

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

გრიგოლ მუსელიანი

ელექტროენერჯის აღრიცხვის სისტემებში ტექნიკური და
კომერციული დანაკარგების გამოკვლევა

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2012 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის
ელექტროენერგეტიკის, ელექტრონიკისა და ელექტრომექანიკის
დეპარტამენტის
ელექტროენერგიის წარმოებისა და გადაცემის მიმართულებაზე

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: სრული პროფესორი შ.ნაჭყებია
რეცენზენტები: -----

დაცვა შედგება ----- წლის ”-----” -----, ----- საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და
მეტალურგიის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს
სხდომაზე, კორპუსი -----, აუდიტორია -----
მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს
ბიბლიოთეკაში, ხოლო ავტორეფერატის - ფაკულტეტის ვებ-გვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი -----

სამუშაოს ზოგადი დახასიათება

სადისერტაციო თემის აქტუალობა. სამუშაოს აქტუალობა განპირობებულია ელექტროენერჯის ღირებულების მუდმივი ზრდით. ამიტომ ელექტრომომარაგების სისტემების ეკონომიურობის ამაღლება თანამედროვე ენერჯეტიკის მნიშვნელოვანი ამოცანაა. მასთან მჭიდროდ დაკავშირებულია ელექტრომომარაგების საიმედოობის პრობლემები, ელექტროენერჯის რაციონალური გამოყენება და მისი ხარისხის ამაღლება. დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ელექტრულ ქსელებში ელექტროენერჯის წარმოების, გადაცემის, განაწილებისა და მოხმარების პროცესში დანაკარგების შემცირების ღონისძიებათა კომპლექსს.

ელექტროენერჯია არის პროდუქციის ერთადერთი სახე რომლის გადაადგილებისათვის წარმოების ადგილიდან მომხმარებლამდე არ გამოიყენება სხვა რესურსები. ამისათვის იხარჯება თვით გადასაცემი ელექტროენერჯის ნაწილი. ამიტომ გარდაუვალია მისი დანაკარგები. ამოცანა მდგომარეობს დანაკარგების ეკონომიურად დასაბუთებული დონის განსაზღვრაში. ელექტრულ ქსელებში ელექტროენერჯის დანაკარგების ამ დონემდე შემცირება ენერგოდაზოგვის ერთერთი მნიშვნელოვანი მიმართულებაა.

ელექტრულ ქსელებში ელექტროენერჯის დანაკარგების ზრდა განსაზღვრულია მთლიანად ენერჯეტიკის განვითარების ობიექტური კანონზომიერებით. მათ შორის ძირითადია: ელექტროენერჯის წარმოების მსხვილ ელექტროსადგურებში კონცენტრაციის ტენდენციით; ელექტრული ქსელების დატვირთვის უწყვეტი ზრდით, რომელიც დაკავშირებულია მომხმარებელთა დატვირთვის ბუნებრივ ზრდასა და ხაზების გამტარუნარიანობის შემცირებასთან.

როგორც სამამულო და საზღვარგარეთის გამოცდილება გვიჩვენებს მთლიანად ქვეყანაში და სახელდობრ ენერჯეტიკაში მიმდინარე კრიზისული მოვლენები უარყოფითად აისახება ელექტროენერჯის ეფექტური გადაცემისა და განაწილების ისეთ ენერჯეტიკულ მაჩვენებელზე, როგორცაა მისი დანაკარგები ელექტრულ ქსელებში.

ამ დროისათვის დამახასიათებელია ის, რომ ეკონომიკის კრიზისსა და ელექტრულ ქსელებში დანაკარგების ზრდას შორის დამოკიდებულებას ადგილი აქვს არა მარტო საქართველოში და დსთ-ს ქვეყნებში, არამედ სხვა ქვეყნებშიც რომლებიც ეკონომიკის მართვის ცენტრალიზებული მეთოდებიდან გადადიან საბაზრო მეთოდებზე. ეს ცხადია დამოკიდებულია ასეთ პერიოდში ელექტროენერჯის მოხმარების კონტროლის შესუსტებასთან, ელექტროენერჯის მოხმარებლების, პირველ რიგში მოსახლეობის, ძირითადი ნაწილის გადახდისუნარიანობის შემცირებასთან, ელექტროენერჯის დატაცების ზრდასთან, ელექტროენერჯის აღრიცხვის ტრადიციული სისტემების არასრულყოფილების პრობლემების გამწვავებასთან და სხვა.

ელექტროენერჯის ზენორმატიული დანაკარგები ელექტრულ ქსელებში ეს არის ელექტროქსელის მფლობელი კომპანიის პირდაპირი ფინანსური ზარალი. დანაკარგების შემცირების ხარჯზე მიღებული ეკონომია შეიძლება მიმართული ყოფილიყო ქსელების ტექნიკური გადართობისაკენ; პერსონალის ხელფასის მომატებისაკენ; ელექტროენერჯის გადაცემისა და განაწილების ორგანიზაციის დახვეწისაკენ, მოხმარებლების ელექტრომომარაგების საიმედოობისა და ხარისხის ამაღლებისაკენ; ელექტროენერჯის ტარიფის შემცირებისკენ.

ელექტრულ ქსელებში ელექტროენერჯის დანაკარგების შემცირება რთული კომპლექსური პრობლემაა, რომელიც მოითხოვს მნიშვნელოვან კაპიტალდაბანდებებს, რომელიც საჭიროა ელექტრული ქსელების განვითარების ოპტიმიზაციისათვის, ელექტროენერჯის აღრიცხვის სისტემების დახვეწისათვის, ენერგოგასაღების საქმიანობასა და ქსელების რეჟიმების მართვაში ახალი ინფორმაციული ტექნოლოგიების დანერგვისათვის; პერსონალის სწავლებისა და მათი ელექტროენერჯის საზომი საშუალებების შესამოწმებელი ხელსაწყოების შექმნისათვის.

ელექტრული სისტემები წარმოადგენენ კვლევის რთულ ობიექტებს, რომლებიც შედგებიან დიდი რაოდენობის სხვადასხვა სახის ელემენტებისაგან. მათ მიეკუთვნებიან: ტრანსფორმატორები, ელექტრული ხაზები, სხვადასხვა საკომუტაციო და გამანაწილებელი მოწყობილობები, რომელ-

თაც გააჩნიათ აქტიური წინაღობა და რომლებშიც ელექტროენერჯის გადაცემისა და განაწილების დროს ხდება ენერჯის დანაკარგები. ელექტრული ენერჯის დანაკარგებს ქსელებსა და მოწყობილობებში ეწოდებათ ტექნიკური დანაკარგები.

ელექტრულ გამანაწილებელ ქსელებში ელექტროენერჯის დანაკარგები წარმოადგენენ ენერგომომმარაგებელი ორგანიზაციის ეკონომიისა და ეფექტური მუშაობის მნიშვნელოვან მაჩვენებელს.

ენერგოსისტემის თავისებურებას მიეკუთვნება მასზე ექსპერიმენტების ჩატარების შეზღუდული შესაძლებლობა და მიღებული საწყისი ინფორმაციის არასრულყოფილება. გამანაწილებელი ელექტრული სისტემების გაანგარიშებისათვის საწყისი მონაცემების არასრულყოფილება განპირობებულია იმით, რომ შეუძლებელია ყველა ელემენტზე ჩატარდეს მუდმივი გაზომვები. დატვირთვის გაზომვებს ატარებენ კონკრეტული პერიოდისათვის: ზამთარსა და ზაფხულში. დატვირთვის ცვლილებას აქვს როგორც კანონზომიერი ხასიათი ასევე შემთხვევითი რხევებიც.

ელექტროენერჯის დანაკარგების შემცირებას განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა. მაგრამ ელექტროენერჯის ეკონომიის არსებული ღონისძიებები ვერ უზრუნველფენ ენერგეტიკული მაჩვენებლების შესაძლო მაქსიმუმის მიღწევას, რადგან ენერგეტიკული სისტემების მახასიათებლების გაანგარიშების არსებული მეთოდები მხედველობაში არ იღებენ მთელ რიგ რეალურ ფაქტორებს, გათვალისწინებული არ არის დატვირთვის დროითი გრაფიკის ეკონომიური მაჩვენებლების გავლენა. გამანაწილებელი ქსელების ენერგეტიკული მახასიათებლების ხანგრძლივ პერიოდზე გაანგარიშებისას გამოიყენებენ შეზღუდული ექსპერიმენტების მონაცემებს. მოწყობილობების ღირებულებისა და ტარიფების სწრაფად ცვლას მიყვავართ ელექტროენერჯის ეკონომიის შეთავაზებული ღონისძიებების ეკონომიური დასაბუთების სიძნელეებამდე.

ელექტრული სისტემების მახასიათებლების გაუმჯობესების ამოცანა უნდა გადაწყდეს კომპლექსურად მთელი არსებული ინფორმაციის საფუძველზე, რომელიც მხედველობაში იღებს ყველა იმ რეალურ ფაქტორს,

რომლებიც არსებით გავლენას ახდენენ გამანაწილებელი ქსელის ეკონომიურ მახასიათებლებზე.

ამგვარად, მეტად აქტუალურია კომპლექსური გამოკვლევების ჩატარება იმ ფაქტორებისა და მოწიბობების გამოსავლენად, რომლებიც არსებით გავლენას ახდენენ გამანაწილებელ ქსელში ელექტროენერჯის დანაკარგების სიდიდეზე და ელექტროენერჯის დანაკარგების შემცირების პრობლემისადმი ახალი ხერხებისა და მიდგომების დამუშავება.

დღეისათვის დამუშავებულია ელექტროენერჯის დანაკარგების გაანგარიშების საკმაოდ დიდი რაოდენობა. ეს მეთოდები სპეციალისტების დიდი არმიის მრავალწლიანი შრომის შედეგია, რომლებმაც სხვადასხვა რაოდენობის წლები მიუძღვნეს ელექტრულ ქსელებში დანაკარგების ზუსტ გაანგარიშებას. ამ თემატიკით დაცულია საკანდიდატო და სადოქტორო დისერტაციების დიდი რაოდენობა, მაგრამ საკითხი დღეისათვისაც კი აქტუალურია და ბოლომდე შეუსწავლელი. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ არ არსებობს ძაბვის ყველა საფეხურზე ელექტრული ქსელის დატვირთვის შესახებ სრული და უტყუარი ინფორმაცია. ამასთანავე, რაც უფრო დაბალია ქსელის ნომინალური ძაბვა, მით უფრო ნაკლებია დატვირთვის შესახებ ინფორმაცია.

