიური ჰილზიანი სენსორები სიღრმეში მონტაჟისთვის.

ტენიანობის სენსორები:

- შენობის ტენიანობის სენსორი
- ჰაერგამტარის ტენიანობის სენსორი
- გარე კლიმატის ტენიანობის სენსორი

CO₂ სენსორი:

- შენობის და გარე მონტაჟის

წნევის სენსორი:

- დიფერენციალური ჰაერის წნევის სენსორი
- ჰაერის ცვლილების სენსორი
- ჰაერის ცვლილების სენსორი მონიტორით
- სითხის წნევის სენსორი

განათების სენსორი:

- გარე და შენობის განათებისთვის.
- მოცემულ ობიექტზე გამოყენებულია შემდეგი სენსორები:

წნევის სენსორი

ის დამონტაჟებულია უშუალოდ ჰაერგამტარზე. ჰაერგამტარი გახვრეტილია სპეციალურად სენსორის მილაკის მოსათავსებლად და მისგან გამოჟონილი ჰაერი შედის პირდაპირ წნევის სენსორში, სადაც ხდება წნევის გაზომვა. ინფორმაცია თავისი მხრივ მიემართება კონტროლერში UI წერტილზე, რადგან მოცემული სიგნალი ანალოგურია, ანუ შეიცავს

კონკრეტულ მაჩვენებელს და შეუძლებელია გადაიცეს 1/0 სისტემით. კონტროლერში ხდება ინფორმაციის გაციფრულება, გაანალიზება და პროგრამის ლოგიკასთან შეთავსება.

წნევის ცვლილების სენსორი

მოცემული სენსორი ზემოთ ხსენებულის ანალოგიურია, განსხვავება მდგომარეობს იმაში, რომ წნევის ცვლილების სენსორს აქვს უნარი მიიღოს ორ წერტილზე ერთდროულად გაზომილი წნევის ნიშნული და შეადაროს ისინი ერთმანეთს. მექანიკური სარეგულირებლის საშუალებით მასზე უკვე დაყენებული იქნება წნევის სხვაობის ზღვარი. წინა სენსორისგან განსხვავებით წნევის ცვლილების სენსორი გვამღებს 1/0 (ციფრულ) სისგნალს. თუ სხვაობის ნიშნული ზღვარს ქვემოთაა კონტროლერი (DI წერტილზე) იღებს სიგნალს 0.თუ სხვაობა ზრვარზე მაღალია, მაშინ მოდის სიგნალი 1 და ირთვება ავარიული სიგნალი(ამ შემთხვევაში შემდეგი სენსორი გამოყენებულია ვენტაგრეგატის ფილტრის დაბინძურების სტატუსის გასაგებად, შესაბამისად სისტემაში მოსული სიგნალი 1= ბრძანება”ფილტრი დაბინძურებულია და გამოსაცვლელია”).

ტემპერატურის სენსორი

ტემპერატურის სენსორი დამონტაჟებულია აგრეგატის რამოდენიმე წერტილში.ესენია: შენობაში შემავალი ჰაერსატარი (გაზქურის შემდეგ) , შენობიდან გამომავალი ჰაერსატარი და თვითონ შენობაში ოთახებში მყოფი ტემპერატურის სენსორი. მისი ვენტაგრეგატზე დამონტაჟებისას იჭრება ჰაერსატარის ზედა ფენა რათა მაქსიმალურად მჭიდროდ მოხდეს სენსორის ლითონის ღერძის ჰაერთან კავშირი. ღერძის ბოლო უნდა იყოს მოთავსებული ჰაერსატარის სიღრმეზე შუაში და თვითონ სენსორი უნდა არ უნდა იყოს ახლოს ჰაერსატარის და შენობის კავშირთან ახლოს. ეს ყველაფერი მოგვცემს საშუალებას მაქსიმალურად რეალურად გავზომოთ ტემპერატურა და შევამციროთ ცდომილება. ტემპერატურული სიგნალი

წნევის სიგნალის მსგავსად ანალოგურია და ისიც ასევე დაკავშირებული იქნება კონტროლერის UI წერტილთან.

CO₂ სენსორი

CO₂ სენსორის მუშაობის პრინციპი შემდეგია: ტემპერატურის და წნევის სენსორის მსგავსად ისიც ნიშნულს გვიჩვენებს და ანალოგური სიგნალია. ის გამოითვლის სუფთა ჰაერის კოეფიციენტს მთლიანად ოთახში არსებული ჰაერიდან და პროცენტულ მნიშვნელობას გვაწვდის მონიტორზე.

3.2. სისტემაში გამოყენებული შემსრულებელი მექანიზმები (აქტუატორი)

აქტუატორი მრავალი ტიპის და ფუნქციის მქონე არსებობს მაგრამ ძირითადი იდეა არის ერთი, კონტროლერიდან გაცემული ბრძანება იქნას ფიზიკურად შესრულებული. მას მოყავს მოქმედებაში მოტორი რომელზეც შეიძლება იქნას მიბმული ჟალუზი, პროპელერი თუ სხვა. კონტროლერისთვის ძირითადი ლოგიკა იგივეა, მთავარია შემდგომში გათვალისწინებული იქნას სწორი ტიპის აქტუატორი.

მოცემულ სიტუაციაში ობიექტზე გვხვდება აქტუატორი რომელიც მართავს ჟალუზს. აქტუატორი (ტიპის და მიხედვით) შეიძლება მუშაობდეს როგორც ანალოგურ ასევე ციფრულ სიგნალზე. მათ შეიძლება ქონდეთ უკან სიგნალის მოწოდების ფუნქცია როგორც ანალოგურად ასევე ციფრულად (დამკვეთის მოთხოვნის და მიხედვით).

პროცენტულად მართვადი ჟალუზის სიტუაციაში კონტროლერი გადასცემს აქტუატორს სიგნალს 0V-10V მეშვეობით. (კონტოლერიდან გამომავალი AO წერტილიდან). შესაბამისად ადგილზე აქტუატორი შკალირებულია 0V=0%,10V=100%. აქედან გამომდინარე ჟალუზის ნახევრად

გალების სურვილის შემთხვევაში კონტროლერი აქტუატორს მიაწვდის 5V და ჟალუზი გაიღება 50%.

ხშირ შემთხვევებში პრაქტიკიდან და უსაფრთხოებიდან გამომდინარე აქტუატორის სტატუსის სიგნალი ძალზედ მნიშვნელოვანია. გაცემული ბრძანება მივიდა კონტროლერამდე, კონტროლერმა გადასცა აქტუატორს, სიგნალი მივიდა აქტუატორამდე, მაგრამ აქტუატორს ფიზიკური პრობლემის გამო არ შეუძლია გახსნას ჟალუზი. შესაბამისად კონტროლერის ბრძანება ითვლება გადაცემულად და სისტემა იწყებს შემდეგ ეტაპს რთავს მოტორს და გაუქურას. სინამდვილეში კი ჟალუზი დაკეტილია. ამას შეიძლება აგრეგატის ფატალური დაზიანება მოჰყვეს. ამ პრობლემის გადაწყვეტა მდგომარეობს აქტუატორის უკან დაბრუნებულ სიგნალში, რომელიც შეიძლება იყოს როგორც ციფრული ასევე ანალოგური, დაკვირვების დონედან გამომდინარე. ანუ ოპერატორმა შეიძლება იცოდეს ჟალუზი ღიაა თუ დაკეტილია(1/0) ან ჟალუზი გაღებულია 30 % და მიმდინარეობს გალების პროცესი (0V-10V).

ინფორმაციის გარდაქმნის ლოგიკა

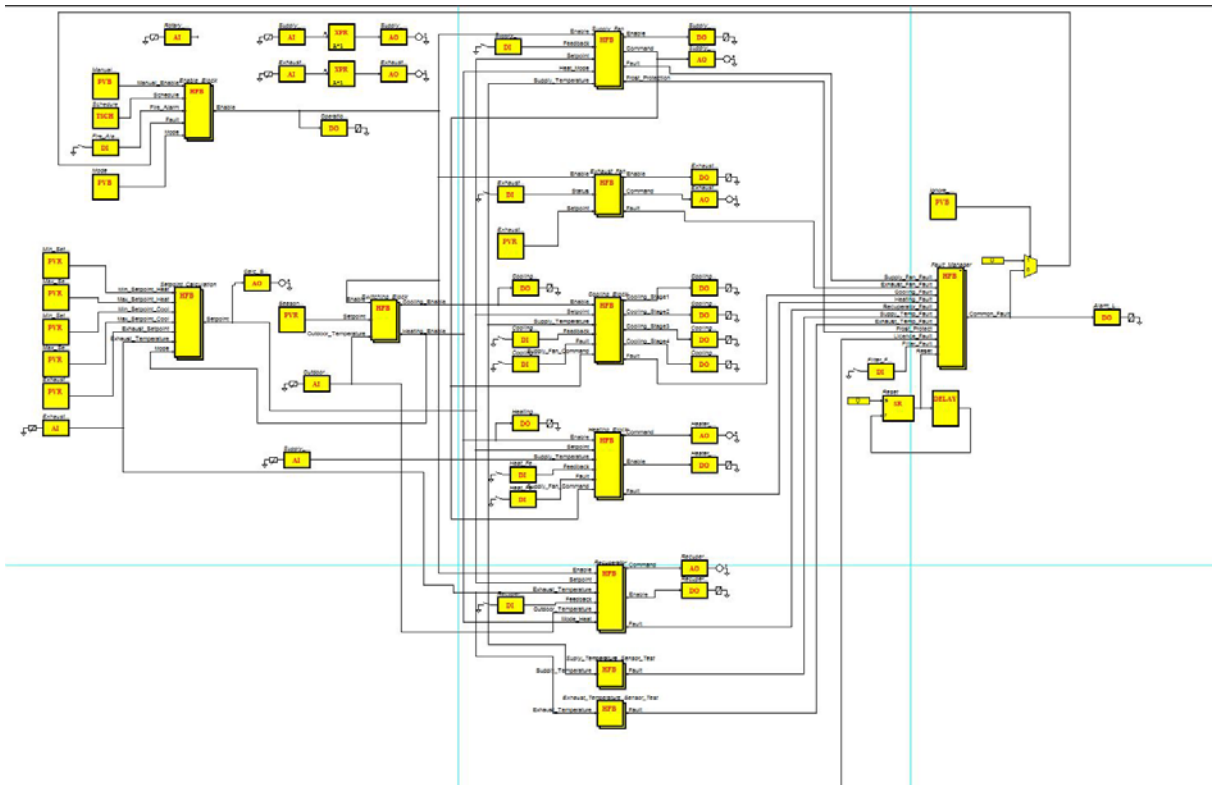
ზემოთ აღწერილ სენსორების და აქტუატორებისგან მიღებულ და გაცემულ ინფორმაციას რალათქმაუნდა სჭირდება გადამუშავება და გარკვეული ლოგიკით მართვა რომელიც ხდება კონტროლერის მიკროპროცესორში. სწორედ ამას აკეთებს WorkStation ის ქვეპროგრამა Function Block Editor. ამ ორი პროგრამის საშუალებით თეთრი ფურცლიდან იწყობა ავტომატიზაციის სისტემა რაც საბოლოო ჯამში ჩატვირთული იქნება კონტროლერში. კონკრეტული აგრეგატის პროგრამა შექმნილი Function Block Editor ში ასე გამოიყურება:

Setpoint (შერჩეული ზღვარი)

WorkStation ის და მთლიანად BMS სისტემის მთავარი იდეა მდგომარეობს იმაში, რომ მოცემული ლოგიკის მიმდინარეობა ხდებოდეს

რაც გარკვეული ზღვრების ფარგლებში. ზღვრები განაპირობებს ეკონომიურობას, სტაბილურობას და სისტემის იმ იდეის ხორცშესხმას, რაც დამკვეთს ქონდა ჩაფიქრებული.

