

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

კახა კახიანი

შენობა-ნაგებობების ავტომატური მართვის სისტემების დამუშავება
პროგრამირებადი კონტროლიორების გამოყენებით

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

სადოქტორო პროგრამა: "ენერგეტიკა და ელექტროინჟინერია"

შიფრი: 0405

თბილისი

2018 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში
ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტი
ელექტრომომხმარებლის ტექნოლოგიების დეპარტამენტი

ხელმძღვანელი: ასოცირებული პროფესორი გურამ ცხომელიძე

რეცენზენტები:

დაცვა შედგება 2018 წლის "-----" ----- "-----" საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკისა და
ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის
სხდომაზე

კორპუსი VIII , აუდიტორია 708

მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი,
ასოცირებული პროფესორი

გ. გიგინეიშვილი

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

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

უნდა აღინიშნოს, რომ მსოფლიოში წამყვანი კომპანიების მიერ წარმოებული შენობა-ნაგებობების ცალკეული ელექტრომომწობილობებისა და ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების ჯგუფების (ელექტრული განათების, სავენტილაციო, გათბობა-კონდენცირების და წყალმომარაგების სისტემების, ამწე-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 ელექტრომომწობილობა 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.

სამუშაოს მიზანი. 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.

ძირითადი ამოცანები. 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.

კვლევის მეთოდები. სამეცნიერო ნაშრომში წარმოდგენილი სამეცნიერო დებულებანი დაფუძნებულია თეორიულ კვლევებზე, რომელიც თავის მხრივ ეფუძნება ცნობილ კვლევის მეთოდებს როგორცაა: სისტემური ანალიზი , მათემატიკური ანალიზი, ანალიზურ სინთეზური ინფორმაციის დამუშავების მეთოდი, სიმრავლეთა და მონაცემთა შეკრების ბაზის თეორიებზე.

სამეცნიერო სიახლე.

1. საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობა-ნაგებობებში არსებული სხვა და სხვა ფუნქციონალური დანიშნულების ელექტროტექნოლოგიური დანადგარებისა და ელექტრომოწყობილობების ინდივიდუალური ავტომატური მართვის ქვესისტემების მუშაობის რეჟიმების გამოკვლევის საფუძველზე დამუშავებულია, პრინციპულად ახალი, ყველა მოწყობილობა-დანადგარების ჯგუფის ცენტრალური (ერთიანი) მართვის სისტემა.

2. დამუშავებულია ინდივიდუალური ავტომატური მართვის ქვესისტემებისა და ცენტრალიზებული მართვის სისტემის ოპტომალური ფუნქციონირების ალგორითმები;

3. შემოთავაზებულია საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობა-ნაგებობების ცენტრალური მართვის სისტემის მნიშვნელოვანი ფაქტორების მონაცემთა შეგროვების და ანალიზის ერთიანი პროგრამული უზრუნველყოფა;

4. დამუშავებულია ავტომატური სისტემის გადაწყვეტილების მიღების სინთეზირებული ზოგადი ალგორითმი, რომელიც ეფუძნება სხვადასხვა სისტემების მნიშვნელოვანი ფაქტორების სისტემურ ანალიზს და მიდგომას.

ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულებანი. 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.

შედეგების გამოყენების სფერო. ნაშრომში მიღებული კვლევის შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნებისმიერი (საყოფაცხოვრებო და ინდუსტრიული) დანიშნულების შენობა-ნაგებობის ძირითადი ელექტროტექნოლოგიური დანადგარებისა და დამხმარე ელექტრომოწყობილობის ცენტრალიზებული მართვისათვის.

ნაშრომის აპრობაცია.