ცალკეული სპეციალისტების მიერ შემოთავაზებულ მეთოდებს შორის ძირითადი განსხვავება მდგომარეობს არასაკმარისი ინფორმაციის შევსების, განზოგადოების ხარჯზე სიზუსტის ამადლების, განვლილი პერიოდების სტატისტიკური მონაცემების გამოყენებისა და სხვათა მცდელობის ხარჯზე. ტექნიკური დანაკარგების გაანგარიშების მეთოდების უნიფიცირების დასაწყისი დაახლოებით ემთხვევა მე-20 საუკუნის 60-იან წლებში ელექტრული ქსელების რეჟიმების გაანგარიშების პრაქტიკაში გამოთვლითი ტექნიკის აქტიური დანერგვის დასაწყისს.

საბაზრო ურთიერთობის განვითარებასთან დაკავშირებით ელექტროენერჯის დანაკარგების პრობლემის მნიშვნელობა არსებითად გაიზარდა. ელექტროენერჯის დანაკარგების გაანგარიშებისა და ანალიზის მეთოდების დამუშავება და მათი შემცირებისათვის ეკონომიურად დასაბუთებული ღონისძიებების შერჩევა მრავალი წელია მიმდინარეობს. დამუშავე-

ბულია პროგრამული კომპლექსებიც, მაგრამ დანაკარგების გაანგარიშების სირთულესა და არსებითი ცდომილებების არსებობასთან დაკავშირებით უკანასკნელ ხანებში განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ელექტროენერჯის დანაკარგების ნორმირების მეთოდის დამუშავებას.

ელექტროენერჯის დანაკარგების ნორმატივების განსაზღვრის მეთოდოლოგია ჯერ კიდევ საბოლოოდ დადგენილი არ არის, განუსაზღვრელია ნორმირების პრინციპებიც კი. ნორმირებისადმი მიდგომის აზრები ძვეს ფართო დიაპაზონში – დაწყებული დადგენილი მყარი ნორმატივების სურვილიდან დამთავრებული დანაკარგების პროცენტის სახით კონტროლამდე.

მიღებული ელექტროენერჯის დანაკარგების ნორმების მიხედვით ადგენენ ელექტროენერჯის ტარიფს. ტარიფების რეგულირებას ახდენენ სახელმწიფო მარეგულირებელი ორგანოები. ენერგომომმარაგებელმა ორგანიზაციებმა უნდა დაასაბუთონ ელექტროენერჯის დანაკარგების ის დონე, რომელსაც ისინი თვლიან მიზანშეწონილად ტარიფში შესატანად, ხოლო ენერგეტიკული კომისიები ანალიზს უკეთებენ ამ დასაბუთებას და ამის შემდეგ ახდენენ ან არ ახდენენ კორექტირებას.

უკანასკნელ ხანებში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მსოფლიო ეკოლოგიურ პრობლემებს. ელექტროენერჯის დანაკარგები გარკვეულწილად დაკავშირებულია ეკოლოგიურ პრობლემებთან. კერძოდ, ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდა გარდაუვალად იწვევს ნახშირმჟავა გაზის გამონაბოლქვის გაზრდას, რაც თავის მხრივ, სპეციალისტთა მტკიცებით იწვევს დედამიწის ტემპერატურის გაზრდას. კლიმატის ცვლილებასთან ბრძოლის ჩარჩოებში ადამიანის მიერ გარემოზე ზემოქმედება მინიმუმამდე უნდა იქნეს დაყვანილი.

2008 წლის ივლისში იაპონიაში „დიდი რვიანის“ სამიტზე ლიდერი ქვეყნები შეთანხმდნენ 2030 წლისათვის ატმოსფეროში ნახშირმჟავა გაზის გამონაბოლქვი შემცირდეს 50%-ით და თავიდან ავიცილოთ ატმოსფეროს გლობალური გაჭუჭყიანება.

2007 წლის მონაცემებით მსოფლიო მასშტაბით ნახშირორჟანგის ყოველწლიურმა გამონაბოლქვმა შეადგინა 44 გიგატონა, მათ შორის 26 გიგატონა მიეკუთვნება ენერგეტიკას[4]:

ნახშირმჟავა გაზის გამოყოფის ძირითად წყაროებს (80 %-მდე) წარმოადგენენ ნავთობპროდუქტები, ბუნებრივი აირი და ნახშირი, რომელთა დაწვის შედეგად თბოელექტროსადგურებში მიიღება ელექტრული ენერგია.

აქედან გამომდინარე ელექტრული ენერჯის მოხმარების ზრდა გარდაუვალად იწვევს მისი გამომუშავებისათვის საჭირო საწვავის რაოდენობის გაზრდას და შესაბამისად, ნახშირმჟავა გაზის გამონაბოლქვის გაზრდას, რაც თავის მხრივ, სპეციალისტთა მტკიცებით იწვევს დედამიწის ტემპერატურის გაზრდას.

მსოფლიო ტენდენცია მიმართულია ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის გაზის გამოყოფის შეზღუდვისაკენ ენერგეტიკული ეფექტურობის გაუმჯობესების გზით.

ეს ტენდენცია აგრეთვე ამაღლებს ენერგეტიკულ უსაფრთხოებას უახლოეს და გრძელვადიან პერსპექტივაში.

ელექტროენერგეტიკულ სექტორშიწვრილი სტრატეგიისა და ფარული რეზერვების გამოყენებით, შესაძლებელია შევამციროთ ან სტაბილური გავხა-დოთ ელექტროენერჯის მოხმარება და შესაბამისად, ნახშირმჟავა გაზების ატმოსფეროში გამოფრქვევა.

სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს ელექტროენერჯის მოხმარების აღრიცხვის ავტომატიზაციისა და მართვის ისეთი თანამედროვე სისტემის შექმნა, რომელიც უწვევდა და ადამიანის ჩაურევლად გააკონტროლებს ელექტროენერჯის მოხმარების პროცესის მიმდინარეობას და საშუალებას მოგვცემს 0,4-6-10 კვ ძაბვის საფეხურზე მიღებული იქნეს ელექტრული ქსელის დატვირთვის შესახებ მაქსიმალურად სრული და უტყუარი ინფორმაცია.

საკვლევ ობიექტად შერჩეული იქნა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, რადგან იგი არის დაბალი ძაბვის ელექტროენერჯის ერთერთი მსხვილი მომხმარებელი (დაახლოებით 5 მლნ კვტ.სთ წელიწადში) და ამავე დროს გააჩნია დიდი დატვირთვის როგორც წრფივი, ასევე არაწრფივი მომხმარებლები.

კვლევის მეთოდები. სადისერტაციო სამუშაოს შესრულებისას გამოყენებული იქნა შემდეგი მეთოდები: ელემენტების მიხედვით გაანგარიშების,

დამახასიათებელი რეჟიმისა და დღე-ღამის, უდიდესი დანაკარგების საათთა რიცხვის, საშუალო დატვირთვისა და სტატისტიკური მეთოდები

სამუშაოს სამეცნიერო სიახლეს წარმოადგენს: საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში დამუშავებული და დამონტაჟებული თანამედროვე დისპეტჩერული მართვისა და ელექტროენერჯის მოხმრების მონიტორინგის სისტემა SCADA (Supervisory Control And Acquisition), რომელიც საშუალებას გვაძლევს 0,4-6-10 კვ ძაბვის საფეხურზე მიღებული იქნეს ელექტრული ქსელის დატვირთვის შესახებ სრული და უტყუარი ინფორმაცია, რადგანაც უფრო დაბალია ძაბვა, მით უფრო ნაკლებია დატვირთვის შესახებ ინფორმაცია. მიღებული ინფორმაციის დამუშავების საფუძველზე განისაზღვრება დანაკარგების ეკონომიურად დასაბუთებული დონე.

სამუშაოს პრაქტიკული მნიშვნელობა. სადისერტაციო სამუშაოს პრაქტიკული მნიშვნელობა შემდეგში მდგომარეობს;

1. თანამედროვე პოზიციიდან წარმოდგენილია ელექტროენერჯის დანაკარგების გაანგარიშების, ანალიზისა და ნორმირების პრობლემები და მათი პრაქტიკულად გადაწყვეტის გზები;
2. წარმოდგენილია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში დამონტაჟებული ელექტრომომარაგების მონიტორინგის თანამედროვე SCADA სისტემა, რომელიც ავტომატურ რეჟიმში აკონტროლებს არა მხოლოდ დახარჯული ელექტროენერჯის რაოდენობას, არამედ აკონტროლებს ელექტროენერჯის ხარისხს;
3. SCADA სისტემას კომპიუტერის ეკრანზე გამოაქვს და მონაცემთა ბაზაში აგროვებს ელექტროენერჯის თერთმეტი პარამეტრის: ძაბვების, დენების, აქტიური, რეაქტიული და სრული სიმძლავრეების; სიხშირის; სიმძლავრის კოეფიციენტის; ძაბვისა და დენის ჰარმონიკებისა და არაწრფივი დამახინჯების კოეფიციენტების მნიშვნელობებს როგორც დაბალი, ისე მაღალი ძაბვის მხარეს.
4. SCADA სისტემა საარქივო მონაცემების მიხედვით შესაძლებელია განისაზღვროს დანაკარგების სიდიდეები და დამახინჯების სიმძლავრეები.

5. SCADA სისტემის გამოყენება შესაძლებელია არა მარტო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ელექტრო - მომარაგების მონიტორინგისათვის, არამედ ინფორმატიკის, ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტების სტუდენტების, მაგისტრანტების, დოქტორანტებისა და პროფესორ-მასწავლებლების მიერ სასწავლო და სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების შესრულებისას.

სამუშაოს აპრობაცია. სადისერტაციო სამუშაოს ძირითადი დებულებები გამოქვეყნებულია ოთხ სამეცნიერო სტატიასა და ერთ სახელმძღვანელოში. ასევე მოხსენებული იქნა საერთაშორისო კონფერენციაზე „გარემოს დაცვა და მდგრადი განვითარება“ 2010 წ.