მითითებული ზღვარი ანუ Setpoint ეს არის მუშაობის პარამეტრი , რომელზეც პროგრამული ლოგიკის წყალობით, დამოკიდებულია ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი სენსორი თუ აქტუატორი და მთლიანად ვენტ დანადგარი.

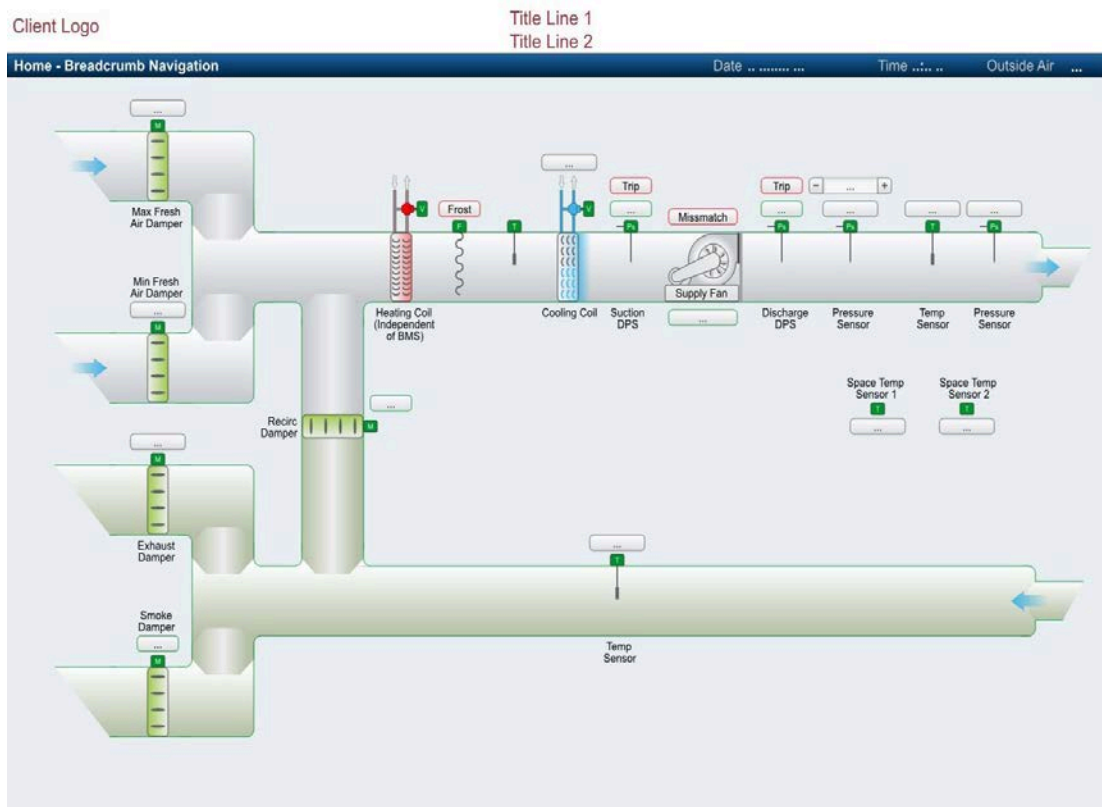


ნახ.15. კონტროლის ლოგიკა

შენობაში ერთი, უცვლელი ტემპერატურის დაჭერის მიზნით სეზონურად და ამინდის მიხედვით იცვლება მითითებული ზღვარი. ამ კონკრეტულ შემთხვევაში WorkStation ში რომელშიც უკვე გამოტანილია ვიზუალური რეგულირების დილაკები ოპერატორისთვის, ხდება შენობაში

შემავალი და გამომავალი ტემპერატურის ზედა და ქვედა ზღვრის (მაქსიმუმი და მინიმუმი) დაყენება.

აგრეგატის გაზქურა (რომელიც თავის მხრივ პროგრამულად დამოკიდებულია რეკუპერატორის მუშაობის პროცენტულობაზე) რეკუპერატორთან ერთად იმუშავებს გარკვეული გამოთვლილი პროცენტით მანამ სანამ შენობიდან გამომავალი ჰაერის გამოთვლილი ზრვრული ტემპერატურა არ იქნება მიღწეული. მიღწევის შემდეგ გაზქურა გადადის შესვენების რეჟიმზე და სითბოს გარკვეული დროით შენარჩუნების მიძნით რეკუპერატორი კვლავ განაგრძობს მუშაობას. ეს პროცესი გაგრძელდება მანამდე სანამ ტემპერატურა არ ჩამოვარდება მინიმუმ ზღვარს ქვემოთ. შემდეგ კვლავ მეორდება იგივე ციკლი.



3.3. დროის გრაფა

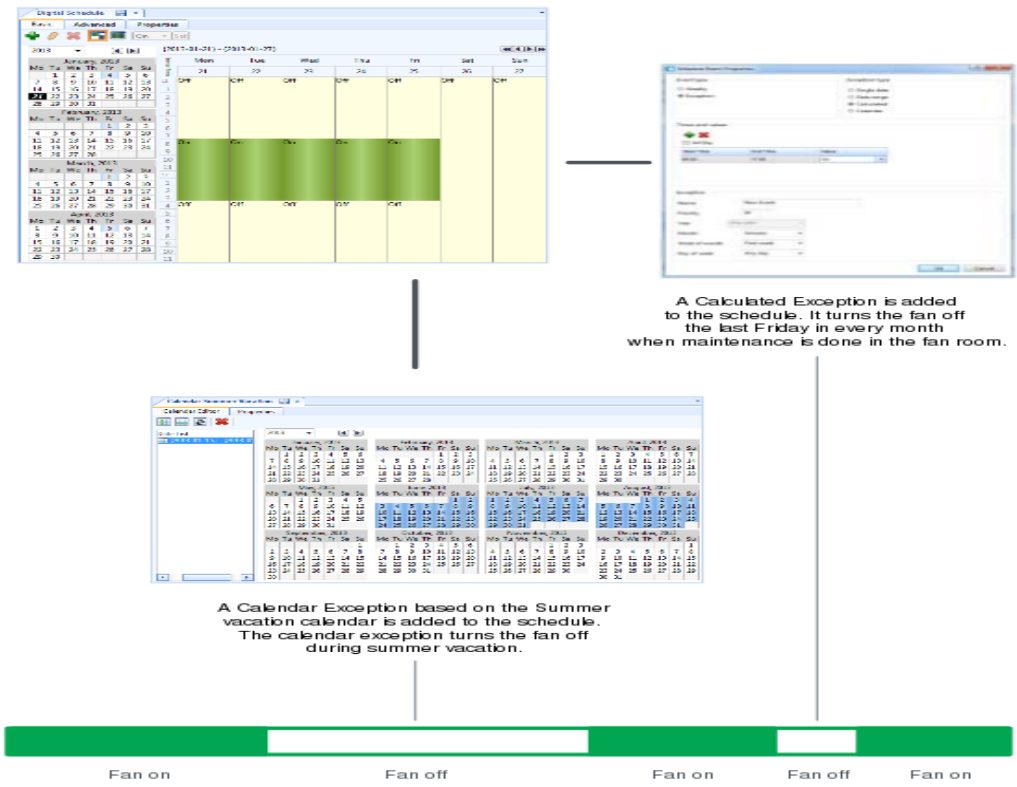
მითითებული ტემპერატური ზღვრების გარდა პროგრამა დიდ ეკონომიას და დროის შეღავათს აკეთებს ავტომატური დროის გრაფების მეშვეობით. სისტემას შეუძლია ავტომატურად გაეშვას და გაითიშოს მონიშნული დროის განმავლობაში. შესაძლებელია დროის მონიშვნა კვირით, თვით ან წლით წინასწარ.

მოცემული შენობის მაგალითზე აგრეგატები დაყენებულია სავაჭრო ცენტრის მუშაობის დროის მიხედვით რაც მნიშვნელოვან დანაზოგს იძლევა გაზის და ელექტრო ენერჯის ხარჯებზე.

საქართველოს ეროვნული ბოტანიკური ბაღის ტროპიკული ორანჟერეის გათბობაზე თვეში საჭირო თანხა შეადგენს მიახლოებით 5000-7000 ლარი რაც გათბობის სეზონზე 30 000-40 000 ლარამდე მოითხოვს. ტემპერატურის რეგულირების ავტომატური სისტემის დანერგვის შედეგად ცნობილია, რომ მოსალოდნელია 25%-მდე ბუნებრივი აირის ეკონომია, ამიტომ სეზონზე დაზოგილი თანხა 10 000 ლარს შეადგენს, ხოლო წარმოდგენილი პროექტის ღირებულება არ აღემატება 20 000 ლარს ანუ კლიმატის ავტომატური მართვის და რეგულირების სისტემა ამოიღებს თავის ღირებულებას 2 წელიწადში. გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, ტროპიკული ორანჟერეის გამგის ინფორმაციით, მთელ რიგ ტროპიკულ მცენარეებს სჭირდება გარკვეული კლიმატური პირობები (მაღალი ტენიანობა 70-80% და ტემპერატურა არანაკლებ 18-20°C), რომლის მიღწევა შეუძლებელია ტემპერატურის კონტროლის და რეგულირების გარეშე. ზოგიერთი ტროპიკული მცენარის მოვლის ძირითადი პრინციპების შემაჯამებელი ცხრილი მოცემულია დანართ 1-ში

კვლევის მიზანი და ამოცანები

კვლევის მიზანია საქართველოს ეროვნული ბოტანიკური ბაღის ტროპიკული მცენარეებისთვის ოპტიმალური კლიმატური რეჟიმების დადგენა და კლიმატური პირობების ავტომატური რეგულირება.



ნახ.16. დროის გრაფა

საგამოფენო დარბაზის მცენარეთა სპეციფიკიდან გამომდინარე პირველ ამოცანას წარმოადგენს ოპტიმალური ტემპერატურული დიაპაზონის დადგენა და ტემპერატურის სენსორიდან კონტროლერზე მიღებული ინფორმაციის გადამუშავება და გათბობის ქვაბთან კავშირის საშუალებით პროპორციულ-ინტეგრირული დიფერენციალური რეგულირება. მეორე ამოცანაა ტენიანობის ოპტიმალური რეჟიმის დადგენა და გამაფრვეველი ან გამწოვი მოწყობილობების საშუალებით მისი რეგულირება. აღსანიშნავია, რომ ტროპიკული ორანჟერეის საგამოფენო დარბაზის ჭერში დამონტაჟებულია სარწყავი სისტემა, რომელიც უმოქმედოა, საჭიროა მფრქვევანების ჩანაცვლება, მილების შეკეთება და სისტემის გამართვა, სამსვლიანი სარქველის აქტუატორის(ელამძრავის) კონტროლერთან დაკავშირება და სენსორიდან უკუკავშირის სიგნალით ტენიანობის რეგულირება. მესამე ამოცანას წარმოადგენს ლოგიკური

პროგრამირებადი კონტროლერის და სენსორული გადამწოდის შერჩევა, თხევადკრისტალური დისპლეიზე ტენიანობის, ტემპერატურის, ჰაერში ნახშიროჟანგის შემცველობის პროცენტული მაჩვენებლის ინფორმაციის გამოტანა.