სადისერტაციო ნაშრომის ცალკეული შედეგები მოხსენებულ იქნა:

1. სტუ-ს ენერგეტიკისა და ტექნომუნიკაციის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს თავმჯდომარის ბრძანებით შექმნილი „ელექტრომომხმარების ტექნოლოგიების“ დეპარტამენტის თეორიული/ექსპერიმენტული კვლევა/კოლოქვიუმი 1-ის კომისიის სხდომაზე 16.02.2015 წ.;

2. სტუ-ს ენერგეტიკისა და ტექნომუნიკაციის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს თავმჯდომარის ბრძანებით შექმნილი „ელექტრომომხმარების ტექნოლოგიების“ დეპარტამენტის თეორიული/ექსპერიმენტული კვლევა/კოლოქვიუმი 2-ის კომისიის სხდომაზე 28.06.2015 წ.;

3. სტუ-ს ენერგეტიკისა და ტექნომუნიკაციის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს თავმჯდომარის ბრძანებით შექმნილი „ელექტრომომხმარების ტექნოლოგიების“ დეპარტამენტის თეორიული/ექსპერიმენტული კვლევა/კოლოქვიუმი 3-ის კომისიის სხდომაზე 25.02. 2015 წ.;

4. ქ.ქუთაისში 29.10.2016 წელს ჩატარებულ საეთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის „ენერგეტიკა: რეგიონალური პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები“ სექციის სხდომაზე;

5. 2017 წლის 8 დეკემბერს ჩატარებული სტუ-ს „ელექტრომობილარების ტექნოლოგიების“ დეპარტამენტის სადისერტაციო ნაშრომის წინასწარი დაცვისათვის მიძღვნილ №5 გაფართოებულ სხდომაზე.

სადისერტაციო ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა:

სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავალის, 4 თავის, დასკვნებისა და გამოყენებული ლიტერატურის ჩამონათვალისაგან. იგი მოიცავს 109 გვერდს, 3 ცხრილსა და 20 ნახაზს.

ნაშრომის ძირითადი შინაარსი

განხილულია მსოფლიოში წამყვანი კომპანიების მიერ შექმნილი შენობა-ნაგებობების ელექტროტექნოლოგიური დანადგარებისა და ელექტრომოწყობილობების ავტომატური მართვის თანამედროვე სისტემები. ჩატარებულია მათი ტექნიკური და ეკონომიკური (ენერგოეფექტურობის) მაჩვენებლების შეფასება.

შესავალში დასაბუთებულია პრობლემის აქტუალობა, ჩამოყალიბებული და განსაზღვრულია გამოსაკვლევი საკითხის წრე, ასევე კვლევის მიზანი და ამოცანები. ფორმულირებულია ნაშრომის მეცნიერულ სიახლეთა და პრაქტიკული მნიშვნელობის ძირითადი ასპექტები.

ლიტერატურის მიმოხილვაში ნაჩვენებია, რომ შენობა-ნაგებობების ავტომატური მართვის და ტექნიკური მენეჯმენტის სისტემების განვითარება და კვლევითი საქმიანობა მიმდინარეობს სამი ძირითადი კვლევის მიმართულებით :

1. მოწინავე ინოვაციური ტექნოლოგიები;
2. ეფექტურობის ანალიზი;
3. უსაფრთხოების მაჩვენებლების ამაღლება.

პირველ თავში წარმოდგენილია შენობების ენერგოეფექტურობის გაზრდის მეთოდების ზოგადი ანალიზი და ნაჩვენებია ავტომატური სისტემების დანერგვის მიზანშეწონილობა. ასევე შენობების ავტომატიზაციის და ტექნიკური მენეჯმენტის სისტემების შეფასება ევროპული სტანდარტებით.

ნაჩვენებია, რომ მსოფლიო ენერგო მოხმარების დიდი წილი მოდის შენობა ნაგებობებზე. ასე მაგალითისათვის აშშ-ს შენობებში ენერგომოხმარება 1980-2009 წლამდე გაიზარდა 48%. მოსალოდნელია 2035 წლისათვის დღევანდელი მაჩვენებელი გაიზარდოს კიდევ 17%. ზემოთ

აღნიშნული ზრდის ტენდენცია ეხება როგორც განვითარებულ ქვეყნებს ასევე ქვეყნებს გარდამავალი ეკონომიკით.

შენობების ავტომატიზაციის აუცილებლობაზე მეტყველებენ ციფრები. გათბობა ვენტილაციაზე და გაგრილებაზე იხარჯება შენობებში მოთხოვნილი ენერჯის 83%-მდე და მხოლოდ 15 % განათებაზე.