დისერტაციის სტრუქტურა და მოცულობა. დისერტაცია შედგება შესავალისაგან, ხუთი თავისაგან, დასკვნისა და ლიტერატურის სიისაგან. დისერტაცია წარმოდგენილია 164 გვერდზე, შეიცავს 19 ცხრილს, 46 ნახაზს და 28 დასახელების ლიტერატურულ წყაროს.

სამუშაოს ძირითადი შინაარსი

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

პირველ თავში მოყვანილია ლიტერატურული წყაროების ანალიზი, რომელთა საფუძველზე ქსელის სხვადასხვა ელემენტებში დანაკარგების მდგენელების შესწავლისა და დანაკარგების შემცირების ამა თუ იმ ღონისძიების ჩატარების საჭიროების შეფასებისათვის შესრულებულია ელექტროენერჯის დანაკარგების სტრუქტურის ანალიზი.

ელექტროენერჯის ფაქტიური (საანგარიშო) დანაკარგები განისაზღვრება როგორც ქსელში შემოსული ელექტროენერჯისა და ქსელიდან მომხმარებელზე გადაცემული ელექტროენერჯის სხვაობა. ეს დანაკარგები თავის თავში შეიცავენ სხვადასხვა ბუნების მდგენელებს: დანაკარგები ქსელის ელემენტებში, რომლებსაც გააჩნიათ სუფთა ფიზიკური ხასიათი; ელექტროენერჯის ხარჯი ქვესადგურებში დადგმული იმ მოწყო-

ბილობების მუშაობაზე, რომლებიც უზრუნველყოფენ ელექტროენერჯის გადაცემას; ელექტროენერჯის აღრიცხვის ხელსაწყოების ცდომილებით გამოწვეული დანაკარგები; ელექტროენერჯის დატაცებით, მრიცხველების მიერ აღრიცხული დახარჯული ელექტროენერჯის საფასურის გადაუხდელობით ან ნაწილობრივი გადახდით გამოწვეული დანაკარგები.

ფაქტიური დანაკარგების მნიშვნელობების რაოდენობის განსაზღვრის მეთოდების სპეციფიკისა და ფიზიკურ ბუნების შესაბამისად დანაკარგები დაყოფილია ოთხ მდგენელად:

1. ელექტროენერჯის ტექნიკური დანაკარგები ($\Delta W_{ტექ}$), რომლებიც განპირობებულია ელექტროქსელებში ელექტროენერჯის გადაცემის დროს მიმდინარე ფიზიკური პროცესებით, გამოხატული ქსელის ელემენტებში ენერჯის ნაწილის სითბოდ გადაქცევით.
2. ელექტროენერჯის საკუთარი მოხმარების ხარჯები ($\Delta W_{საკ}$), რომლებიც საჭიროა ქვესადგურების ტექნოლოგიური მოწყობილობების მუშაობისა და მომსახურე პერსონალის მოქმედებისათვის. საკუთარი მოხმარების ხარჯები განისაზღვრება ქვესადგურის საკუთარი მოხმარების ტრანსფორმატორზე დაყენებული მრიცხველებით.
3. ინსტრუმენტალური დანაკარგები ($\Delta W_{გაგ}$), რომლებიც განისაზღვრებიან გამოყენებული ხელსაწყოების მეტროლოგიური მახასიათებლებითა და მუშაობის რეჟიმებით.
4. კომერციული დანაკარგები განპირობებულია ელექტროენერჯის დატაცებით, მრიცხველების ჩვენებისა და მომხმარებლების მიერ დახარჯული ელექტროენერჯის საფასურის გადახდის შეუსაბამობით, გადახდის დაგვიანებით, გადაუხდელობითა და ასევე ენერჯის მოხმარების კონტროლის ორგანიზაციის სფეროს სხვა მიზეზებით.

დანაკარგების შემადგენელი პირველი სამი მდგენელი განპირობებულია ელექტროენერჯის ქსელში გადაცემის პროცესის ტექნოლოგიური მოთხოვნებითა და ელექტროენერჯის შემოდინება გადინების ინსტრუმენტალური აღრიცხვით. ამ დანაკარგების ჯამი კარგად აღიწერება ტერმინით - ტექნოლოგიური დანაკარგები. მეოთხე მდგენელი - კომერციული

დანაკარგები - წარმოადგენენ „ადამიანის ფაქტორის“ ზემოქმედებას და აქვს ორგანიზაციული, ეკონომიური, ფსიქოლოგიური და იურიდიული ფესვები. ისინი თავის თავში შეიცავენ ადამიანის ზემოქმედების გამოვლინებას: ზოგიერთი აბონენტის მიერ მრიცხველების ჩვენებების ცვლილებით ელექტროენერგიის შეგნებული დატაცება ან ელექტროენერგიის საფასურის არასრული გადახდა და სხვა. დანაკარგები შეიძლება იყოს ფიზიკური და ეკონომიური ხასიათის.

დაწვრილებით განხილულია დანაკარგების ოთხივე სახე, მოცემულია მათი გაანგარიშების მათემატიკური გამოსახულებები.

მოყვანილია ელექტროენერგიის კომერციული დანაკარგების სტრუქტურა რომელიც იძლევა ელექტრომომმარაგებელი ორგანიზაციის ფუქციონირების ეფექტურობის ამაღლების ძირითად მიმართულებების ფორმირების საშუალებას..

ნაშრომის მეორე თავი ეძღვნება ელექტროენერგიის დანაკარგების გაანგარიშების მეთოდებს.

დანაკარგების ზუსტი განსაზღვრა T დროის ინტერვალში შესაძლებელია ცნობილი R და ΔP_x პარამეტრებისა და მოელ ინტერვალში I(t) და U(t) დროითი ფუნქციების დროს. R და ΔP_x პარამეტრები ჩვეულებრივ ცნობილია და თვლიან მუდმივად. მაგრამ ამავე დროს გამტარის წინაღობა დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. ინფორმაცია I(t) და U(t) რეჟიმულ პარამეტრებზე არსებობს მხოლოდ საკონტროლო გაზომვების ჩატარების დღეებში. უმეტეს ქვესადგურებში, სადაც არ არის მომსახურე პერსონალი, საკონტროლო გაზომვები ტარდება 3-ჯერ დღე-ღამეში. ეს ინფორმაცია არასრულია და ნაკლებად საიმედოა, რადგან გაზომვები ტარდება განსაზღვრული სიზუსტის კლასის აპარატურით და არაერთდროულად ქვესადგურებზე. ელემენტების დატვირთვების შესახებ ინფორმაციის სრულყოფილობიდან გამომდინარე დატვირთვის დანაკარგების გაანგარიშებისათვის გამოიყენება შემდეგი მეთოდები: ელემენტების მიხედვით გაანგარიშების, დამახასიათებელი რეჟიმისა და დღე-ღამის, უდიდესი დანაკარგების საათთა რიცხვის, საშუალო დატვირთვისა და სტატისტიკური მეთოდები.

სს „თელასი“-ს მაგალითზე განსაზღვრულია 0,4კვ ძაბვის ელექტრულ ქსელებში სიმძლავრისა და ელექტროენერჯის გაშუალებული ნორმატივი.

კონკრეტულ მაგალითზე მოცემულია პროდუქციის თვითღირებულებაში ელექტროენერჯის წილის განსაზღვრის მეთოდика. პროდუქციის თვითღირებულებაზე ელექტროენერჯის ამჟამინდელი ტარიფი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს. ამიტომ ელექტროენერჯის წილის განსაზღვრა პროდუქციის თვითღირებულებაში მნიშვნელოვანი საკითხია.

დღეისათვის საქართველოში არ არსებობს სხვადასხვა სახის პროდუქციის ერთეულის წარმოებისათვის ელექტროენერჯის დადგენილი ნორმები, რაც ძალიან დიდ პრობლემას ქმნის ზოგიერთი მნიშვნელოვანი საკითხების გადაწყვეტისას.

ამავე თავში მოცემულია ელექტროენერჯის დანაკარგების შემცირების ღონისძიებებისა და ანალიზის სტრუქტურა და მეთოდები

ნაშრომის მესამე თავი ეძღვნება აღრიცხვის კვანძის უნმიშენელოვანეს ელემენტს-დენის ტრანსფორმატორს, რომელიც ძირითადად გამოიყენება საზომი ხელსაწყოების გაზომვის ზღვარის გაფართოების მიზნით, რომლებიც საშუალებას გვაძლევენ ქსელში გამავალი დიდი სიდიდის დენი დავადაბლოთ მრიცხველის ნომინალურ დენამდე. მათ უნდა უზრუნველყონ ელექტროენერჯის უტყუარი აღრიცხვა ათეულობით წლების განმავლობაში.