პროექტის საქმიანობები

1. ტროპიკული ორანჟერეის ტემპერატურის და ტენიანობის ავტომატური რეგულირების სისტემის პროექტის შედგენა;
2. პროგრამირებადი კონტროლერის, სენსორების, სარქველის, კაბელების, ავტომატური ამომრთველებისა და რელეების შერჩევა და შექმნა;
3. კვების ფარის მოწყობა, კონტროლერის მონტაჟი;
4. სენსორების მონტაჟი მათი დაკავშირება კონტროლერთან, საკაბელო ხაზების მონტაჟი;
5. სარქველის მონტაჟი წყალსადენ მილზე, მისი დაკავშირება კონტროლერთან, წყალსადენი მილის შეერთება სარწყავ სისტემასთან, მფქრვევანების ჩანაცვლება;
6. გამწოვი ვენტილატორის მონტაჟი და რელეს საშუალებით მისი შეერთება კონტროლერთან;
7. გათბობის ქვების შეერთება კონტროლერთან;
8. სისტემის პროგრამირება გაშვება- გამართვის სამუშაოები.

3.4. მოსალოდნელი შედეგები

საქართველოს ეროვნული ბოტანიკური ბაღის ტროპიკულ მცენარეთა ორანჟერეაში ოპტიმალური კლიმატური პირობების შექმნა, გათბობაში გადასახდელი თანხის დაზოგვა.

პროექტის განხორციელებისათვის საჭირო მასალების ხარჯთაღრიცხვა

1. პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერი 1ც-3500ლ
2. ლონ კაბელი 300მ -900ლ, +ძალოვანი კაბელი 3 X 2.5mm² 100მ-100ლ = 3000ლ
3. შიდა მონტაჟის ელექტრული ფარი, ავტომატური ამომრთველები, რელეები-3000ლ
4. გადამწოდები (სენსორები) 2ც- 1500ლ
5. კაბელის, გამწოვი ვენტილატორის, ფარის, ამომრთველების, სამონტაჟო სამუშაო - 900ლ
6. გამწოვი ვენტილატორი, წყლის სარქველი, მფრქვევანები 20ც, მილის შეკეთება- 2500ლ

სულ: 15 000ლ

3.5. სისტემის აღწერილობა

აღსანიშნავია, რომ წლის განმავლობაში გარე ჰაერის ტემპერატურა იცვლება, როგორც გათბობის სეზონის, ასევე დღე-ღამის განმავლობაში. შიგა ჰაერის ტემპერატურა კი მთელი ამ ხნის მანძილზე მუდმივი უნდა რჩებოდეს. ასევე იცვლება შიგა და გარე ჰაერს შორის ტემპერატურათა სხვაობა, რაც იმას ნიშნავს, რომ იცვლება სათბურის თბოდანაკარგებიც. შენობის შიგნით მუდმივი ტემპერატურის შესანარჩუნებლად, სათავსში მისაწოდებელი სითბოს რაოდენობა ამ შენობის თბოდანაკარგების ტოლი უნდა იყოს. შენობათა შიგნით მუდმივი ტემპერატურის შესანარჩუნებლად ეწყობა ავტომატური რეგულირებისა და გათბობის სისტემა. სამი ძირითადი კონსტრუქციული ელემენტისაგან შედგება,ესენია:

- სითბოს წყარო, ანუ თბური გენერატორი, რომელშიც ხდება თბური ენერჯის გამომუშავება;
- თბოსადენები (მილები, არხები, ფასონური

ნაწილები), რომელთა მეშვეობით წარმოებს თბური წყაროდან მიღებული თბური ენერჯის ტრანსპორტირება სათბობ ხელსაწყოებამდე;

- სათბობი ხელსაწყოები (რადიატორები, კონვექტორები და ა.შ.), რომლებიც უზრუნველყოფენ თბომომცველიდან თბური ენერჯის გადაცემას გასათბობ სათავსებში. გათბობის სისტემებს წაეყენება შემდეგი ძირითადი მოთხოვნები:

- სანიტარიულ-ჰიგიენური - გათბობის სისტემამ გათბობის მთელ პერიოდში უნდა უზრუნველყოს ორანჟერიის სათავსების თანაბარი გათბობა ჰაერის მდგომარეობის გაუარესების გარეშე და სათბობი ხელსაწყოების ზედაპირების ტემპერატურის შემოფარგვლა;

- ეკონომიკური - გათბობის მოწყობის დაყვანილი ხარჯები იყოს მინიმალური;

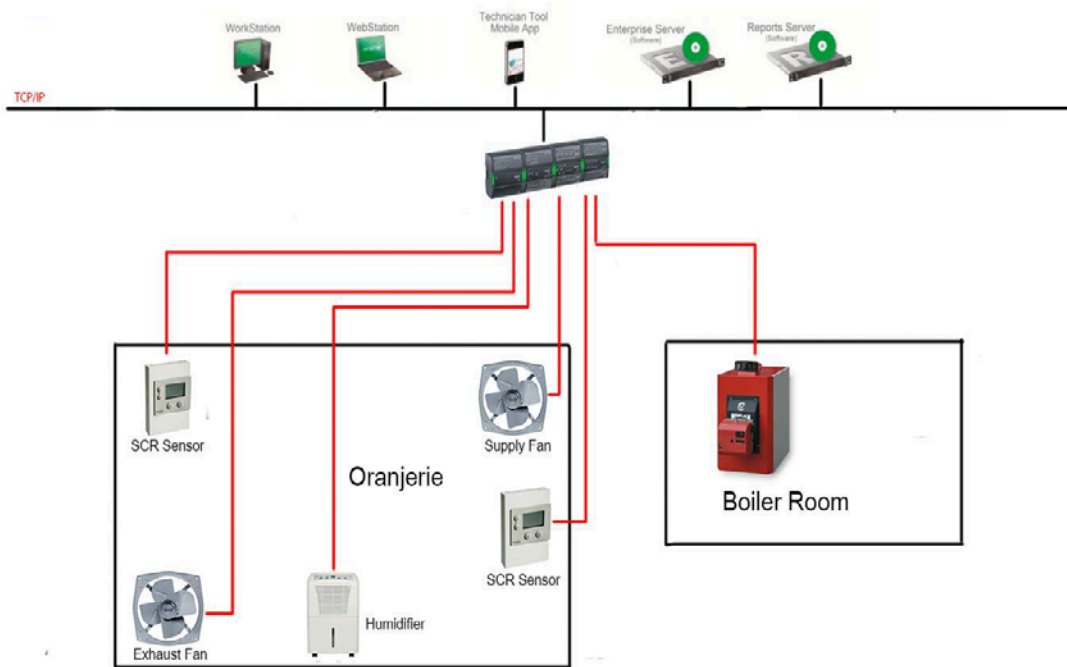
- არქიტექტურულ-სამშენებლო - გათბობის სისტემა უნდა იყოს კომპაქტური და ერწყმოდეს სამშენებლო კონსტრუქციებს;

- სამონტაჟო - გათბობის სისტემების მოწყობა უნდა ხდეს ბოდეს უნიფიცირებული ელემენტებით და შესაძლო მინიმალური ტიპური ზომებით ინდუსტრიული მეთოდების გამოყენებით.

- საექსპლუატაციო - გათბობის სისტემები უნდა იყოს მარტივი, მართვის და რემონტის

ავტომატური მართვის სისტემის სტრუქტურა

სისტემის სტრუქტურა შემდეგი კომპონენტებისგან შედგება: ქვაბის ოთახი(რომელშიც დამონტაჟებულია ორანჟერიის გათბობის ქვაბი), ორანჟერიაში განთავსებულია გაწოვის და მოდინების ვენტილატორი, 2 სენსორი და დამატენიანებელი. მართვისთვის განთავსებულია ავტომატიზაციის სერვერი (მთავარი კონტროლერი) და მასთან დაკავშირებული შ/გ მოდულები. ინფორმაციას ვიღებთ და გავცემთ სამი სახით: ადგილობრივი კომპიუტერის, მობილური აპლიკაციის, და მსოფლიოს ნებისმიერი წერტილიდან ინტერნეტის საშუალებით.



ნახ.17. ორანჟერიის კლიმატის ავტომატური მართვის სქემა

განვიხილოთ თითოეული მათგანი და სისტემის ლოგიკური სქემა:

პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერი (ავტომატიზაციის სერვერი) და კომუნიკაციის მოდულები

კონტროლერი ეს არის ავტომატიზაციის სისტემის ბირთვი. მასში ჩატვირთულია მთელი სისტემის მუშაობის ალგორითმი, ლოგიკა და მოქმედების პარამეტრები. ძირითადი ტიპი ორია - პროგრამირებადი და დაპროგრამირებული. ასევე მათზე დამოკიდებული I/O მოდულები.

კონტროლერებს და მართვის მოწყობილობებს აქვთ ტერმინალური ბაზა, რომელიც იძლევა საშუალებას მოდულის სისტემიდან ოპერატიულად ამოღები და მისი შეცვლისა. თითოეულ მოდულს აქვს ორი სახელური რომლის საშუალებითაც დაზიანების გარეშე ზედა კორპუსი ანუ ელექტრონული მოდული ცილდება ტერმინალურ ბაზას. სახელურები მათი ჩამკეტის მეშვეობით ასევე იცავენ კონტროლერს შემთხვევით

ტერმინალური ბაზიდან ამოვარდნისგან. ტერმინალური ბაზები თავის მხრივ დასმული არიან სამონტაჟო რელსზე (DIN სტანდარტის), რომელს საშუალებითაც მთავარი კონტროლერი (ავტომატიზაციის სერვერი) და I/O მოდულები თავისუფლად სრიალებენ მასზე და საშუალებას გვაძლევენ დაემატოს ან მოაკლდეს მოდულები საჭიროების მიხედვით.

მათი უნივერსალური განლაგების და საჭიროებისამებრს აწყობისთვის დიდ როლს თამაშობს კვების წყაროს უნიფიცირებული სისტემა და მოდულების ჰორიზონტალურ მწკრივში გადანაწლების სისტემა.

კვების წყაროს უნიფიცირებული სისტემა გულისხმობს კვების ბლოკის ჭკვიანურ გამოყენებას. კვების ბლოკ PS-24V ,რომელიც გამოიმუშავებს 30 W სიმძლავრეს, შეუძლია მიიბას რამოდენიმე I/O მოდული. I/O მოდულებს განსაზღვრული სიმძლავრეები აქვთ რომელიც ნაჩვენებია ცხრილში. ამის მიხედვით შეიძლება გამოითვალოს I/O მოდულების ჯამური სიმძლავრე რომელიც არ უნდა აღემატებოდეს 30W-ს ,ხოლო ლიმიტის ამოწურვის შემთხვევაში უკანასკნელი(რიგით) I/O მოდულის შემდეგ უპრობლემოდ ჯდება ახალი კვების ბლოკი ყოველგვარი კაბელის და ხელსაწყოების გარეშე.