წარმოდგენილი თავი ასახავს თანამედროვე მიდგომებს ენერგოეფექტურობის შეფასების სფეროში და არის სრულ შესაბამისობაში თანამედროვე ევროკავშირის სტანდარტებთან. მასში გამოყენებულია 2010/31/ეუ ევროპული პარლამენტის დირექტივის შესაბამისი ტერმინოლოგია და ევროპული კავშირის სტანდარტში მოცემული შენობების ენერგეტიკული მახასიათებლები.

განვითარებული ქვეყნების უმეტესობაში მიღებულია პროგრამები ენერგოეფექტური ტექნოლოგიების განვითარებაზე, ენერჯის მოხმარებაზე განახლებადი წყაროებიდან და მხუთავი აირების და ნახშიროჟანგის შემცირებაზე. მაგალითად ევროკავშირის 2008 წლის ცნობილი მიზნების „20-20-20“ შესაბამისად 2020 წელს 1990 წელთან შედარებით უნდა შემცირდეს:

1. 20% ენერჯის მოხმარება
2. 20% სასათბურე აირების გამოყოფა
3. 20% გაიზარდოს განახლებადი წყაროების გამოყენების წილი

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.

შემუშავებულია შენობების ენერგოეფექტურობის მახასიათებლების ანგარიშის მეთოდოლოგია ,რომელიც ეფუძვნება დამახასიათებელ რეგიონალურ და ნაციონალურ სპეციფიკას. ენერგოეფექტურობის ანგარიშის დროს გამოიყენება სხვადასხვა მეთოდები, მაგალითად: იმიტაციური მოდელირება, ტესტირება, მონაცემების სტატისტიკური დამუშავება და აშ. ამ მეთოდოლოგიის კლასიფიკაცია მოცემულია ევროპული პარლამენტის დირექტივაში 2009/125/EC 21.10.2009. ამ დოკუმენტში ასევე მოცემულია ნაწარმის წარმოებისას ეკოლოგიური დიზაინის მოთხოვნები რომლებიც დაკავშირებულია ენერგომოხმარებასთან. მარკირებაში მოცემული ინფორმაციის შესახებ მოთხოვნები განისაზღვრება დოკუმენტში 2010/30/ეს 19.05.2010 ენერჯის და სხვა რესურსების მოხმარების თაობაზე.

ნაჩვენებია რომ ევროპული სტანდარტის 15232 თანახმად შენობები, მათი მართვის ავტომატური სისტემების ეფექტურობის თვალსაზრისით, იყოფა ოთხ ძირითად კლასსად:

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:

ევროკავშირის ქვეყნებში თუ ადგილობრივი ხელისუფლებას არ აქვს დამატებითი მოთხოვნები, საზოგადოებრივი თავშეყრის შენობების მინიმალური დონე ავტომატიზაციის და ტექნიკური მენეჯმენტის კუთხით უნდა შეესაბამებოდეს კლასს C. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დადგინდა, რომ საქართველოში C კლასის შენობების რიგს მიეკუთვნება მხოლოდ თანამედროვე სავაჭრო ცენტრები და ახლად აშენებული სასტუმროები.

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

ცხრილი.1. შენობების ენერგოეფექტურობის კლასის 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 უკუმინართული)									
0	ავტომატური რეგულირების გარეშე	■				■			
1	გარე ჰაერის ტემპერატურის მიხედვით რეგულირება	■	■			■	■		
2	ოთახის ტემპერატურის მიხედვით რეგულირება	■	■	■		■	■	■	

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

პირველ თავში წარმოდგენილი ანალიზის საფუძველზე მოცემულია დასკვნები:

1. ნაჩვენებია რომ ევროინტეგრაციის პროცესის პირობების დასაკმაყოფილებლად აუცილებელია საერთაშორისო და სახელმწიფოთაშორისი სტანდარტების საფუძველზე და საქართველოს სპეციფიკიდან გამომდინარე, შემუშავდეს სახელმწიფო ტექნიკური რეგლამენტი;

2. დასაბუთებულია აუცილებლობა სტანდარტის მოთხოვნების შესაბამისად სერტიფიკაციის ორგანოს და საგამოცდო ტესტირების ლაბორატორია;

3. შეთავაზებულია საზოგადოებრივი თავშეყრის შენობების ენერგეტიკული პასპორტის შემოღების და აუცილებელი სერტიფიკაციის პროცედურის საკონდებლო ბაზის შექმნა.