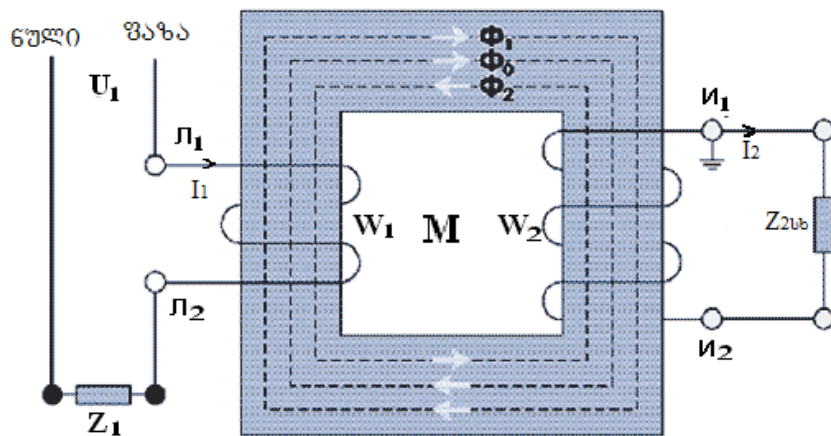
დენის ტრანსფორმატორის ნორმალური მუშაობის რეჟიმად ითვლება მისი მეორეული წრედის მოკლედ შერთვის რეჟიმი. (მაგალითად, $S_{2\phi} = 5\text{კვა}$ მეორეული დატვირთვის ნომინალური სიმძლავრისა და $I_{2\phi} = 5\text{ა}$ ნომინალური მეორეული დენის მქონე დენის ტრანსფორმატორის მეორეული წრედის მაქსიმალური გარე დატვირთვა არ უნდა აღემატებოდეს სიდიდეს:

$$Z_{2\phi\text{კვ}} < Z_{2\phi} = S_{2\phi} / I_{2\phi}^2 = 5/5^2 = 0,2 \text{ ომი.}$$

მეორეული წრედის მაქსიმალური დატვირთვა $Z_{2\phi\text{კვ}}$ ტოლია გამტართა $Z_{2\phi\text{ამ}}$ და დენის ტრანსფორმატორთან მიმდევრობით ჩართული საზომი ხელსაწყოების $Z_{2\phi\text{ს}}$ წინაღობათა ჯამის:

$$Z_{2\phi\text{კვ}} = Z_{2\phi\text{ამ}} + Z_{2\phi\text{ს}}$$

ამ რეჟიმში დენის ტრანსფორმატორის მეორეულ წრედში გადის ინდუქცირებული I_2 დენი, რომელიც თავისი მაგნიტომამოძრავებელი ძალით მაგნიტოგამტარში ქმნის Φ_2 მაგნიტურ ნაკადს, რომელიც ელექტრომაგნიტური ინდუქციის კანონის თანახმად მიმართულია პირველად გრაგნილში გამავალი I_1 დენის მიერ შექმნილი Φ_1 მაგნიტური ნაკადის საწინააღმდეგოდ (ნახ.2). შედეგად სტაციონარულ რეჟიმში გულარაში მყარდება მაგნიტური ინდუქციის შედარებით მცირე ნომინალური მაგნიტური ნაკადი $\Phi_0 = \Phi_1 - \Phi_2$, რომელიც შეადგენს პირველადი დენის მაგნიტური ნაკადის 2-3 %-ს, რომელიც მეორეულ გრაგნილში აინდუქცირებს მცირე სიდიდის (არა უმეტეს I_2) ემპ-ს. ეს ემპ მეორეულ გრაგნილში იჭერს ნომინალურ დენს I_2 -ს 0-100 % დიაპაზონში. ეს დენი თავის მხრივ პროპორციულია პირველად წრედში გამავალი დენის $I_1 = 1 - 100\% I_2$. პირველად წრედში გამავალი დენი დამოკიდებული არ არის მეორეული წრედის დატვირთვაზე და იცვლება ნულიდან ნომინალურ მნიშვნელობამდე, ხოლო პირველადი წრედის მოკლედ შერთვის შემთხვევაში ($Z_1 = 0$) ნომინალურს ათჯერ აღემატება



ნახ.2.

თუ დენის ტრანსფორმატორის მეორეულ წრედს გავთიშავთ (ავარიული რეჟიმი), მაშინ მეორეული დენის I_2 -სა და მის მიერ შექმნილი Φ_2 მაგნიტური ნაკადის გაქრობას მიყვავართ პირველადი დენის მიერ შექმნილი მაგნიტური ჯამური მაგნიტური ნაკადის მნიშვნელოვან ზრდას-თან $\Phi_0 = \Phi_2$ და შესაბამისად მეორეულ წრედში იზრდება ემპ რამდენიმე

კვ-მდე. მან შეიძლება გამოიწვიოს იზოლაციის გარღვევა და მომსახურე პერსონალის ელექტრული დენით დაზიანება.

თანამედროვე ბაზარზე წარმოდგენილია დენის ტრანსფორმატორების ათობით მოდელი, რომლებიც შეტანილია სახელმწიფო რეესტრში. ყველა ეს ნაკეთობა შეესაბამება სახელმწიფოთაშორის სტანდარტს და ბევრად ახლოა თავის დეკლარირებულ ტექნიკურ მახასიათებლებთან. მაგრამ როგორც გვიჩვენებს მათი გამოცდა და ექსპლუატაციის გამოცდილება ხანგრძლივ პერსპექტივაში ელექტროსისტემებსა და მომხმარებლებში ელექტროენერჯის ეკონომიური, უტყუარი და ზუსტი აღრიცხვისათვის ისინი ტოლფასნი არ არიან.

ამიტომ სს „თელასის მრიცხველების ლაბორატორიაში ჩატარებული იქნა დენის ტრანსფორმატორების ნიმუშების გამოცდა. გამოცდისათვის შერჩეული იქნა ოთხი ქვეყნის ოთხი ფირმის: მინსკის ელექტროტექნიკური ქარხნის მიერ გამოშვებული T – 0,66Y3 ტიპის დენის ტრანსფორმატორები კოეფიციენტებით: 50/5, 75/5, 100/5, 150/5, 200/5, 300/5, 400/5; ლიტვური ფირმა Elfitა–ს მიერ გამოშვებული TAL- 0,72 N3 ტიპის დენის ტრანსფორმატორები კოეფიციენტებით: 10/5, 150/5, 200/5, 300/5, 400/5, 600/5; სს „სამარის ტრანსფორმატორის” T–0,66Y3 ტიპის 300/5 კოეფიციენტის დენის ტრანსფორმატორი; უკრაინული ფირმა „დნესტა”–ს მიერ გამოშვებული T–0,66Y3 ტიპის დენის ტრანსფორმატორები კოეფიციენტებით: 50/5, 75/5, 100/5, 150/5, 200/5, 300/5, 400/5, 500/5, 600/5. სულ 25 ნიმუში. თითოეული ნიმუშისათვის წინასწარ შედგენილი იქნა სამკუნქტიანი პროგრამა:

- პირველადი დენის ცვლილების მთელ დიაპაზონში: 1,5,20,100,120 % I_{16} სამუშაო პირობებში გამოყენებისას დენური და კუთხური ცდომილების განსაზღვრა;
- მეორეული წრედის დატვირთვის სრული სიმძლავრის $S_2 = 25,50,75, 100$ % S_{26} დიაპაზონში ცვლილებისას ($\cos\varphi = 0,8$ და $S_2 = 0$ დროს) დენური და კუთხური ცდომილების განსაზღვრა;

- დენური და კუთხური ცდომილებების განსაზღვრა დენის ტრანსფორმატორების გრაგნილების გავლით გულარას ერთჯერადი დამაგნიტების შემდეგ;

გამოცდა ჩატარებული იქნა $U=230$ ვ ფაზური ძაბვის დროს. ყველა შემთხვევაში ნომინალური მეორეული დატვირთვა ტოლი იყო $S_{26} = 5$ ვა, $\cos\varphi = 0,8$; დატვირთვის წინააღობის მოდული იცვლებოდა ერთნაირ ფარგლებში: $Z_2=0,2; 0,15; 0,1; 0,05; 0$ ომი. დამაგნიტების გავლენის განსაზღვრისათვის დამაგნიტება ხდებოდა პირველად გრაგნილზე 5ა მუდმივი დენის მიწოდებით. ხოლო მონაცემები აღებულია, როცა $Z_2=0,2$ ომი შემთხვევის დროს ანუ $S/S_6 = 100$ %.

ნაშრომში მოყვანილია გამოცდის პროცესში მიღებული დენის ტრანსფორმატორების ზოგიერთი ნიმუშის დენური და კუთხური ცდომილებების პირველად დენზე, დატვირთვაზე და დამაგნიტებაზე დამოკიდებულების განსაზღვრის გამოცდის ოქმის მონაცემები და დამახასიათებელი გრაფიკები.

როგორც გამოცდის შედეგებმა აჩვენა დენის ტრანსფორმატორის ყველა წარმოდგენილი ნიმუში შეესაბამება სახელმწიფო სტანდარტის მოთხოვნებს გარეშე ფაქტორების გავლენის გარეშე. მხოლოდ უკრაინული ფირმა „დნესტა“-ს მიერ გამოშვებული დენის ტრანსფორმატორები მდგრადია მუდმივი დენით გულარის დამაგნიტების მიმართ, რომელიც ექსპლუატაციის პროცესში შეიძლება გახდეს ელექტროენერჯიის აღურიცხვიანობის მიზეზი, რადგანაც 2-2,5-ჯერ ზრდის დენის ტრანსფორმატორის უარყოფით დენურ ცდომილებას მომხმარებლის ნომინალურზე 50%-ზე ნაკლები დატვირთვის შემთხვევაში.

უნდა აღინიშნოს, რომ დენის ტრანსფორმატორების სიმყარე მუდმივი დენით დამაგნიტების მიმართ გამომდინარეობს გულარას მასალის თვისებიდან – იგი დამზადებულია ნანოკრისტალური შენადნობისაგან, ხოლო დანარჩენი დენის ტრანსფორმატორების გულარები დამზადებული იყო ჩვეულებრივი მაგნიტურად რბილი ელექტროტექნიკური ფოლადისაგან.

უკანასკნელ ხანებში ენერგეტიკაში ძლიერ გაიზარდა მოთხოვნები ელექტროენერჯის აღრიცხვის სიზუსტის მიმართ განსაკუთრებით დაბალი ძაბვის ქსელებში. ელექტროენერჯის აღრიცხვის სიზუსტის გაზრდის ერთერთ ხერხს წარმოადგენს ინდუქციური მრიცხველების საყოველთაო შეცვლა უფრო მაღალი სიზუსტის კლასის მქონე ელექტრონული მრიცხველებით. მაგრამ პრაქტიკაში მხოლოდ მრიცხველების შეცვლა ვერ იძლევა მოსალოდნელ შედეგს. გაზომვის სიზუსტის გაზრდის მაგიერ შეიძლება მივიღოთ უკუშედეგი.

ამ პრობლემის ერთერთი ძირითადი მიზეზი მდგომარეობს იმაში, რომ დენისა და ძაბვის ტრანსფორმატორების ექსპლუატაცია ხდება სტანდარტით დაშვებული, მათი ნომინალური პარამეტრების გაზომვის დიაპაზონის საზღვრებს გარეთ, რაც იწვევს ელექტროენერჯის მრიცხველების ჩვენებების დამახინჯებას.