3.6. კომუნიკაცია

შენობის მართვის სისტემებში მოწობილობების ერთმანეთთან დასაკავშირებლად სხვადასხვა კომუნიკაციის წყაროები გამოიყენება.

განხილული მოწყობილობის უნარი გახლავთ დაამყაროს კავშირი შემდეგი ტიპის კომუნიკაციებით:

- BACnet
- IP (Internet)

- LAN/WAN (Ethernet)
- LonWorks
- Modbus
- USB

ენტერპრაიზ (Enterprise) სერვერი

ენტერპრაიზ სერვერი ეს არ არის ფიზიკური ელექტრო მოწყობილობა. ეს არის ვირტუალური პროგრამა ვინდოუსისთვის რომელიც განკუთვნილია **StruxureWare Building Operation** ისთვის. ის აგროვებს ყველანაირ ინფორმაციას, ავარიულ სიგნალებს და აარქივებს მათ სხვადასხვა ავტომატიზაციის სერვერიდან. ავტომატიზაციის სერვერებისთვის მოდულების მიზმის ლიმიტი განსაზღვრულია. მაგრამ ენტერპრაიზ სერვერში დაკავშირებულია ყველა საჭირო ავტომატიზაციის სერვერი ერთად რომელიც თუნდაც სხვა ქვეყანაში არის დაინსტალირებული და მათი მართვა და კონტროლი ხდება სწორედ ამ პროგრამული სერვერის მეშვეობით. ენტერპრაიზ სერვერში მუშაობა შესაძლებელია ,როგორც Workstation დან (კონკრეტულ შენობაში ადგილზე) , ასევე Webstation დან (ინტერნეტის მეშვეობით , მსოფლიოს ნებისმიერი წერტილიდან. ერთი სიტყვით ეს არის თავი იმ დიდი შტოსი რომელსაც **StruxureWare Building Operation** ეწოდება.

ენტერპრაიზ სერვერის მხარდაჭერა აქვს შემდეგ პროტოკოლებზე:

- IP
- TCP
- DHCP/DNS
- HTTP/HTTPS
- NTP
- SMTP
-

ოპერატორი

StruxureWare Building Operation - არის სრულად გამოჩეული გარემო ფუნქციონირების და მართვის ყველა ასპექტის პროგრამული უზრუნველყოფისა. WorkStation არის პროგრამული პაკეტი ს ფანჯარა, რომლის მეშვეობითაც მომხმარებელს შეუძლია მონიტორინგი შენობის ენერჯის გამოყენებისა და მისი ეფექტურობის მუდმივად გაუმჯობესებისათვის. ესაა ინტერფეისი, სადაც ინჟინრებს და მომხმარებლებს აქვთ წვდომა შენობი მართვის სერვერთან, რის შედეგადაც მათ შეუძლიათ ნახონ და მართონ ყველა გრაფიკი, შეტყობინება, ავარიული სიგნალი მითითებული დროის შუალედში.

მომხმარებლის ანგარიშები (ექაუნტები):

StruxureWare იძლევა საშუალებას შეიქმნას ინდივიდუალური ექაუნტები ან მიებას Windows-ის ექაუნტების სისტემას, რათა მოხდეს წვდომა თითოეული კლიენტის თუ ინჟინერის შესაბამისი დონეების და პასუხისმგებლობების მიხედვით.

მორგებული ვიზუალიზაცია:

პროგრამა იძლევა საშუალებას შეიქმნას მრავალფეროვანი ვიზუალური ოპერატორის ინტერფეისი მორგებული თითოეულ მომხმარებლის ექაუნტზე. მთავარი სამუშაო ინტერფეისი აგებულია მარტივ პანელურ პრინციპზე, სადაც მომხმარებელს შეუძლია არეგულიროს თითოეული დეტალის გრაფიკული გამოსახულების ზომა, ფორმა, ანიმაცია და ფუნქციური დატვირთვა შეხედულებისდა და მიხედვით. ამის საშუალებას StruxureWare ის ქვეპროგრამა Graphics Editor იძლევა.

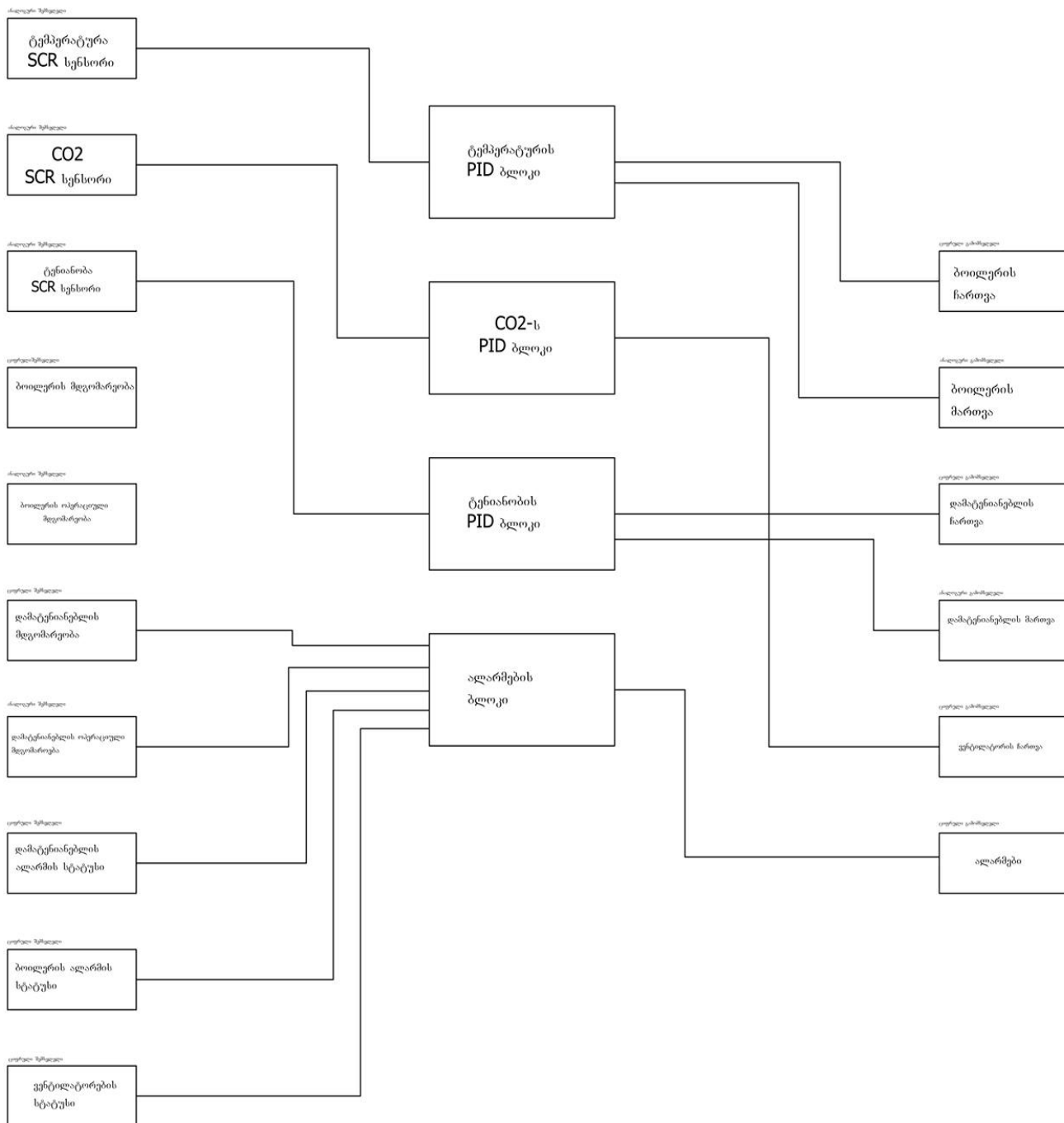
გადამწოდი (სენსორი)

მოთხოვნის და გამომდინარე ზემოთხსენებული პროექტისთვის გამოვიყენებთ სენსორს რომელსაც გააჩნია ერთდროულად რამოდენიმე პარამეტრის გაგება, როგორებიცაა : ტემპერატურა, ტენიანობა და CO2.

ასეთი სენსორია შნაიდერ ელექტრიკის SCR სენსორი, რომელსაც გააჩნია სამივე ინფორმაციის გაზომვის ფუნქცია.



ლოგიკის კონცეფცია



ნახ.18. სისტემის ლოგიკა

სენსორის საშუალებით მიღებული სამი პარამეტრის მიხედვით ინფორმაცია მიეწოდება ავტომატიზაციის სერვერს საიდანაც გაიცემა შემდეგი ბრძანებები: ტემპერატურის ნიშნულის ზღვარს 21 გადაცდენის შემთხვევაში ბრძანება მიეწოდება ქვაბს და აციების შემთხვევაში ქვაბი ჩაირთვება და იმუშავებს მანამ სანამ სენსორი არ მოგვცემს შესაბამისი ზღვარის 25ს ნიშნულის ჩვენებას. ტემპერატურის მომატების ან CO2 დაკლების შემთხვევაში ჩაირთვება მოდინების ვენტილატორი და გააგრძელებს ჰაერს ან შემოუშვებს CO2 ს ჰაერთან ერთად. ტენიანობის შემცირების შემთხვევაში (70% ნაკლები) გაიცემა დამატენიანებლის სარქველის გაღების ბრძანება და ის ავტომატურად დაიკეტება, როდესაც ტენიანობა ზვრულ პარამეტრთან (90%) მივა. ზემოდხსენებული ლოგიკა დაწერილია ფუნქციური ბლოკების ედიტორში (რომელიც შნაიდერ ელექტრიკის ერთერთი პროგრამაა) და ჩაწერილია ავტომატიზაციის სერვერში.

თავი 4.

შენობების სხვადასხვა დანიშნულების სისტემების გაერთიანება ავტომატური რეგულირების და კონტროლის ერთიან სისტემაში ენერგომოხმარების ოპტიმიზაციის მიზნით

შენობის მართვის ოთახში განთავსებულია 4 ძირითადი მართვის კომპიუტერი, რომელშიც ჩაწერილია 5 მართვის პროგრამა, რომელიც თავის მხრივ უკავშირდება მართვად კონტროლერებს ან პირდაპირ სამართავ მექანიზმებს.

პირველი კომპიუტერი განკუთვნილია განათების სისტემის სამართავად, რომელიც ხდება უშუალოდ ინტერნეტ ბროუზერით და ელექტრო მრიცხველების აღწერის პროგრამა.

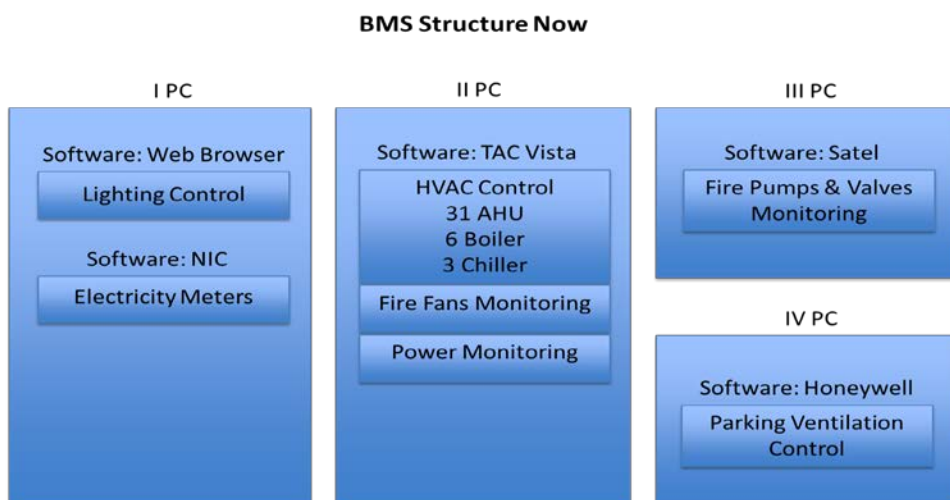
მეორეში ჩაწერილია TAC Vista რომელიც აკონტროლებს მთლიან გათბობა-გაგრილება/ვენტილაციის სისტემას, ასევე სახანძრო გაწოვებს და ძაბვის მონიტორინგს.