ნაშრომის მეორე თავი მიძღვნილია ენერგოეფექტურობის მონიტორინგისადმი. მოყვანილია ავტორის მიერ შემუშავებული მრიცხველების მონიტორინგისა და ენერგომოხმარების ოპტიმიზაციის სისტემა და მისი დანერგვა.

განხილულია შენობების ენერგოდაზოგვის ღონისძიებების განხორციელების შესაძლებლობის რამოდენიმე გზა. ღონისძიებების 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 მიხევით 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

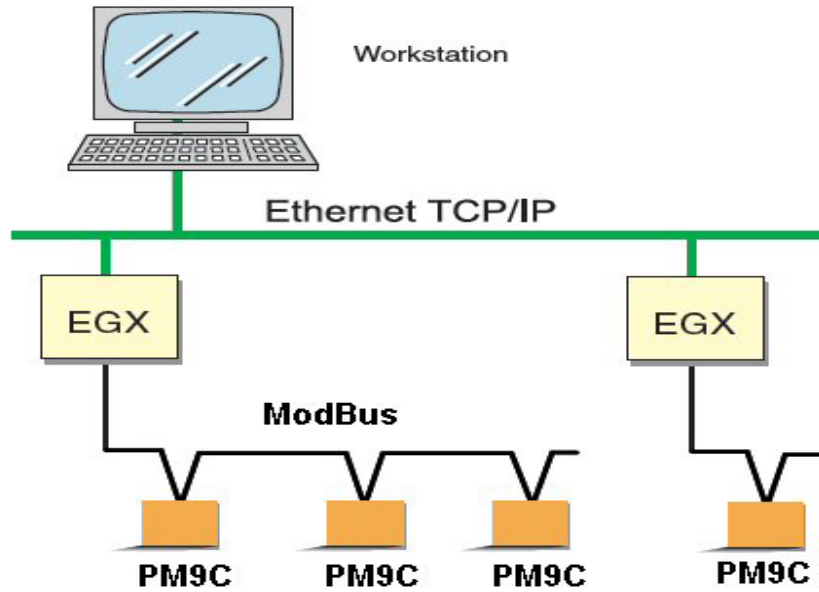
1. საფეხური-აღრიცხვის პირველადი ხელსაწყოები კავშირის მოდულებით და მოდ ბას Mod Bas RTU პროტოკოლით;

2. საფეხური მონაცემთა შეგროვების გარდაქმნის და გადაცემის მოწყობილობა EGX 100 მონაცემთა გაცვლის პროტოკოლი TCP;

3. ავტომატიზირებული სისტემის მართვის სერვერი დისპეჩინგისა და მართვის.

ფუნქციით POWER MONITORING EXPERT პროგრამული უზრუნველყოფით აღრიცხვის ხელსაწყოები გვაძლევენ საშუალებას მოვაწყოთ კავშირის არხები ჩამენებული 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.