ცნობილია, რომ ტრანსფორმატორს გააჩნია უქმი სვლის დანაკარგები. როდესაც აღრიცხვის კვანძი მოწყობილია ტრანსფორმატორის დაბალი ძაბვის მხარეს, მაშინ აღრიცხვის კვანძის მიერ ეს დანაკარგები არ აღირიცხება. ამიტომ ენერგოკომპანიები უკანასკნელ ხანებში ისწრაფვიან, რომ აღრიცხვის კვანძები დაყენებული იქნეს ტრანსფორმატორის მაღალი ძაბვის მხარეზე. ამ შემთხვევაში აღირიცხება ტრანსფორმატორის უქმი სვლის დანაკარგები.

კონკრეტულ პრაქტიკულ მაგალითზე დაყრდნობით დამტკიცებულია, რომ ეს მეთოდი ყოველთვის გამართლებული არ არის აღრიცხვის კვანძის გადატანა ტრანსფორმატორის დაბალი ძაბვის მხრიდან მაღალი ძაბვის მხარეზე უნდა მოხდეს ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების შემდეგ.

ამჟამად ბაზარზე სხვადასხვა ფირმების მიერ არის ელექტროენერჯის მრიცხველებისათვის დენის ტრანსფორმატორების ძალიან დიდი შემოთავაზებები, განსაკუთრებით აზიის ქვეყნებიდან, რომლებიც თითქოს აკმაყოფილებენ MЭК62053-21-ის მოთხოვნებს. მაგრამ გამოცდები გვიჩვენებენ, რომ ასეთი დენის ტრანსფორმატორების გულარები არ იყლინებიან პირველადი დენის მუდმივი მდგენელის დროს, მაგრამ როგორც

უცნაურიც არ უნდა იყოს, მათში არ არის კუთხური ცდომილება. ნუთუ ასე მარტივად არის საქმე?

ამ კითხვაზე პასუხს სცემს ნაშრომის ამავე თავში მიყვანილი კომპანია VACUUMSCHMELZE-ს ლაბორატორიაში ჩატარებული გამოკვლევების შედეგები, რომლებმაც აჩვენა, რომ, ასეთი ტრანსფორმატორის გულარები შედგება ორი ერთმანეთზე ადებული და შეწებებული ტოროიდალური გულარებისაგან: ერთი გულარა დამზადებულია შენადნობისაგან, რომლის შეღწევადობაა 400 000, მეორე – დამზადებულია ამორფული შენადნობისაგან რკინის საფუძველზე, რომლის შეღწევადობაა 700000. გამოცდებისას შემჩნეული იქნა, რომ პირველად დენში მუდმივი მდგენელის შეყვანისას იზრდება დენის ტრანსფორმატორიდან გამომავალი სიგნალის ფაზური და ამპლიტუდური ცდომილებები. ეს კი იწვევს სიმძლავრის გამოთვლისას დამატებით ცდომილებებს. მაგალითად, როცა $\cos\varphi=0,9$, რაც სავსებით შესაძლებელია საყოფაცხოვრებო ელექტროქსელებში, ასეთი დენის ტრანსფორმატორების გამოყენება იძლევა 13% ცდომილებას. ამ ცდომილების გასწორებისათვის საჭიროა მუდმივი დაკალიბრება, რაც პრაქტიკულად შეუძლებელია.

აღსანიშნავია, რომ ნანოკრისტალური შენადნობებისაგან დამზადებული მაგნიტოგამტარის მქონე დენის ტრანსფორმატორები, მაღალი მაგნიტური თვისებების გამო, მაქსიმალური პირველადი დენის დროს მეორეულ წრედში ნომინალურზე ზემოთ დატვირთვის გაზრდის მიმართ ხდიან მგრძობიარენი, რაც პრაქტიკაში მოითხოვს ყველა გადატვირთვის საწინააღმდეგო მოთხოვნების მკაცრ შესრულებას.

ასეთი ტრანსფორმატორების გადატვირთვის უნარიანობა შეიძლება ავამადლოთ მძლავრი გულარების დამზადებით, რაც ყოველთვის გამართლებული არ არის, რადგანაც ნანოკრისტალური შენადნობებისაგან დამზადებული გულარები 1,2-ჯერ უფრო ძვირია, ვიდრე ელექტროტექნიკური ფოლადისაგან.

მთლიანობაში ნანოკრისტალური მასალისაგან დამზადებული გულარები ხასიათდებიან მცირე მასალატევადობით, მცირე გაბარიტებითა და

წონით ელექტროტექნიკური ფოლადისაგან დამზადებულ გულარებთან შედარებით.

ამავე თავში მოცემულია ასევე უმაღლესი რიგის ჰარმონიკების არსებობის შემთხვევაში დენური და კუთხური ცდომილებების გასაანგარიშებელი მათემატიკური გამოსახულებები.

ნაშრომის მეოთხე თავი ეხება ელექტროენერჯის მონიტორინგის სისტემა “SCADA”-ს გამოყენებას ელექტროენერჯის აღრიცხვის მოწესრიგების საქმეში.

ენერგორესურსებით თანამედროვე ცივილიზებული ვაჭრობა დაფუძნებულია ავტომატიზებულ ენერგოაღრიცხვაზე, რომელსაც მინიმუმამდე დაჰყავს ადამიანის ჩარევა გაზომვის, მონაცემთა აღებისა და დამუშავების ეტაპზე და უზრუნველყოფს ნამდვილ, ზუსტ, ოპერატიულ და მოქნილ, სხვადასხვა სატარიფო სისტემასთან ადაპტირებულ აღრიცხვას, როგორც ელექტროენერჯის მიმწოდებლის, ასევე მომხმარებლის მხრიდან. ამ მიზნით როგორც მიმწოდებელი, ასევე მომხმარებელი თავიანთ ობიექტებზე ქმნიან ენერგორესურსების კონტროლისა და აღრიცხვის ავტომატიზებულ სისტემებს – ეკაას, რომლის სტრუქტურაში ზოგად შემთხვევაში შეიძლება გამოვყოთ ოთხი დონე: პირველი დონე – მოიცავს პირველად საზომ ხელსაწყოებს ტელემეტრული ან ციფრული გამოსასვლელით, რომლებიც ახორციელებენ პარამეტრების (სიმძლავრის, მოხმარებული ენერჯისა და სხვათა) გაზომვას უწყვეტი ან მინიმალური ინტერვალებით აღრიცხვის წერტილებში (მაგ.ფიდერებზე); მეორე დონე – მონაცემთა შეკრებისა და მომზადების მოწყობილობები, სპეციალიზებული საზომი სისტემები ან მრავალფუნქციური პროგრამული გარდამქმნელები ენერგოაღრიცხვის ჩაშენებული პროგრამული უზრუნველყოფით, რომლებიც ახორციელებენ მოცემულ ციკლში დღეღამის განმავლობაში გაზომილი მონაცემების დაგროვებას, დამუშავებასა და ამ მონაცემების ზედა დონეზე გადაცემას; მესამე დონე - პერსონალური კომპიუტერი ან მონაცემთა შეკრებისა და დამუშავების ცენტრის სერვერი სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფით, რომელიც ახორციელებს მეორე დონიდან ინფორმაციის მიღებას, ამ ინფორმაციის დამუშავებას როგორც აღრიცხვის წერტილების, ასევე

ჯგუფების (დაწესებულებების ობიექტების) მიხედვით, ახდენს აღრიცხვის მონაცემების დოკუმენტირებას ასახვას ისეთი სახით, რომ მოსახერხებელი იყოს ანალიზისა და ოპერატიული პერსონალისათვის გადაწყვეტილების მისაღებად; მეოთხე დონე- მონაცემთა შეკრებისა და დამუშავების ცენტრის სერვერი სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფით, რომელიც ახორციელებს ინფორმაციის მიღებას პერსონალური კომპიუტერიდან ან ცენტრის სერვერთა ჯგუფიდან, ახდენს მათ დოკუმენტირებას და მონაცემთა ასახვას ისეთი სახით, რომ მოხერხებული იყოს ოპერატიული პერსონალისათვის ანალიზისა და გადაწყვეტილების მისაღებად, ხელშეკრულებათა გასაფორმებლად ელექტროენერჯის მოწოდებისა და საფასურის გადახდის დოკუმენტების გასაფორმებლად.

ეკაას-ის ყველა დონე ერთმანეთთან დაკავშირებულია კავშირის არხებით მსოფლიო გამოცდილება აჩვენებს, რომ ენერგომომხმარების კომპიუტერული სისტემის გამოყენებით მიიღწევა საშუალოდ ელექტროენერჯის წლიური მოხმარების 15-30 % ეკონომია, ხოლო მასზე დახარჯული თანხა ანაზღაურდება 2-3 კვარტლის განმავლობაში.

ელექტროენერგეტიკაში განსაკუთრებულ ადგილს იჭერს ეკაას-ის ერთერთ სახეობა, ზემოთაღნიშნული დისპეტჩერული მართვისა და მონიტორინგის სისტემა SCADA - ეს არის პროგრამული პაკეტი, რომელიც გამოიყენება რეალურ დროში ობიექტის მონიტორინგის ან მართვისათვის ინფორმაციის შეკრების, დამუშავების, ასახვისა და არქივირების სისტემის დამუშავების ან მუშაობის უზრუნველყოფისათვის.

სისტემა SCADA ელექტროენერგეტიკის დარგში ძირითადად გამოიყენება შემდეგი საკითხების კონტროლისა და მართვის საქმეში:

- ელექტროენერჯის გადაცემისა და განაწილების მართვა;
- ელექტროენერჯის წარმოების მართვა;
- სამრეწველო საწარმოების ელექტრომომარაგების მართვა;
- ელექტროენერჯის პარამეტრების კონტროლი;
- სამრეწველო საწარმოებისა და დაწესებულებების მიერ მოხმარებული ელექტროენერჯის აღრიცხვის კონტროლი;

- ელექტროენერჯის ხარისხის კონტროლი;

ნაშრომში მოყვანილია სისტემა SCADA-ს ძირითადი სტრუქტურული კომპონენტები: Remote Terminal Unit (RTU) – დაშორებული ტერმინალი, რომელიც ახორციელებს ამოცანების დამუშავებას (მართვას) დროის რეალურ რეჟიმში.; Master Terminal Unit (MTU) – მართვის დისპეტჩერული პუნქტი ანუ მთავარი ტერმინალი, რომელიც ახორციელებს მაღალი დონის მართვასა და მონაცემთა დამუშავებას „რბილი“ რეალური დროის რეჟიმში. მთავარი ტერმინალის ერთ ერთი ძირითადი ფუნქციაა სამომხმარებლო ინტერფეისის შექმნა ადამიან-ოპერატორსა და სისტემას შორის; Communication System (CS) - კომუნიკაციური სისტემა (კავშირის არხი), რომელიც აუცილებელია დაშორებული ობიექტიდან მონაცემთა მიღებისათვის და მართვის სიგნალების გადაცემისათვის.