მესამე-სახანძრო სისტემები და ჟალუზების მართვა.

მეოთხე- პარკინგის ვენტილაცია.

მოცემულ სიტუაციაში, სავაჭრო ცენტრის ავტომატური სისტემის სტრუქტურა შემდეგნაირია:

ცხრილი 3. შშს სტრუქტურა



შნაიდერ ელექტრის ახალი სისტემა რომელსაც სახელად ქვია SBO გვამლევს საშუალებას ეტაპობრივად გავაერთიანოდ ამ ოთხ მართვის კომპიუტერში მოთავსებული სისტემები ერთ სოფთში.

თითქმის მთლიანი მართვის სისტემა გაერთიანდება ერთ პროგრამაში, რომელიც განთავსებული იქნება ერთ მართვის პროგრამაში, რაც ბევრად მოსახერხებელს ხდის შენობის ოპერირებას.

4.1. შენობა-ნაგობების ავტომატიზაციის სისტემებში გამოყენებული პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერი (ავტომატიზაციის სერვერი) და კომუნიკაციის მოდულები

კონტროლერი ეს არის ავტომატიზაციის სისტემის ბირთვი. მასში ჩატვირთულია მთელი სისტემის მუშაობის ალგორითმი, ლოგიკა და მოქმედების პარამეტრები. ძირითადი ტიპი ორია - პროგრამირებადი და დაპროგრამირებული. ასევე მათზე დამოკიდებული I/O მოდულები.

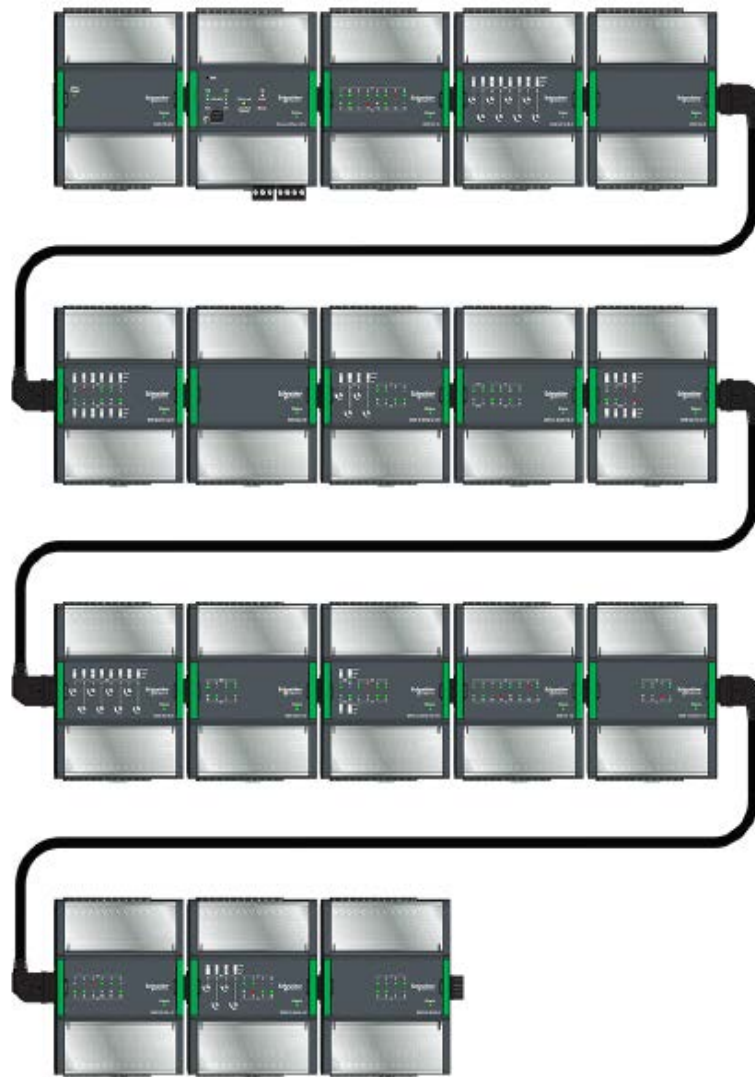
კონტროლერებს და მართვის მოწყობილობებს აქვთ ტერმინალური ბაზა, რომელიც იძლევა საშუალებას მოდულის სისტემიდან ოპერატიულად ამოღები და მისი შეცვლისა. თითოეულ მოდულს აქვს ორი სახელური რომლის საშუალებითაც დაზიანების გარეშე ზედა კორპუსი ანუ ელექტრონული მოდული ცილდება ტერმინალურ ბაზას. სახელურები მათი ჩამკეტის მეშვეობით ასევე იცავენ კონტროლერს შემთხვევით ტერმინალური ბაზიდან ამოვარდნისგან. ტერმინალური ბაზები თავის მხრივ დასმული არიან სამონტაჟო რელსზე (DIN სტანდარტის), რომლის საშუალებითაც მთავარი კონტროლერი (ავტომატიზაციის სერვერი) და I/O მოდულები თავისუფლად სრიალებენ მასზე და საშუალებას გვამლევენ დაემატოს ან მოაკლდეს მოდულები საჭიროების მიხედვით.

მათი უნივერსალური განლაგების და საჭიროებისამებრს აწყობისთვის დიდ როლს თამაშობს კვების წყაროს უნიფიცირებული სისტემა და მოდულების ჰორიზონტალურ მწკრივში გადანაწლების სისტემა.

კვების წყაროს უნიფიცირებული სისტემა გულისხმობს კვების ბლოკის ჰკვიანურ გამოყენებას. კვების ბლოკ PS-24V ,რომელიც გამოიმუშავებს 30 W სიმძლავრეს, შეუძლია მიიბას რამოდენიმე I/O მოდული. I/O მოდულებს განსაზღვრული სიმძლავრეები აქვთ რომელიც ნაჩვენებია ცხრილში.ამის მიხედვით შეიძლება გამოითვალოს I/O მოდულების ჯამური სიმძლავრე რომელიც არ უნდა აღემატებოდეს 30W-ს ,ხოლო ლიმიტის ამოწურვის შემთხვევაში უკანასკნელი(რიგით) I/O მოდულის შემდეგ უპრობლემოდ ჯდება ახალი კვების ბლოკი ყოველგვარი კაბელის და ხელსაწყობის გარეშე.

Device	Power (W)
AS (all models)	7.0
UI-16	1.8
DI-16	1.6
DO-FA-12	1.8
DO-FA-12-H	1.8
DO-FC-8	2.2
DO-FC-8-H	2.2
AO-8	4.9
AO-8-H	4.9
AO-V-8	0.7
AO-V-8-H	0.7
UI-8-DO-FC-4	1.9
UI-8-DO-FC-4-H	1.9
UI-8-AO-4	3.2
UI-8-AO-4-H	3.2
UI-8-AO-V-4	1.0
UI-8-AO-V-4-H	1.0

რაც შეეხება მოდულების ჰორიზონტალურ მწკრივში გადანაწლების სისტემას. ეს ის შემთხვევაა როდესაც ავტომატიზაციის კარადის მაშტაბები შეზღუდულია ან რაღაც მიზეზის გამო მოდულების განთავსება მასში ვერ ხდება. აქ დიდ როლს თამაშობს S-კაბელი რომელიც ტერმინალ ბაზებს ერთმანეთთან აკავშირებს და მათ გაბარიტებს და მოცულობას დრეკადს ხდის.



4.2. კომუნიკაცია

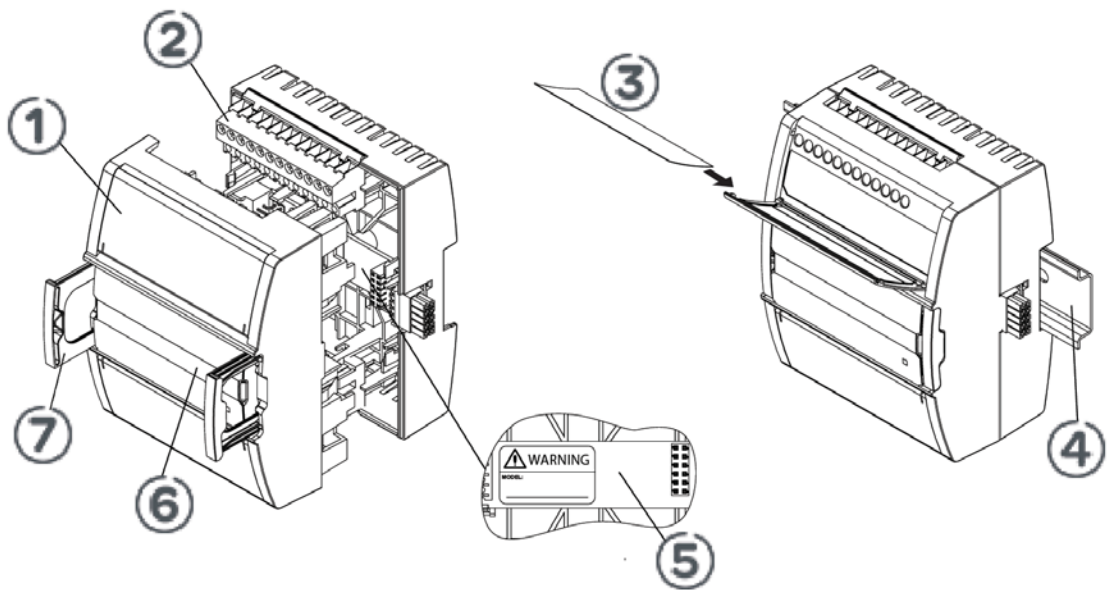
შენობის მართვის სისტემებში მოწოდებების ერთმანეთთან დასაკავშირებლად სხვადასხვა კომუნიკაციის წყაროები გამოიყენება.