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



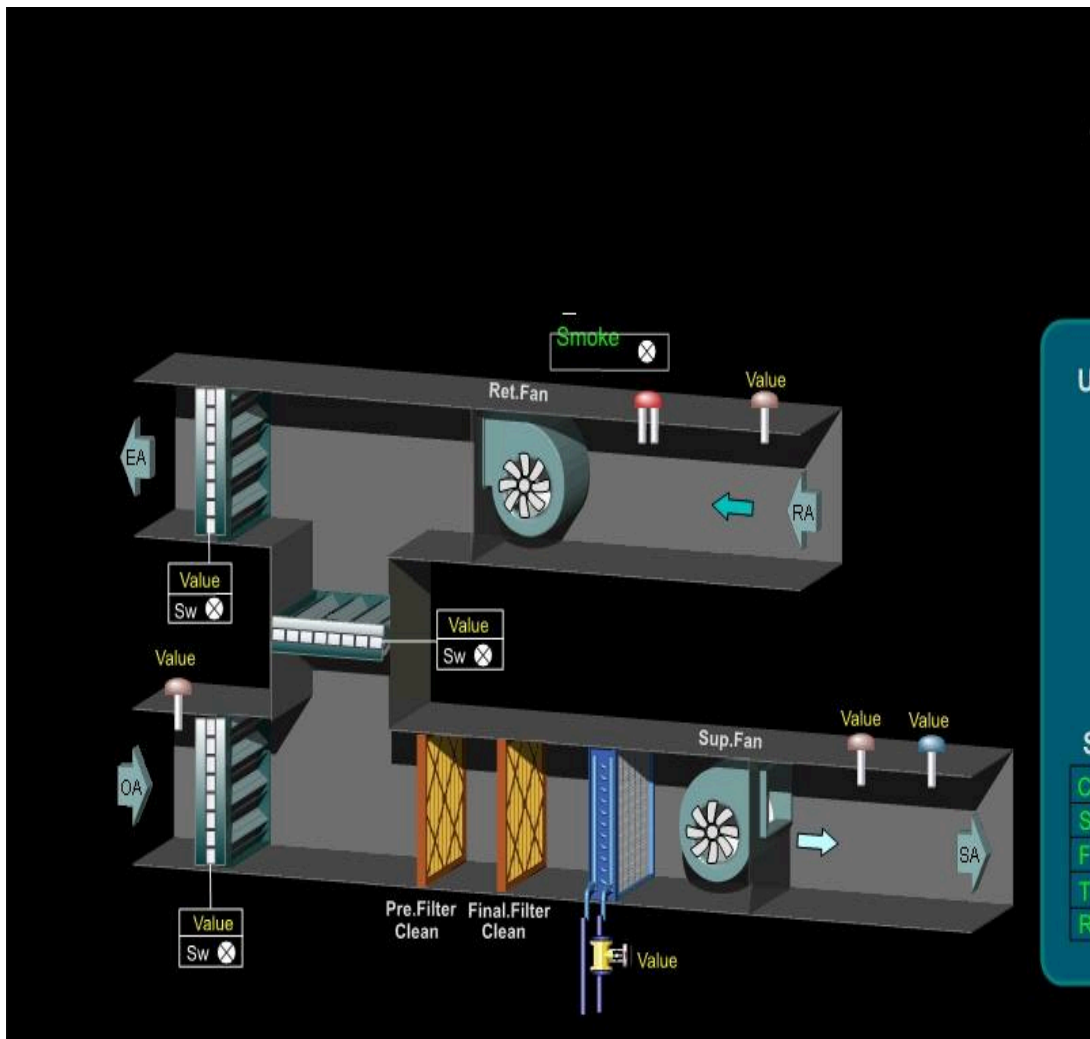
ნახ.1 ელექტროენერჯის ავტომატური აღრიცხვის სისტემის სტრუქტურა

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 100EG უკავშირდება უახლოეს TCP სვიჩებს (ამომრთველებს). ქსელის საშუალებით მთელი სისტემა თავს იკრებს მართვის კომპიუტერში საიდანაც ხდება სისტემის დისპეჩერიზაცია PO POWER MONITORING EXPERT (პროგრამული უზრუნველყოფა).

ნაშრომის მესამე თავში მოყვანილია ავტორის მიერ შემომუშავებული გათბობა-ვენტილაციის სისტემის ოპტიმალური რეგულირების ავტომატური სისტემა 100 000 მ2 სავაჭრო ცენტრის და ბოტანიკური ბაღის ორანჟერიის მაგალითზე.