SCADA სისტემა უზრუნველყოფილია პროგრამული გარსით Trace Mode. იგი განკუთვნილია ენერგობიექტების, გამოყენებითი ინტელექტუალური სისტემების, ენერგოსაადრიცხო სისტემების და სხვა საწარმოო პროცესების ავტომატიზაციისათვის.

ნაშრომის მეხუთე თავი მთლიანად დათმობილი აქვს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ელექტრომომარაგების მონიტორინგის სისტემა SCADA-ს და ამ სისტემით ჩატარებულ გამოკვლევებს.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი წარმოადგენს ელექტროენერჯის დიდ მომხმარებელს. მისი სატრანსფორმატორო პარკის დადგენილი სიმძლავრეა 7,7 მვტ. 2010 წელს მოხმარებული იქნა 4.684.110 კვტ.სთ ელექტროენერჯია, ხოლო 2011 წელს – 5.121.180 კვტ.სთ.

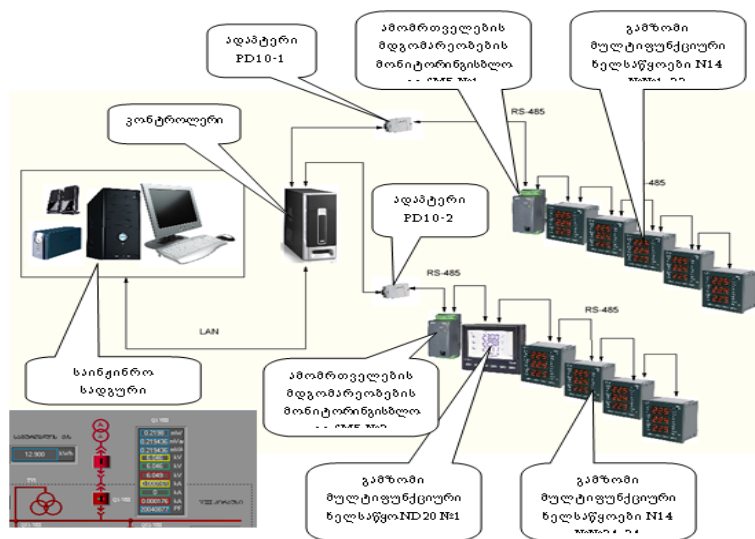
აღნიშნულიდან გამომდინარე, განსაკუთრებულ აქტუალობას იძენს ელექტროენერჯის მოხმარების მონიტორინგის საკითხი, მომხმარებლების ტექნიკური რეჟიმების გამოკვლევა-გაზომვა და სტრუქტურის დადგენა.

ამ ამოცანების მოთხოვნების დონეზე შესწავლა საშუალებას მოგვცემს სწორად დაიგეგმოს მოხმარების რეჟიმები და შემუშავებული იქნეს ელექტროენერჯის ეკონომიკურად ხარჯვის დასაბუთებული პროგრამა,

რომლის განხორციელებამაც უნდა უზრუნველყოს უნივერსიტეტის ელექტრომომარაგების სისტემის ეკონომიურ რეჟიმში მუშაობა.

გამოკვლევების მიხედვით დადგინდა, რომ საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს ჰყავს სამი ტიპის მომხმარებელი: საკუთარი, კომერციული ქვეაბობენტები და სს „თელასი“-ს აბონენტები.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ელექტრომომარაგების ცალხაზოვანი სქემისა და პროგრამული პროდუქტის Trace Mode-ს ბაზაზე შემუშავებულ იქნა სტუ-ს ენერგომომარაგების მონიტორინგის SCADA სისტემა.



ნახ.3.

მონიტორინგის სისტემამ უნდა უზრუნველყოს ელექტრომომარაგების ქსელის შემომაგვალ და გამაგვალ წერტილებში ელექტრული პარამეტრების გაზომვა, ეკრანზე ასახვა და შენახვა რეალურ დროში (მონიტორინგი). აგრეთვე ამომრთველების და გამთიშველების მდგომარეობის ფიქსირება და შენახვა რეალურ დროში. სისტემის ფუნქციონირების პრინციპი ნაჩვენებია ნახ. 3—ზე.

საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში დამონტაჟებული ელექტრომომარაგების მონიტორინგის თანამედროვე SCADA სისტემა ავტომატურ რეჟიმში აკონტროლებს არა მხოლოდ დახარჯული ელექტროენერჯის რაოდენობას, არამედ აკონტროლებს, კომპიუტერის ეკრანზე გამოაქვს და მონაცემთა ბაზაში აგროვებს ელექტროენერჯის კიდევ თერთმეტი პარა-

მეტრის: ძაბვების; დენების; აქტიური, რეაქტიული და სრული სიმძლავრეების; სიხშირის; სიმძლავრის კოეფიციენტის; ძაბვისა და დენის ჰარმონიკებისა და არაწრფივი დამახინჯების კოეფიციენტების მნიშვნელობებს როგორც დაბალი, ისე მაღალი ძაბვის მხარეს. მისი საარქივო მონაცემების მიხედვით განისაზღვრება დანაკარგების სიდიდეები.

აღნიშნული მონიტორინგის სისტემა გამოიყენება არა მარტო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ელექტრო მომარაგების მონიტორინგისათვის, არამედ ინფორმატიკის, ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტების სტუდენტების, მაგისტრანტების, დოქტორანტებისა და პროფესორ-მასწავლებლების მიერ სასწავლო და სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების შესრულებისას. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ელექტრომომარაგების მონიტორინგის SCADA სისტემა არის ასევე თანამედროვე ლაბორატორიული ბაზა, რომელიც საშუალებას იძლევა წარმატებით იქნას შემოდებული საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში ასეთი სისტემების სწავლება.

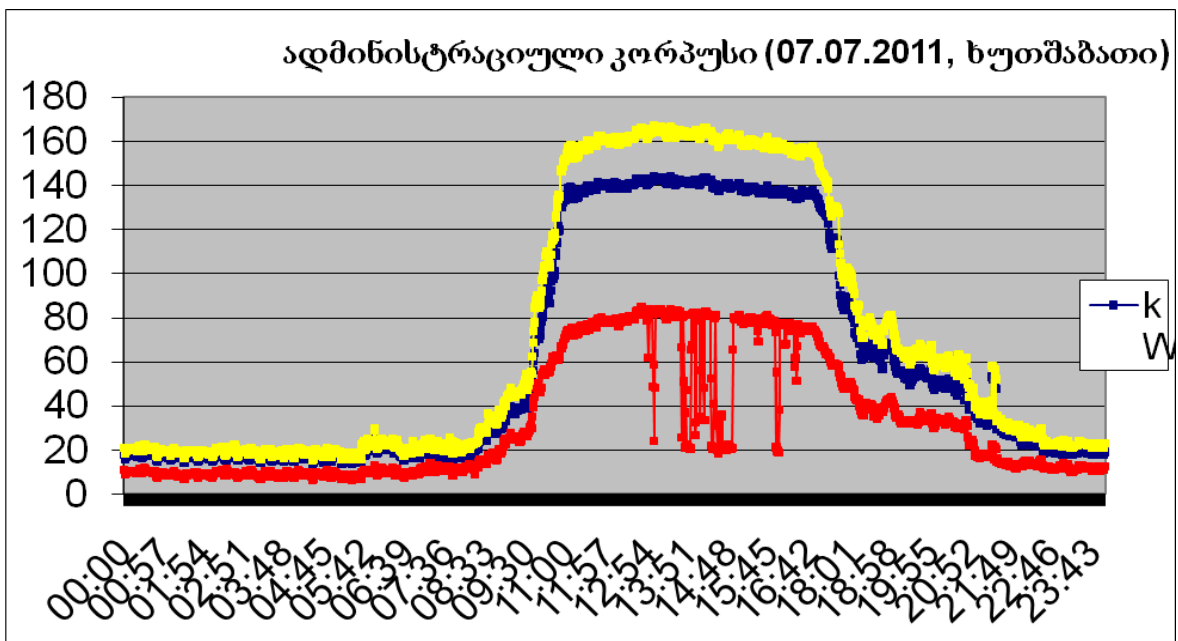
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ელექტრომომარაგების კომპიუტერული სისტემის განხორციელებით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი შეიძენს მსგავსი სისტემების პროექტირებისა და რეალიზაციის დიდ გამოცდილებას, დაამუშავებს ელექტრომომარაგების მონიტორინგის სისტემების ეფექტურად გამოყენების მეთოდებს და აღზრდის სათანადო პროფილის ახალგაზრდა სპეციალისტებს.

მოცემული პროექტის განხორციელებით საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს ექნება სათანადო ინტელექტუალური პოტენციალი და გამოცდილება ამ ორგანიზაცია-დაწესებულებებში ხელშეკრულების საფუძველზე განახორციელოს ენერგომომარაგების მონიტორინგის კომპიუტერული სისტემები, გაუწიოს სათანადო საკონსულტაციო მომსახურება და ტრენინგი, გასცეს სათანადო რეკომენდაციები და დაუსახოს ღონისძიებანი ელექტროენერჯის მომჭირნეობით მოხმარებისათვის და ხარისხის უზრუნველყოფისათვის.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგომომარაგების მონიტორინგის განხორციელებული სისტემის შედეგად შესაძლებელი გახდა

ცალკეული აბონენტების მიერ აქტიური და რეაქტიული სიმძლავრეების მოხმარების ანალიზის ჩატარება.