განხილული მოწყობილობის უნარი გახლავთ დაამყაროს კავშირი შემდეგი ტიპის კომუნიკაციებით:

- BACnet
- IP (Internet)
- LAN/WAN (Ethernet)
- LonWorks
- Modbus
- USB

ეს უნივერსალურს და უნიკალურს ხდის ავტომატიზაციის სერვერს შენობის მართვის სისტემებში. მისი კომუნიკაციის პორტებია :

Communication port	Connection
Ethernet 10/100	IP, LAN/WAN, Modbus, BACnet
RS-485 COM A	Modbus, serial BACnet
RS-485 COM B	Modbus, serial BACnet, wireless applications
LonWorks (FT and RS-485)	LonWorks
USB host	
USB device	Automation Server Device Administrator
Backplane I/O bus	Internal power supply and I/O addressing



ნახ.19. კონტროლის(ავტომატიზაციის სერვერის) ვიზუალური და სქემატური ნახაზი

4.3. ენტერპრაიზ (Enterprise) სერვერი

ენტერპრაიზ სერვერი ეს არ არის ფიზიკური ელექტრო მოწყობილობა. ეს არის ვირტუალური პროგრამა ვინდოუსისთვის რომელიც განკუთვნილია **StruxureWare Building Operation** ისთვის. ის აგროვებს ყველანაირ ინფორმაციას, ავარიულ სიგნალებს და აარქივებს მათ სხვადასხვა ავტომატიზაციის სერვერიდან. ავტომატიზაციის სერვერებისთვის მოდულების მიზმის ლიმიტი განსაზღვრულია. მაგრამ ენტერპრაიზ სერვერში დაკავშირებულია ყველა საჭირო ავტომატიზაციის სერვერი ერთად რომელიც თუნდაც სხვა ქვეყანაში არის დაინსტალირებული და მათი მართვა და კონტროლი ხდება სწორედ ამ პროგრამული სერვერის მეშვეობით. ენტერპრაიზ სერვერში მუშაობა შესაძლებელია როგორც Workstation დან (კონკრეტულ შენობაში ადგილზე) , ასევე Webstation დან (ინტერნეტის მეშვეობით , მსოფლიოს ნებისმიერი წერტილიდან. ერთი სიტყვით ეს არის თავი იმ დიდი შტოსი რომელსაც **StruxureWare Building Operation** ეწოდება.

ენტერპრაიზ სერვერის მხარდაჭერა აქვს შემდეგ პროტოკოლებზე:

- IP
- TCP
- DHCP/DNS
- HTTP/HTTPS
- NTP
- SMTP

4.4. I/O მოდულები და ავტომატიზაციის სერვერი

I/O(Input/Output - შემავალ/გამომავალი) მოდულები, ეს არის გაფართოვების მოდული, რომელიც დამოკიდებულია მთავარ კონტროლერზე და გამოიყენება შემომავალი სიგნალების მისაღებად ან კონტროლერიდან გამოსული სიგნალების გადასაცემად.

I/O მოდულების, კვების ბლოკის და კომუნიკაციის მოდულის დამატებით , ავტომატიზაციის სერვერი შეგვიძლია გავხადოთ უნიკალურად მოთხოვნებზე მორგებული, შენობის მართვის სისტემებში. უშუალოდ ავტომატიზაციის სერვერში და მის შვილობილ I/O მოდულებში ჩატანებულია კომუნიკაცია და კვება, რაც საშუალებას გვაძლევს დავაკავშიროთ ისინი ერთმანეთთან ყოველგვარი ხელსაწყოების და გადამყვანების გარეშე. ეს ერთ ბიჯიანი პროცესი გულისხმობს თავის თავში მარტივი გასრიალებით ერთმანეთთან დაკავშირებას მოდულებისა, რაც მათშივე ჩამონტაჟებული კონეკტორების დამსახურებაა.

პროექტის სპეციფიკაციის და მოთხოვნისა და მიხედვით I/O მოდულებიც ხელმისაწვდომია მრავალნაირი სახეობის. ისინი შექმნილია გარკვეული რაოდენობის, შეზღუდული შემავალი და გამავალი წერტილების მიხედვით. მაგალითად რამოდენიმე I/O მოდული როგორც არის ციფრული შემავალი, მხოლოდ ერთი ელექტრო ტიპს უჭერს მხარს. სხვები, როგორცაა მაგალითად ციფრული შემავალით და ციფრული გამავალი წერტილებით ერთდროულად, მხარდაჭერა აქვთ კომბინირებული ელექტრული ტიპების. შესაბამისად I/O მოდულების შერჩევა ხდება პროექტის ბიუჯეტის და მოთხოვნისამებრ.

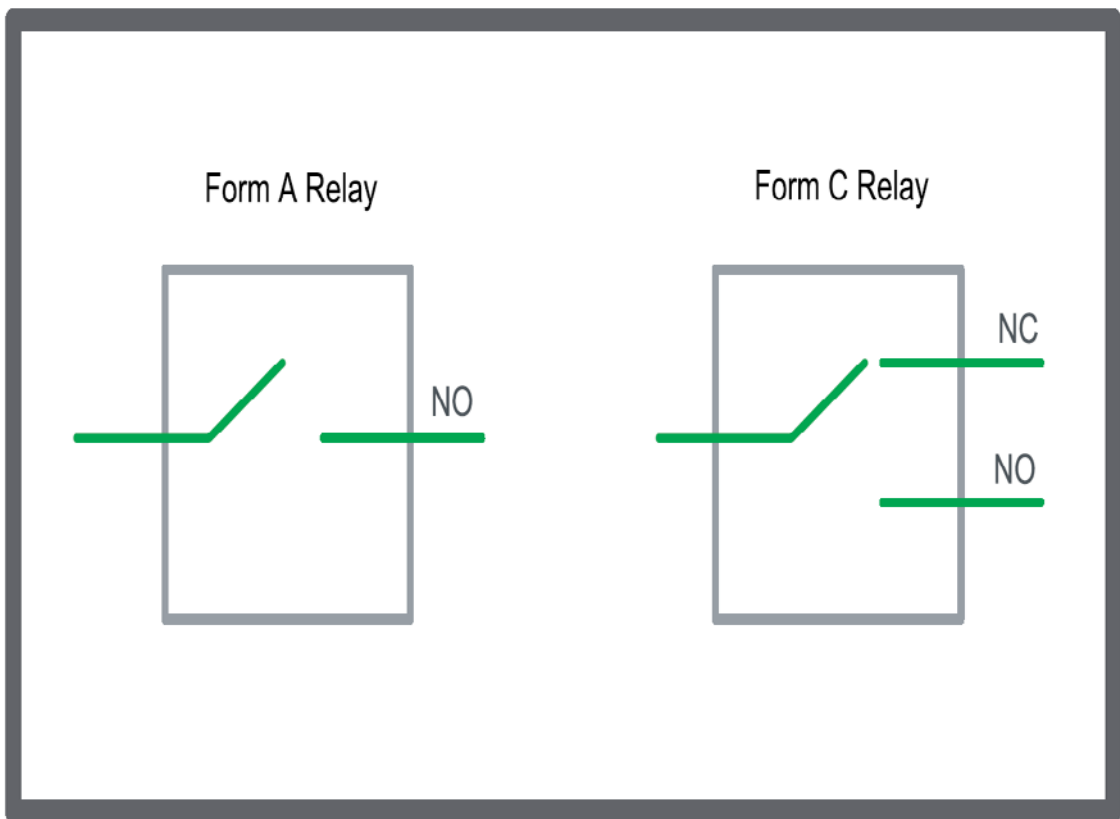
I/O მოდულების კონფიგურაციები

I/O მოდულების კონფიგურაციებისთვის გამოიყენება შემდეგი აბრევიატურები რომელიც სახელშივე გულისხმობს მოდულის ტიპს.

- AO: ანალუგური გამომავალი
- DI: ციფრული შემავალი
- DO: ციფრული გამომავალი
- UI: უნივერსალური შემავალი

რამოდენიმე სხვა აბრევიატურის ტიპიც გამოიყენება:

- FA: A ტიპის (რელე გამომავალი), შემკვრელი კონტაქტი
- FC: C ტიპის (რელე გამომავალი), გადამრთველი კონტაქტი
- H: ხელის რეჟიმი-გამორთვა-ავტო რეჟიმი (HOA)
- V: ანალოგური ვოლტაჟური გამომავალი



ნახ.20. შემკვრელი და გადამრთველი კონტაქტები

I/O მოდულების ვარიაციების ცხრილი:

I/O Module	Description
AO-8	8 Analog Current/Voltage Outputs
AO-8-H	8 Analog Current/Voltage Outputs/Hand-Off-Auto override
UI-8/AO-4	8 Universal Inputs / 4 Analog Current/Voltage Outputs
UI-8/AO-4-H	8 Universal Inputs / 4 Analog Current/Voltage Outputs/Hand-Off-Auto override
UI-8/AO-V-4	8 Universal Inputs / 4 Analog Voltage Outputs
UI-8/AO-V-4-H	8 Universal Inputs / 4 Analog Voltage Outputs/Hand-Off-Auto override
AO-V-8	8 Analog Voltage Outputs
AO-V-8-H	8 Analog Voltage Outputs/Hand-Off-Auto override
DI-16	16 Digital Inputs
DO-FC-8	8 Form C Digital Outputs
DO-FC-8-H	8 Form C Digital Outputs/Hand-Off-Auto override
DO-FA-12	12 Form A Digital Outputs
DO-FA-12-H	12 Form A Digital Outputs/Hand-Off-Auto override
UI-8/DO-FC-4	8 Universal Inputs / 4 Form C Digital Outputs
UI-8/DO-FC-4-H	8 Universal Inputs / 4 Form C Digital Outputs/Hand-Off-Auto override
UI-16	16 Universal Inputs

შემავალი მოდულები

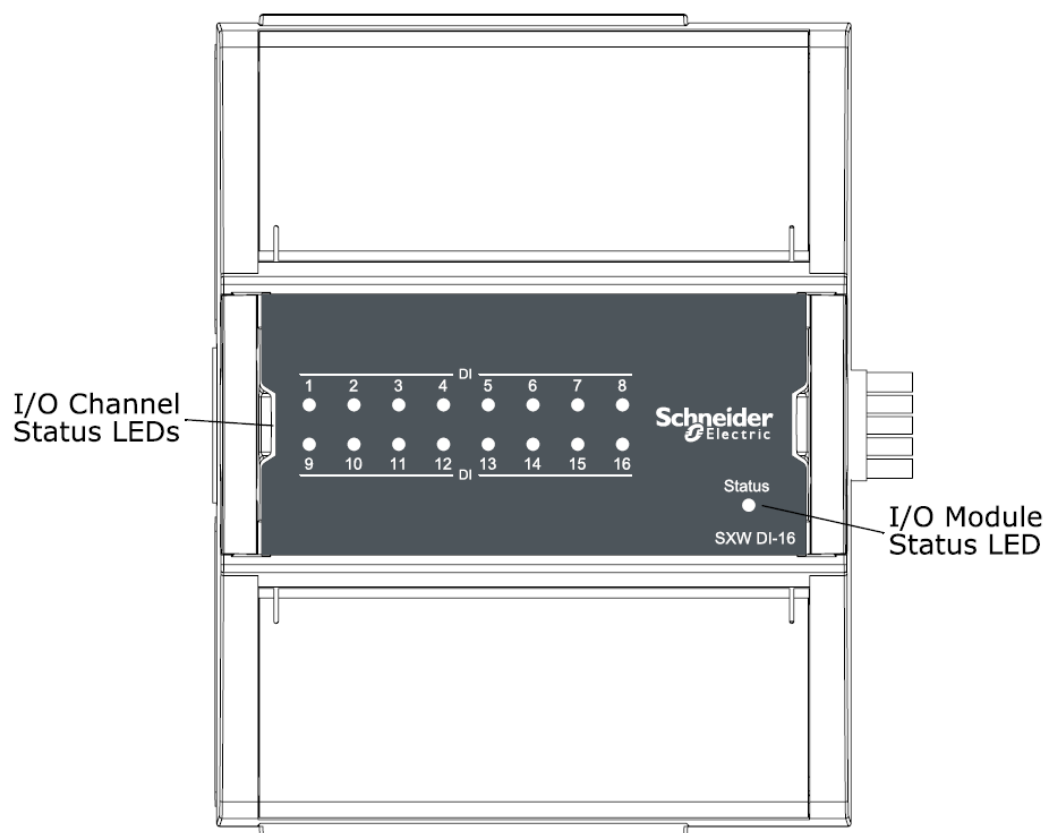
შემავალ მოდულებს აქვთ მხარდაჭერა მხოლოდ ერთი ელექტრული ტიპის. როგორცაა ციფრული ან უნივერსალური შემავალი. კონკრეტულად არსებობს ეს ორი მოდული რომელსაც განვიხილავთ