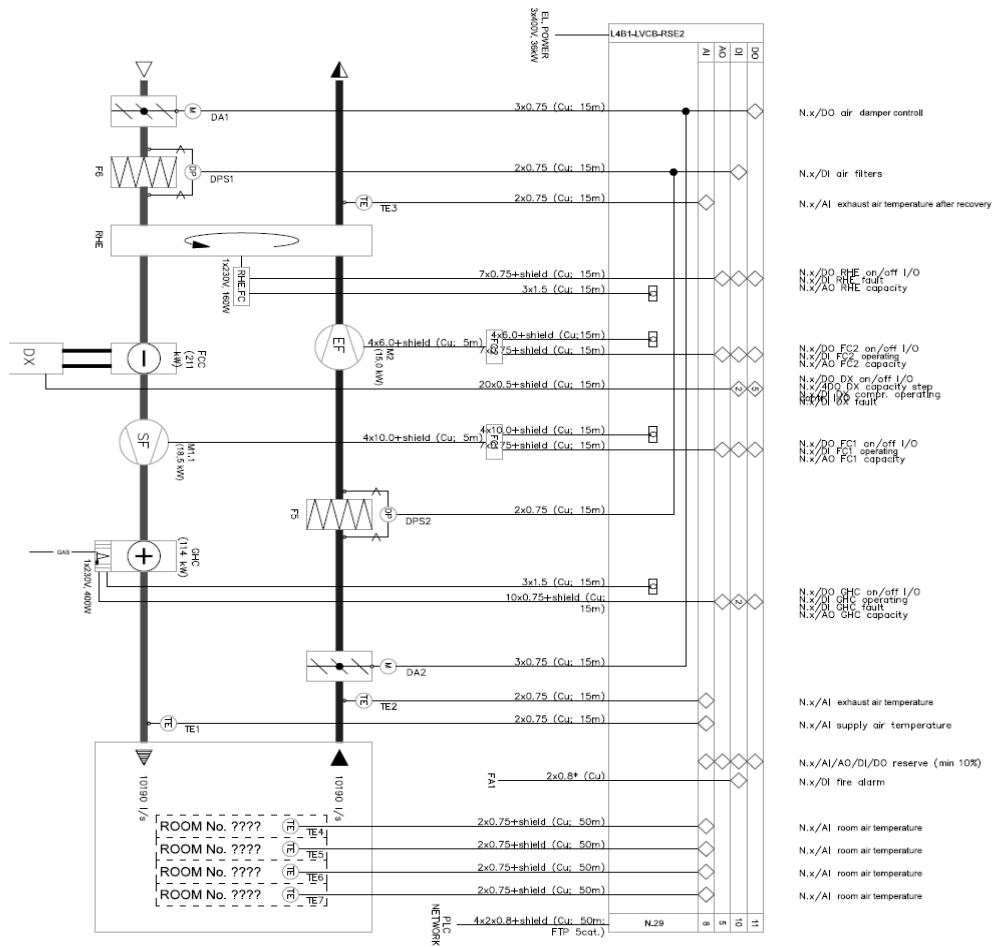
ნაშრომში აღწერილია BMS სისტემის პრაქტიკულ გამოყენებაზე ერთერთი დიდი სავაჭრო ცენტრის მაგალითზე, სადაც ავტომატიზაცია გამოყენებულია გათბობა-ვენტილაცია-გაგრილების სისტემის მართვისათვის.

შენობაში გათბობა-ვენტილაცია-გაგრილების სისტემა აგებულია 30 სხვადასხვა ვენტ დანადგარის ერთობლივი მუშაობით. კონკრეტულ სიტუაციაში მოცემული გვაქვს ოთხი ტიპის ვენტ დანადგარი რომლებიც ერთმანეთისგან განსხვავდებიან ფუნქციური სტრუქტურით.



ნახ.2 ვენტაგრეგატის ვიზუალური ნახაზი

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



ნახ.3 ვენტაგრეგატის სქემატური ნახაზი

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.