განხორციელებული სისტემის მეშვეობით შეგვიძლია ავაგოთ აქტიური და რეაქტიული სიმძლავრეების მოხმარების 24 საათიანი გრაფიკები ცალკეული აბონენტებისათვის (ნახ.4). ამ გრაფიკების მეშვეობით შეგვიძლია ჩავატაროთ მოხმარებული სიმძლავრეების ანალიზი, განვსაზღვროთ მათი პიკური და მინიმალური მოხმარების დროითი შუალედები. გარდა ამისა შესაძლებელია დავაფიქსიროთ სიმძლავრეთა მოულოდნელი ცვლილების მომენტები დღე-ღამის განმავლობაში.



ნახ.4.

ცხრილი 1-ის სახით წარმოდგენილი საარქივო ჩანაწერების მიხედვით შესაძლებელია შევაფასოთ კონტროლირებადი პარამეტრების ცვლილების დინამიკა.

ცხრილი 1. მონიტორინგის სისტემის 2011 წლის ნოემბრის თვის საარქივო მონაცემები.

რიცხვი	L1, კვ	L2, კვ	L3, კვ	L1, კა	L2, კა	L3, კა	P, კვტ	Q, კვარ	S, კვა	cosφ
01	0,3774	0,3789	0,3734	0,1123	0,1029	0,1176	64,884	5,6389	72,169	0,9045
02	0,3747	0,37610	0,37123	0,1247	0,1215	0,130	71,91	8,814	80,62	0,8933
03	0,3755	0,3768	0,3723	0,1281	0,1122	0,1270	70,281	7,5637	78,886	0,8941
04	0,3763	0,3761	0,3720	0,1317	0,1063	0,1492	73,026	-1,551	83,290	0,8939
05	0,37751	0,37776	0,37404	0,06241	0,05793	0,06988	37,7146	15,8884	41,2428	0,91513

06	0,3755	0,3759	0,3727	0,0601	0,0184	0,0330	22,583	5,3270	24,062	0,9434
07	0,3755	0,3764	0,3706	0,1290	0,1157	0,1446	71,286	-16,287	83,386	0,8660
08	0,3750	0,3776	0,3693	0,1230	0,1404	0,1557	76,298	-18,45	89,663	0,8652
09	0,3759	0,3768	0,3698	0,1121	0,1134	0,1440	67,925	-14,32	79,411	0,8685
10	0,3758	0,3795	0,3702	0,1110	0,1231	0,1545	70,142	-16,15	83,495	0,8475
11	0,3763	0,3776	0,3705	0,1268	0,1309	0,1617	77,147	-14,46	89,960	0,8650
12	0,3768	0,3771	0,3720	0,0637	0,0572	0,0990	43,358	16,918	47,237	0,9298
13	0,3766	0,3774	0,3710	0,0432	0,0209	0,0701	25,767	11,369	28,860	0,9229
14	0,3776	0,3801	0,3711	0,1307	0,1083	0,1380	71,702	-0,603	81,294	0,8887
15	0,3758	0,379	0,3694	0,1152	0,1084	0,1305	67,866	15,464	76,034	0,8905
16	0,3747	0,3794	0,3699	0,1532	0,1317	0,1537	83,904	25,173	94,390	0,8890
17	0,3734	0,3770	0,3690	0,1839	0,1188	0,1680	89,393	45,970	101,05	0,8832
18	0,3779	0,3792	0,3735	0,0905	0,0556	0,0483	39,701	11,710	42,091	0,9458
21	0,3750	0,3776	0,3685	0,1656	0,1078	0,1407	79,593	37,335	88,600	0,8972
22	0,3755	0,3776	0,3705	0,1001	0,0825	0,0943	52,471	26,967	59,281	0,8800
23	0,3762	0,3797	0,3743	0,0214	0,0168	0,0300	13,199	5,9831	14,867	0,9006
24	0,3754	0,3785	0,3712	0,1032	0,0932	0,0967	55,998	26,697	62,881	0,8858
25	0,3766	0,3781	0,3706	0,1012	0,0894	0,0826	52,507	25,359	58,700	0,8858
26	0,3764	0,3791	0,3710	0,0777	0,0657	0,0475	36,349	17,140	41,074	0,85837
27	0,3788	0,3814	0,3750	0,0698	0,0376	0,0348	28,579	10,873	31,020	0,9183
28	0,3755	0,3778	0,3692	0,1280	0,1133	0,0924	64,997	28,709	71,581	0,9169
29	0,3763	0,3792	0,3716	0,0466	0,0484	0,0520	29,084	11,342	31,600	0,9328

ცნობილია, რომ არაწრფივი დატვირთვის დროს გარდა აქტიური და რეაქტიული სიმძლავრეებისა გამტარებში გაედინება დამატებითი სიმძლავრეები, რომელიც გამოწვეულია დამახინჯების სიმძლავრით. დამატებითი სიმძლავრე წარმოადგენს რეაქტიული სიმძლავრის ნაწილს, რომელიც ახასიათებს სხვადასხვა სიხშირის ძაბვისა და დენის ურთიერთმოქმედებით განპირობებულ პროცესებს. ამ შემთხვევაში სრული სიმძლავრე გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$S_1 = \sqrt{P^2 + Q^2 + T^2} \quad (1)$$

საარქივო ჩანაწერები საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ არაწრფივი დატვირთვის შედეგად გამოწვეული დამახინჯების სიმძლავრეები და ამ სიმძლავრეებით დანაკარგები. მაგალითად, ცხრილი 1-დან 2011 წლის 14 ნოემბრის მონაცემების მიხედვით მიღებულია შემდეგი მონაცემები:

ყველა ჰარმონიკის აქტიური სიმძლავრე $P = 71,7$ კვტ;

ყველა ჰარმონიკის რეაქტიული სიმძლავრე $Q = 0,60$ კვარ;

დამახინჯების სიმძლავრის გარეშე სრული სიმძლავრე ტოლი იქნება:

$$S_2 = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{71,7^2 + 0,60^2} = 71,7 \text{ კვა} \quad (2)$$

დამახინჯების სიმძლავრის გათვალისწინებით ცხრილი 1-ის მონაცემების მიხედვით სრული სიმძლავრე ტოლია:

$$S_1 = 81,29 \text{ კვა. (3)}$$

(1), (2), (3) ტოლობების ურთიერთშედარებიდან გვაქვს, რომ დამახინჯების სიმძლავრე ტოლია:

$$T = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2} = \sqrt{81,29^2 - 71,7^2 - 0,60^2} = 38,29 \text{ კვა.}$$

მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რომ დამახინჯების სიმძლავრე შეადგენს დატვირთვის სრული სიმძლავრის მნიშვნელოვან ნაწილს, რითაც დამატებით ტვირთავს ელექტრულ ქსელს ისე, რომ არ ასრულებს სასარგებლო მუშაობას.

71,7კვა სრული სიმძლავრის დროს 380 ვ ძაბვის შემთხვევაში ქსელში გამავალი დენის საშუალო მნიშვნელობა ტოლი იქნება:

$$I_{საშ.} = 71700 / 1,73 \cdot 380 = 109,07 \text{ ა,}$$

ხოლო 81,29 კვა სრული სიმძლავრის დროს:

$$I_{საშ.} = 42940 / 1,73 \cdot 380 = 123,6 \text{ ა.}$$

ანუ დენებს შორის სხვაობამ შეადგინა $123,6 - 109,07 = 14,53$ ა. თითოეულ ფაზაში გამავალი დენი ტოლია $14,53 : 3 = 4,8$ ა. დანაკარგები ელექტრულ ქსელებში კი დენის კვადრატის პროპორციულია.

დასკვნები

1. ელექტრულ გამანაწილებელ ქსელებში ელექტროენერჯის დანაკარგები წარმოადგენენ ენერგომომმარაგებელი ორგანიზაციის ეკონომიკისა და ეფექტური მუშაობის მნიშვნელოვან მაჩვენებელს.
2. ელექტროენერჯის დანაკარგების ნორმატივების განსაზღვრის მეთოდოლოგია ჯერ კიდევ საბოლოოდ დადგენილი არ არის, განუსაზღვრელია ნორმირების პრინციპებიც კი.
3. ელექტროენერჯის დანაკარგებს აქვთ არა მარტო ეკონომიური ხასიათი, არამედ გარკვეულწილად ეს დანაკარგები დაკავშირებულია ეკოლოგიურ პრობლემებთან. კერძოდ, ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდა გარდაუვალად იწვევს ნახშირმჟავა გაზის გამონაბოლქვის

გაზრდას, რაც თავის მხრივ, სპეციალისტთა მტკიცებით იწვევს დედამიწის ტემპერატურის გაზრდას.

4. ელექტროენერჯის აღრიცხვის საქმეში ერთერთი მნიშვნელოვანი როლი ეკისრება დენის საზომ ტრანსფორმატორებს, რომელთა სიზუსტის კლასსა და სწორად შერჩევაზე ბევრად არის დამოკიდებული აღრიცხვის სისწორე.
5. დენის ტრანსფორმატორების შემოწმებამ აჩვენა, რომ ყველა დენის ტრანსფორმატორი ნორმალურად მუშაობს დატვირთვის 20-120 % -ს ფარგლებში.
6. ხშირად დენისა და ძაბვის ტრანსფორმატორების ექსპლუატაცია ხდება სტანდარტით დაშვებული, მათი ნომინალური პარამეტრების გაზომვის დიაპაზონის საზღვრებს გარეთ, რაც იწვევს ელექტროენერჯის მრიცხველების ჩვენებების დამახინჯებას.
7. ელექტროენერჯია პროდუქციის თვითღირებულებაში შემავალი ერთერთი კომპონენტი, მაგრამ დღეისათვის საქართველოში არ არსებობს სხვადასხვა სახის პროდუქციის ერთეულის წარმოებისათვის ელექტროენერჯის დადგენილი ნორმები, რაც ძალიან დიდ პრობლემას ქმნის ზოგიერთი მნიშვნელოვანი საკითხების საკითხების გადაწყვეტისას.
8. ელექტროენერჯის დანაკარგების შემცირებისთვის მოქმედების, საორგანიზაციო მუშაობის დახვეწის და „დამიანი-ფაქტორის“ გასათვალისწინებლად დასაბუთებული პროგრამის დამუშავებისათვის საჭიროა ელექტროქსელური ორგანიზაციის კვალიფიციური ენერგოაუდიტი,
9. აღრიცხვის კვანძის გადატანა ტრანსფორმატორის დაბალი ძაბვის მხრიდან მაღალი ძაბვის მხარეზე უნდა მოხდეს ეკონომიური დასაბუთების შემდეგ.
10. ამორფულ მასალებზე დამზადებული მაგნიტური გამტარები საშუალებას იძლევიან მიღწეული იქნეს დამაგნიტების მრუდის მაღალი სწორხაზოვნობა დენის ტრანსფორმატორის პირველადი ნომინალური დენის 1-120% და მეორეული ნომინალური დატვირთვის 0-100% დიაპაზონში.