- DI-16
- UI-16

DI-16

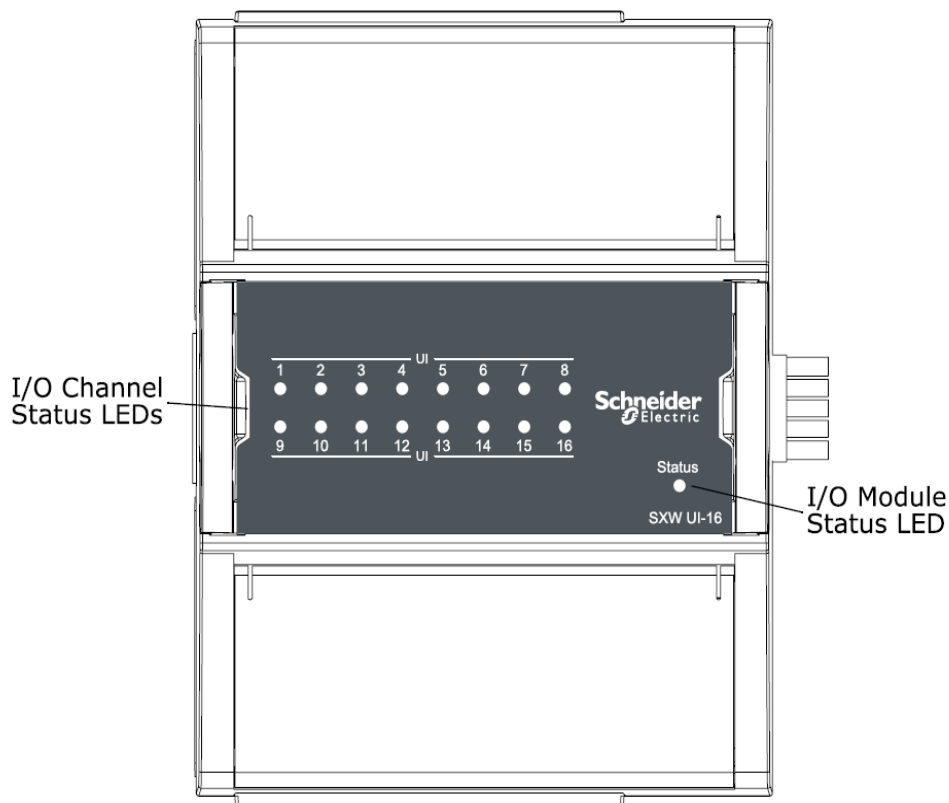
DI-16 მოდული არის ციფრული 16 წერტილიანი შემავალი. ის ძირითადად გამოიყენება დანადგარის ან ელექტრო ხელსაწყო სტატუსის მისაღებად (1/0 სიგნალი) ან რაიმე განგაშის ზედ დასაკავშირებლად.

მაქსიმალური თვლის სიხშირე 25 Hz თექვსმეტივე შემომავალ წერტილზე.



UI - 16

UI -16 არის უნივერსალური შემავალი 16 წერტილიანი მოდული, რომელსაც გააჩნია სტატუსის მაჩვენებელი თითოეულ შემავალ წერტილზე. მისი გამოყენება შესაძლებელია ტემპერატურის ნებისმიერი ცვლილებების სიგნალის მისაღებად, ასევე, წნევა, ჰავლი, სტატუსის მაჩვენებლები, ის სიგნალს იღებს 0-10 V სიგნალით შესაბამისად შესაძლებელია მისი დაკალიბრება ნებისმიერ სენსორზე და მიღება ნებისმიერი ანალოგური სიგნალის შესაბამის განზომილებაში.



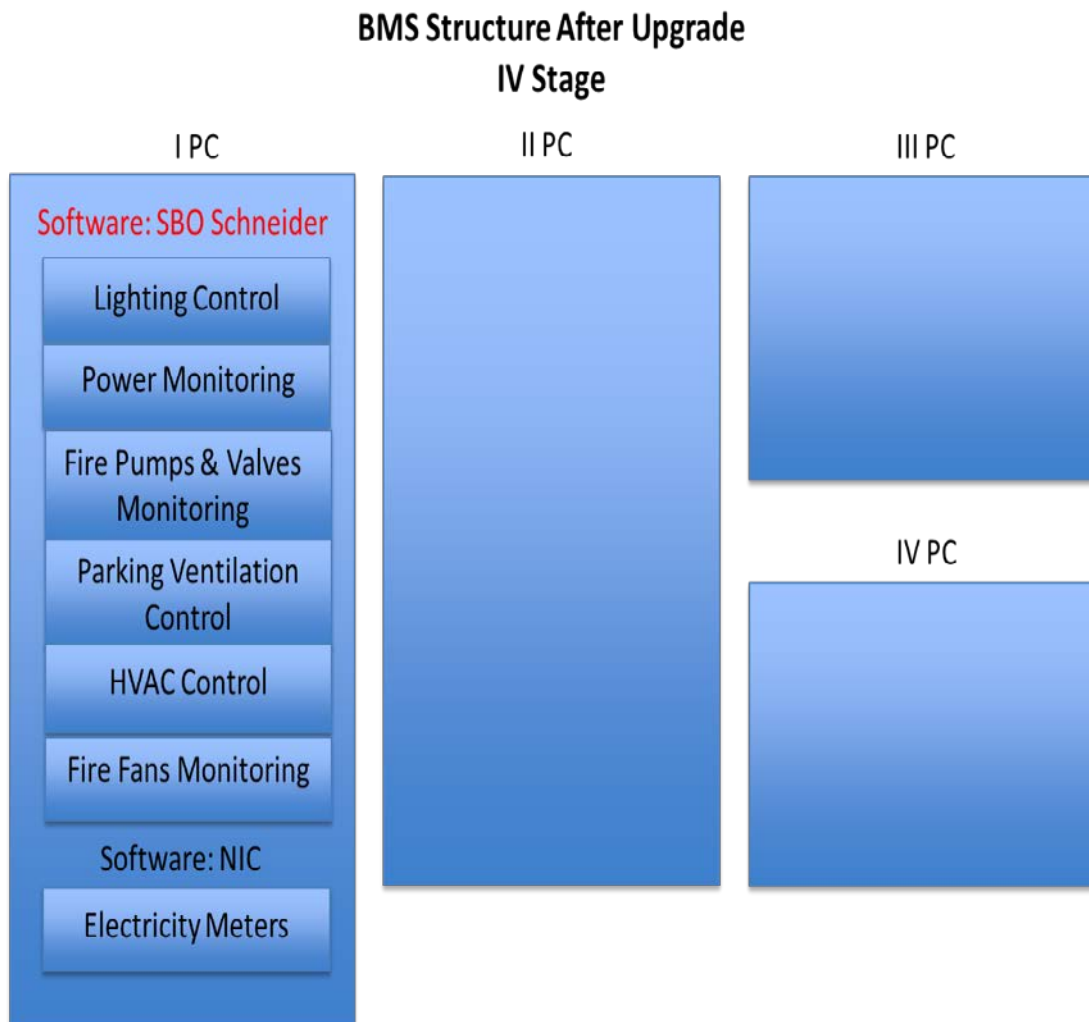
გამომავალი ტიპის მოდულები

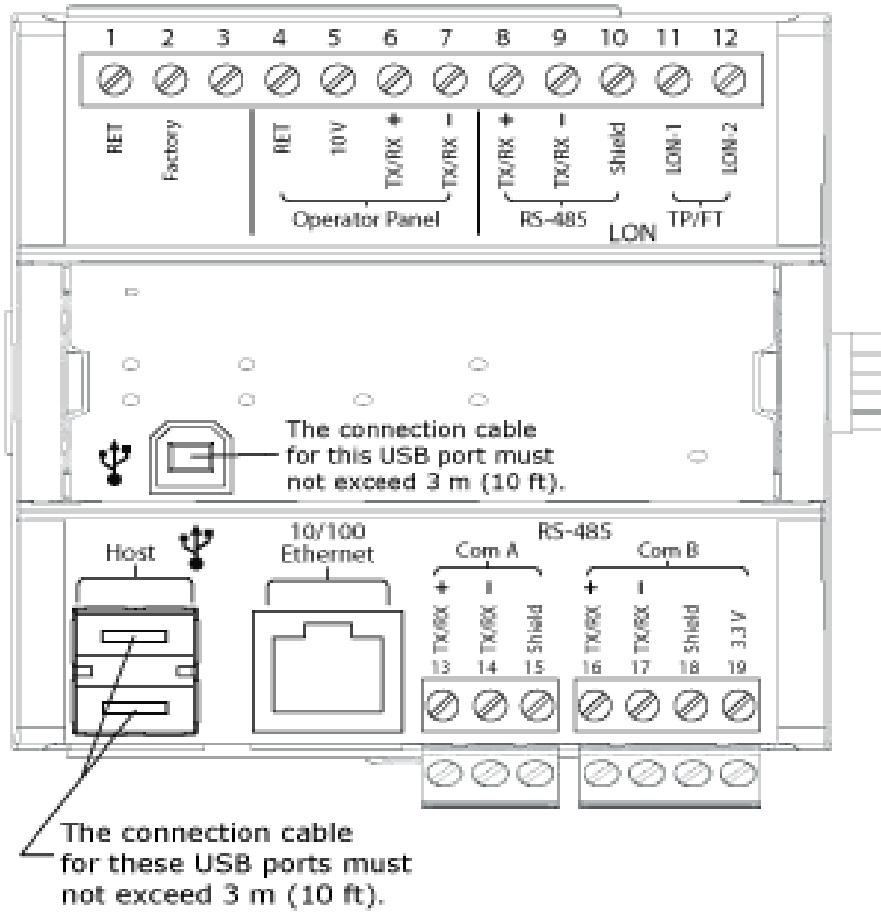
გამომავალი ტიპის მოდულებს აქვთ რამოდენიმე ელექტრული ტიპის მხარდაჭერა, როგორებიცაა ციფრული, საფეხუროვანი და პულსური

ციფრული გამოძვალ. გამოძვალ შემდეგი ტიპის I/O მოდულები
შემდეგი სახეობები არსებობს (Schneider Electric - ის ბაზაზე):

- DO-FA-12 და DO-FA-12-H
- DO-FC-8 და DO-FC-8-H
- AO-8 და AO-8-H
- AO-V-8 და AO-V-8-H

მოდული რომლის დასახელებაც მთავრდება H ით აქვს ფუნქცია, ხელის
რეჟიმი - გამორთვა - ავტო რეჟიმი.