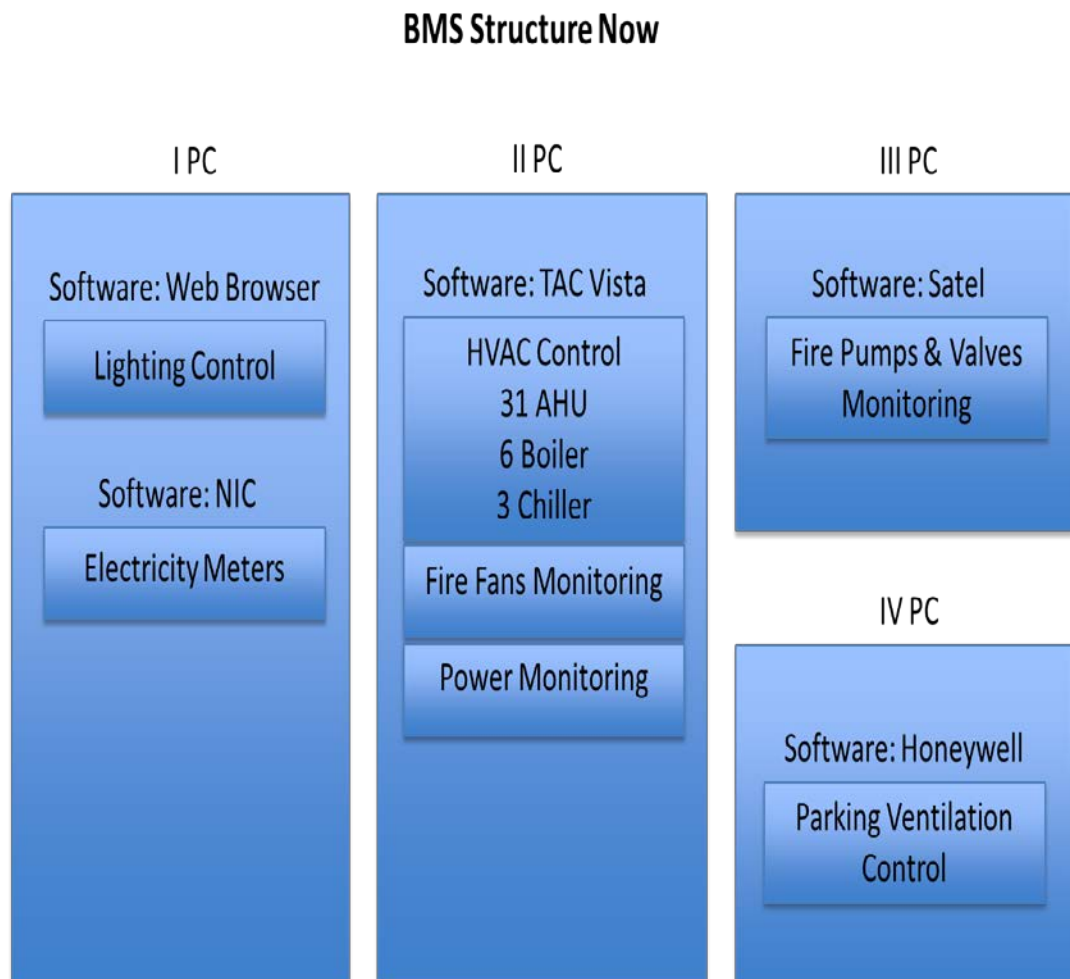
მეოთხე - რეკუპერაციის სისტემით, რომელიც რეკუპერატორის მეშვეობით, შენობიდან გამოსულ ჰაერს ართმევს გარკვეული რაოდენობის

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.

მეოთხე თავში ნაჩვენებია შენობების სხვადასხვა დანიშნულების სისტემების გაერთიანება ავტომატური რეგულირების და კონტროლის ერთიან სისტემაში ენერგომომხმარების ოპტიმიზაციის მიზნით.

ცხრილი 3. შშს სტრუქტურა



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 ინტერნეტბროუზერით და ელექტრომრიცხველების 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.

შნაიდერ ელექტრის ახალი სისტემა რომელსაც სახელად ქვია SBO გვაძლევს 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.