11. დენის ტრანსფორმატორის პირველად და მეორეულ დენებს შორის ფაზათა ძვრის კუთხე დამახასიათებელია თითოეული ჰარმონიკისათვის, ამიტომ არასინუსოიდური პირველადი დენის დროს უფრო კორექტულია ვთქვათ დენის ტრანსფორმატორის ცდომილების შესახებ თითოეული ჰარმონიკისათვის.
12. კავშირი პირველადი და მეორეული დენების ჰარმონიკების ფაზათა ძვრებს შორის რთულია. პირველადი და მეორეული დენის თითოეულ ჰარმონიკას შორის ფაზათა ძვრის ჯამი არ იქნება ტოლი ამ სიგნალებს შორის ფაზათა ძვრისა რადგან სხვადასხვა სიხშირის ორი სინუსოიდის ფაზათა ძვრა არ არის ტოლი ამ სიგნალების ფაზათა ძვრის ჯამის.
13. არასინუსოიდური დენების შემთხვევაში დენის ტრანსფორმატორის ცდომილებისათვის გამოსახულების მისაღებად, საჭიროა პირობების გათვალისწინებით შეიქმნას ფერომაგნიტური გულარას მათემატიკური მოდელი.
14. ყველა თანამედროვე საწარმოსათვის უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა ტექნოლოგიური პროცესის ავტომატიზაციისა და მართვის სისტემის შექმნა, რომელიც უწყვეტად გააკონტროლებს ტექნოლოგიური პროცესის მიმდინარეობას და მოახდენს მის მართვას. ასეთ სისტემას წარმოადგენს დისპეტჩერული მართვისა და მონიტორინგის სისტემა SCADA, რომელიც დანერგილი იქნა საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში.
15. საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში დამონტაჟებული ელექტრომომარაგების მონიტორინგის თანამედროვე SCADA სისტემა ავტომატურ რეჟიმში აკონტროლებს არა მხოლოდ დახარჯული ელექტროენერჯის რაოდენობას, არამედ აკონტროლებს აკონტროლებს ელექტროენერჯის ხარისხს.
16. SCADA სისტემას კომპიუტერის ეკრანზე გამოაქვს და მონაცემთა ბაზაში აგროვებს ელექტროენერჯის თერთმეტი პარამეტრის: დაბეჭდვის; დენების; აქტიური, რეაქტიული და სრული სიმძლავრეების;

სისშირის; სიმძლავრის კოეფიციენტის; ძაბვისა და დენის ჰარმონიკებისა და არაწრფივი დამახინჯების კოეფიციენტების მნიშვნელობებს როგორც დაბალი, ისე მაღალი ძაბვის მხარეს.

17. SCADA სისტემა საარქივო მონაცემების მიხედვით შესაძლებელია განისაზღვროს დანაკარგების სიდიდეები და დამახინჯების სიმძლავრეები.

18. აღნიშნული მონიტორინგის სისტემა გამოყენება შესაძლებელია არა მარტო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ელექტრო-მომარაგების მონიტორინგისათვის, არამედ ინფორმატიკის, ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტების სტუდენტების, მაგისტრანტების, დოქტორანტებისა და პროფესორ-მასწავლებლების მიერ სასწავლო და სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების შესრულებისას.

დისერტაციის თემაზე გამოქვეყნებული ლიტერატურა

1. გ.მუსელიანი, დ.იარალაშვილი. თანამედროვე ტექნიკის გავლენა ენერგოუსაფრთხოებასა და ენერგოეფექტურობაზე. საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალი „ინტელექტუალი“, № 15, 2011წ. გვ. 131-135.
2. ვ.ნოზაძე, გ.მუსელიანი. ელექტროენერჯის აღრიცხვის ტექნიკური საშუალებები და მეთოდები. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2009წ. 53გვ.
3. მუსელიანი თ., მუსელიანი გ., იარალაშვილი დ. თანამედროვე ტექნიკა და ენერგოეფექტურობა. საერთაშორისო კონფერენცია „გარემოს დაცვა და მდგრადი განვითარება“-ს შრომები. თბილისი, 2010 წ. გვ.392-394.
4. თ.მუსელიანი, გ.მუსელიანი, დ.იარალაშვილი. ელექტროენერჯის აღრიცხვის კვანძის მოწყობის შესახებ. საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალი „ინტელექტუალი“, № 19, 2012წ. გვ. 133-137.
5. მუსელიანი თ., იმნაიშვილი ლ., ნაჭყებია შ., მუსელიანი გ., ჩხიკვაძე კ., იარალაშვილი დ. კომპიუტერული ტექნიკის დატვირთვის გავლენა ელექტროენერჯის ხარისხზე. Georgian Engineering News, №4, 2011 წ. გვ. 63-66.

Abstract

Electricity is the only kind of production for movement from production place to the customer there are no recourses used. For this it takes just the part of the transferring part of electricity itself that is why its losses are so unavoidable.

The loss of electricity above of the norm in electric nets is the direct financial loss for the direct owner of the electrical net. The economy made for the reduction of losses could be directed to the technical reinforcement of the nets; to increase the salary of the staff; to improve the organization of transferring and distribution of electricity, to increase the quality and trustworthiness of electricity for customers; to decrease the tariff of the electricity.

Electrical systems present the difficult objects of surveys, which consist of great amount of other elements, it includes: transformers, electrical lines, various computational and distributing tools, which have active resistance and where the loss of the energy happens at the time of transferring and distribution of it. The losses in nets of electrical power and devices are called technical losses.

The losses of electricity in the electricity distributing nets present the economy and effective working of the energy supplying organization.

There is paid great attention to the reduction of electricity losses. But the existed events of economy of electricity cannot provide the maximum of the energetic indicator, because the existed calculation methods of the energy systems do not take into consideration many factors, there are not overseen the economical indicators of the load about the time agenda.

The task on the electric system characterizations must be done in complex according to the full existed information, which oversees every real fact; those make the great influence over the economical characterizations of the net.

Nowadays there is worked out the great amount of the calculations on the loss of electricity. These methods are the result of the many years work of big army of specialists, who dedicated years to exact calculation of losses in electric nets. There are many candidacy or doctor dissertations on this topic, but this issue is still active and not learnt yet. This is related to the fact that there is no full and valid information about the load on electric net on every step of the strain. Also, lower is the nominal strain of the net, less exists the information on the load.

Among the methods offered by the separate specialists the main difference non-sufficient filling of information, increasing exactness on the basis of generalization, and usage of the past information and done trials. Recently they pay great attention on the ecological problems. Mostly the loss of electricity is related to the problems of ecology. Namely, increasing of electricity usage in thermo electric power stations creates the steam of coal acid that increases the temperature of the earth according to the specialists. In the framework of struggling against the changing of climate the influence of the human on environment must be reduced into minimum.

The first unit of the work is dedicated to the literature overview, where there are discussed all four issues of the electricity losses:

1. Technical losses of the electricity (ΔW tech), those are the result of the physical processes at the time of electricity transfer in electric nets, those are expressed by the transfer of power part into warmth in the elements of net;

2. Expenses of power self-usage (ΔW self) those are needed for the work of technical devices and activity of the staff. The expenses of self-usage are defined by counters fixed on transformers in the sub-station.

3. Instrumental losses (ΔW gas) those are defined by the metrological characteristics and working regimes of used tools.

4. Commercial losses are the result of the theft of electricity, by the irrelevance of the data of counters and payment of the customer for the spent electricity, by the late payment, for not paying also for other reasons of the energy supply controlling organization.

In the second unit of the work there are given the methods to calculate losses as 0,4 also 6(10) KW strain nets; namely according to the elements, characterized regimes and day-night, the amount of hours of the biggest loss, medium load and static methods.

There is overviewed the exact sample about the definition of electricity part in the cost of product, because the tariff of electricity makes great impact on production self-cost. That is why definition of electricity part in the production self-cost is so important. Nowadays there are no fixed norms on various products producing for electricity that creates a very big problem when solving some important issues.

In this unit there are also given the structure and methods of electricity loss reducing events and analyze.

The third part of the work is dedicated to the important elements on electricity registration – power transformers. There are presented the results of trials on transformers issued by many firms, in the form of graphic and schedule also.

According to the results there is stated that on the amorphous sources prepared magnet conductors give opportunity to reach the right rectilinear of magnetizing circle in the diapason of power transformer first nominal power 1-120 % and second nominal load 0-100 %.

Following the exact overseen sample there is stated that transferring of registration node from the low strain side to the high strain must be done after the economical confirmation.

The fourth part of the work is dedicated to auto registration electricity systems, namely the traffic control and monitoring system SCADA, which minimizes the human's involvement in measurement, taking data and working out and provides the real, exact, operative and flexible, to every tariff system adapted registration, as from the side of electricity supplier also from costumer. There is given the main structure of this system, program provision and main characterizations.

In the fifth unit there are presented the one-linear scheme of electricity supply to Georgian Technical University and the structure of the costumers; the detailed description about the elements and function of full system of SCADA in GTU. There are presented also some results received by this system.

In Georgian Technical University fixed electricity supplier monitoring current system of SCADA controls not only the quantity of wasted electricity permanently; also it controls the quality of the electricity. SCADA system shows on the screen and collects in database eleven parameters of electricity: strains, powers, active, reactive and full capacity; frequency, capacity coefficient; strain and power harmonics and the meanings of non-circular distortion, also the side of low and high strains. According to the archive data of the system of SCADA it is possible to define the size of losses and the distortion of capacity.