BACnet პროტოკოლის SBO workstation გაერთიანების პროცესი



დასკვნები

1. დასაბუთებულია, რომ შენობა-ნაგებობების ელექტრომონოწილობა-დანადგარების ავტომატური მართვის სისტემების ოპტიმალური მუშაობა სტატიკურ და დინამიკურ რეჟიმებში ენერგეტიკული მაჩვენებლებისა და მუშაობის საიმედოობის ამდლებისა და უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ერთ-ერთ ძირითად ფაქტორს წარმოადგენს;

2. ჩატარებულია მსოფლიოში წამყვანი კომპანიების მიერ წარმოებული შენობა-ნაგებობების ელექტრომონოწილობა-დანადგარების თანამედროვე მართვის სისტემების გამოკვლევები და ნაჩვენებია, რომ ცალკეული მონოწილობა-დანადგარების მართვა ხორციელდება დამოუკიდებელი მართვის ქვესისტემის საშუალებით, რომელთაც ერთმანეთთან ფუნქციონალური კავშირი არ გააჩნიათ. შედეგად, აქვს ერთი და იგივე შენობის ელექტრომონოწილობების ურთიერთ შეუთანხმებელ მუშაობას და ადგილი აქვს შენობის ელექტრომომარაგების ქსელის მუშაობის საიმედოობის დადაბლებას, უსაფრთხოების დარღვევასა და ენერგეტიკული მაჩვენებლების გაუარესებას;

3. დასაბუთებულია, რომ საჭიროა შეიქმნას შენობა-ნაგებობების მონოწილობა დანადგარების ცენტრალიზებული მართვის სისტემა, რომელიც ერთდროულად აკონტროლებს ყველა შენობაში არსებულ სხვადასხვა დანიშნულების ურთიერთ ფუნქციონალურად დაკავშირებული დანადგარის პარამეტრებს და უზრუნველყოფს მათ ურთიერთ შეთანხმებულ ერთობლივ ავტომატურ მართვას;

4. შენობა-ნაგებობებში არსებული ელექტროდანადგარებისა და ელექტრომონოწილობების მუშაობის რეჟიმების გამოკვლევის საფუძველზე, დამუშავებულია ცალკეული მონოწილობა-დანადგარების ჯგუფების (ელექტრული განათების, სახანძრო წყალმომარაგების, სავენტილაციო, გათბობა-კონდენცირების და სხვა სისტემების)

ავტომატური მართვის მოდიფიცირებული ქვესისტემები. დამუშავებულია ცალკეული ქვესისტემის ფუნქციონირების ალგორითმი;

5. ცალკეული დანადგარების ჯგუფის ავტომატური მართვის ქვესისტემების საფუძველზე, დამუშავებულია შენობა-ნაგებობებში არსებული ყველა ელექტრომოწყობილობა-დანადგარების ცენტრალიზებული მართვის სისტემა და მისი ოპტომალური ფუნქციონირების ალგორითმი;

6. მართვის სისტემის ოპტომალური ფუნქციონირების ალგორითმის საფუძველზე, შემოთავაზებულია ცენტრალიზებული მართვის სისტემის მონაცემთა შეგროვების, ჩაწერისა და მონიტორინგის ცენტრის ოპერატორების მოქმედების ინსტრუქცია;

7. შემოთავაზებულია საზოგადოებრივი შენობა-ნაგებობების ავტომატური მართვის მონაცემთა შეგროვების, ჩაწერისა და მონიტორინგის სისტემების დონის შეფასების სტრუქტურა და სქემა, ევროპული სტანდარტის შესაბამისად;

8. პროგრამირებადი კონტროლიორების ბაზაზე დამუშავებული მართვის სისტემა რეალიზებულ იქნა ქ. თბილისის სავაჭრო ცენტრების „თბილისი მოლისა“ და „ისთ პოინტის“ შენობა-ნაგებობებს ელექტრული განათების, ჰაერის ვენტილაციის, გათბობა-კონდენცირების, სამაცივრო და წყალმომარაგების სისტემების ცენტრალიზებული მართვისათვის;

9. პრაქტიკული რეალიზაციით მიღებული შედეგებით დასაბუთებულია, რომ დამუშავებული ელექტროდანადგარებისა და ელექტრომოწყობილობების ცენტრალური მართვის სისტემა, ოპტომალური ფუნქციონირების ალგორითმის საფუძველზე, უზრუნველყოფს ელექტროდანადგარების მუშაობის საიმედოობის გაზრდას, შენობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფას, პარამეტრების მონიტორინგის გამარტივებას, ელექტრომომარაგების ქსელის ენერგეტიკული მაჩვენებლებისა და ენერგოეფექტურობის 20%-ით ამაღლებას.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. The European portal for energy efficiency in buildings.
2. Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 “On the energy performance of buildings”, (<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:001:0065:0065:EN:PDF>).
3. Communication from the commission COM(2008) 772 of 13.11.2008 “Energy efficiency: delivering the 20% target”.
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0772:FIN:EN:PDF>).
4. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 “On the energy performance of buildings, recast” (<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EN:PDF>).
5. European Standard EN 15232, 2007 “Energy performance of buildings. Impact of Building Automation, Controls and Building Management”, (http://www.cres.gr/greenbuilding/PDF/prend/set4/WI_22_TC-approval_version_prEN_15232_Integrated_Building_Automation_Systems.pdf
6. http://www.bacnetinternational.net/catalog/manu/tekmar/284_b_01.PDF BAS Integration Manual.
7. <http://www.schneider-electric.com/en/product-range/1432-powerlogic-egx100?N=235941942> PowerLogic EGX100.
8. <http://www.schneider-electric.com/en/product-range-presentation/62919-power-monitoring-expert-8.1/> POWER MONITORING EXPERT.
9. Деменков Н.П. Языки программирования промышленных контроллеров / Под ред. К.А. Пупкова. М.: Изд'во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 172 с.
10. Деменков Н.П. SCADA'системы как инструмент проектирования АСУ ТП: Учеб. пособие. М.: Изд'во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 328 с.

11. Деменков Н.П. Нечеткое управление в технических системах: Учеб. пособие. М.: Изд'во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 200 с.
12. Средства автоматизации. Электронная библиотека документации (версия 5.62). Schneider Electric, 2005.
13. Деменков Н.П. Программные средства оптимизации настройки систем управления: Учеб. пособие. М.: Изд'во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. 244 с.
14. Baldwin, C. et al., "Structural monitoring of composite marine piles using multiplexed fiber Bragg grating sensors: In-field applications," Proceedings: Smart Structures and Materials: Smart Systems for Bridges, Structures, and Highways, 2002, Vol. 4696, pp. 82 - 91.
15. Bernard, H.B. Kuntze. Sensor-based management of energy and thermal comfort / O. Gassmann, H. Meixner, J. Gardner, J.W. Gardner, W. Gopel (Eds.) // Sensor Application Vol. 2: Sensors in Intelligent Buildings, Wiley-VCH, Weinheim, 2001, pp. 103 – 126.
16. Boyd, L. Jankovic, Building IQ - rating the intelligent building, in: D. Boyd (Ed.), University of Central England, Henley on Thames, Intelligent Buildings, Alfred Waller in association with Unicom, London, 1994, pp. 35 – 54.
17. Burmahl. Smart and smarter-intelligent buildings graduate to new level, Health Facilities Management, (1990 (June)) pp. 22 – 30.
18. Carlini. Measuring a building IQ / J.A. Bernaden, et al (Ed.) // The Intelligent Building Sourcebook, Prentice-Hall, London, 1998, pp. 427 – 438.
19. Choi D. Will you rent an office in an intelligent building, The IT Magazine, 1995, pp. 14 – 20.
20. Woodward D.G. Life cycle costing - theory, information acquisition and application, International Journal of Project Management. 1997, 15 (6), pp. 335 – 344.
21. Loveday D.L., Virk G.S., Cheung J.Y.M., Azzi D. Intelligence in buildings: the potential of advanced modelling, Automation in Construction 1997, 6, pp. 447 – 461.

22. Abraham . D.M., Dickinson R.J. Disposal costs for environmentally regulated facilities: LCC approach, *Journal of Construction Engineering and Management*. 1998, 124 (2), pp. 146 – 154.
23. Gann D.M. High-technology buildings and the information economy, *Habitat International* 1990, 14 (2/3), pp. 171 – 176.
24. Robathan D.P. The future of intelligent buildings, in: D. Boyd (Ed.), *University of Central England, Henley on Thames, Intelligent Buildings, Alfred Waller in association with Unicom, London, 1994*, pp. 259 – 265.
25. Remer D.S., Nieto A.P. A compendium and comparison of 25 project evaluation techniques: Part 1. Net present value and rate of return methods, *International Journal of Production Economics*. 1995, 42, pp. 79 – 96.
26. Remer D.S., Nieto A.P. A compendium and comparison of 25 project evaluation techniques: Part 2. Ratio, payback, and accounting methods, *International Journal of Production Economics*. 1995, 42, pp. 101 – 129.
27. Dalia K. Data analysis in the intelligent building environment / Dalia K., Tomas P., Adam K., Sirgilijus S. // *International Journal of Computer Science and Applications*. 2014, Vol. 11, No. 1, pp. 1 – 17.
28. DEGW. Teknibank, the European Intelligent Building Group, the Intelligent Building in Europe-Executive Summary, British Council for Offices, London, 1990, pp. 1 – 23.
29. Hofmann E., G. von Wangenheim. Trade secrets versus cost benefit analysis, *International Review of Law and Economics*. 2003, 22, pp. 511 – 526.
30. Marchesi E., Hamdy A., Kunz R. Sensor systems in modern high-rise elevators / O. Gassmann, H. Meixner, J. Hesse, J.W. Gardner, W. Gopel (Eds.) // *Sensor Application Vol. 2: Sensors in Intelligent Buildings*, Wiley-VCH, Weinheim, 2001, pp. 261 – 291.
31. Mathews E., Botha C., Arndt D., and Malan A. HVAC control strategies to enhance comfort and minimise energy usage // *Energy Build*, 2001, vol. 33, no. 8, pp. 853–863.

32. Leo E.C.. Costs of intelligent buildings, in D. Boyd (Ed.), University of Central England, Henley on Thames, Intelligent Buildings, Alfred Waller in association with Uni-com, London, 1994, pp. 61 – 72.
33. Eric Udd. Fiber optic sensors: an introduction for engineers and scientists / United States of America, 2011. – 506 p.
34. Fong . F., Hanby V. I., Chow T. T. HVAC system optimization for energy management by evolutionary programming // Energy Build., 2006, vol. 38, no. 3, pp. 220–231.
35. კახიანი კ., ცხომელიძე გ. შენობების ვენტილაციისა და გათბობა-გარილების ავტომატური მართვის სისტემების კვლევა-დამუშავება. ჟურნალი „ენერჯია“. 2017, N1 (81), გვ. 6-10.
36. ცხომელიძე გ., კახიანი კ. ავტომატური მართვის და ტექნიკური მენეჯმენტის სისტემების, შენობების ენერგოეფექტურობაზე, გავლენის და შეფასების მეთოდების შედარებითი ანალიზი. ჟურნალი „ენერჯია“. 2017, N1 (81), გვ. 82-85.
37. კახიანი კ. დ. შენობების მიერ მოხმარებული ელექტროენერჯიის აღრიცხვის მართვისა და მონიტორინგის მაღალენერგოეფექტური სისტემის დამუშავება. ჟურნალი „საქართველოს საინჟინრო სიახლენი“, (GEN). 2017, №1(vol.81), გვ. 60-63.