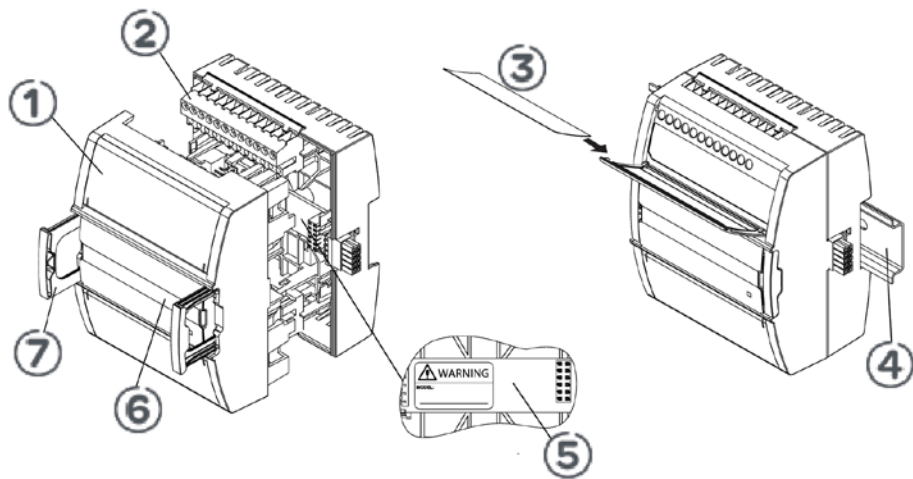
კონტროლერი ეს არის ავტომატიზაციის სისტემის ბირთვი (ნახ.4). მასში ჩატვირთულია მთელი სისტემის მუშაობის ალგორითმი, ლოგიკა და მოქმედების პარამეტრები. ძირითადი ტიპი ორია - პოგრამირებადი და დაპროგრამირებული. ასევე მათზე დამოკიდებული I/O მოდულები.

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), რომელის საშუალებითაც მთავარი კონტროლერი (ავტომატიზაციის სერვერი) და I/O მოდულები თავისუფლად სრიალებენ მასზე და საშუალებას გვაძლევენ დაემატოს ან მოაკლდეს მოდულები საჭიროების მიხედვით.

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

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



ნახ.4. კონტროლის (ავტომატიზაციის სერვერის) ვიზუალური და სქემატური ნახატი

კვების წყაროს უნიფიცირებული სისტემა გულისხმობს კვების ბლოკის ჭკვიანურ გამოყენებას. კვების ბლოკ PS-24V ,რომელიც გამოიმუშავებს 30 W სიმძლავრეს, შეუძლია მიიზას 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.

რაც შეეხება მოდულების ჰორიზონტალურ მწკრივში გადანაწლების სისტემას. ეს ის შემთხვევაა როდესაც ავტომატიზაციის კარადის მამტაბები 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.

შენობის მართვის სისტემებში მოწყობილობების 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

ენტერპრაიზ სერვერი ეს არ არის ფიზიკური ელქტრო 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 ენტერფრაიზ 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 ადგილზევე) , 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

დასკვნები

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

2. ჩატარებულია მსოფლიოში წამყვანი კომპანიების მიერ წარმოებული შენობა–ნაგებობების ელექტრომომწობილობა–დანადგარების თანამედროვე მართვის სისტემების გამოკვლევები და ნაჩვენებია, რომ ცალკეული მოწობილობა–დანადგარების მართვა ხორციელდება დამოუკიდებელი მართვის ქვესისტემის საშუალებით, რომელთაც ერთმანეთთან ფუნქციონალური კავშირი არ გააჩნიათ. შედეგად, აქვს ერთი და იგივე შენობის ელექტრომომწობილობების 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 მოწობილობა დანადგარების ცენტრალიზებული მართვის სისტემა, რომელიც ერთდროულად აკონტროლებს ყველა შენობაში არსებულ სხვადასხვა დანიშნულების ურთიერთ ფუნქციონალურად დაკავშირებული დანადგარის პარამეტრებს და უზრუნველყოფს მათ ურთიერთ შეთანხმებულ ერთობლივ ავტომატიურ მართვას;

4. შენობა–ნაგებობებში არსებული ელექტროდანადგარებისა და ელექტრომომწობილობების მუშაობის რეჟიმების გამოკვლევის საფუძველზე, დამუშავებულია ცალკეული მოწობილობა–დანადგარების ჯგუფების (ელექტრული განათების, სახანძრო წყალმომარაგრების, 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.

დისერტაციის შედეგები გამოყვეყნებულია შემდეგ ნაშრომებში:

1. კახიანი კ., ცხომელიძე გ. შენობების ვენტილაციისა და გათბობა-გარილების ავტომატური მართვის სისტემების კვლევა-დამუშავება. ჟურნალი „ენერჯია“. 2017, N1 (81), გვ. 6-10.

2. 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.

3. 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.

Summary

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.