

UDC 621.82:621.3:62-51

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-4-171-177>

სამაცივრო და კონდიციონერების სისტემების ელექტრული და ავტომატიზაციის სქემების გაანგარიშება The Beginnings of ELECTRONICS კომპიუტერული პროგრამის გამოყენებით

ირინე უგრეხელიძე მექანიკის ინჟინერიისა და სამრეწველო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68°
E-mail: i.ugrekhelidze@gtu.ge

თამაზ ისაკაძე მექანიკის ინჟინერიისა და სამრეწველო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68°
E-mail: tamazisakadze@gmail.com

რეცენზენტები:

ზ. ჯაფარიძე, სტუ-ის სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტის ემერეტუსი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი
E-mail: zurabjaparidze@yahoo.com

ს. სულაძე, საქართველოს მაცივარაგენტების შეგროვებისა და რეციკლირების ცენტრის დირექტორი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი
E-mail: sulkhansuladze@gmail.com

ანოტაცია. The Beginnings of ELECTRONICS სასწავლო კომპიუტერული პროგრამა ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტებისთვის, რომელიც მნიშვნელოვანია სამაცივრო ტექნიკის ავტომატიზაციის კურსის შესწავლისას. ეს მულტიმედიური აპლიკაცია ელექტრონული კონსტრუქტორია, რომელშიც სტუდენტს შეუძლია სხვადასხვა ელექტრული წრედის „აწყობა“ და მათი მუშაობის ოპტიმალურ რეჟიმზე დაკვირვება, მუდმივი ან ცვლადი დენის სხვადასხვა წყაროს შეერთებით. კვლევისას სტუდენტებს შეუძლიათ გამოიყენონ თანამედროვე საზომი ხელ-

საწყობები, მათ შორის ციფრული მულტიმეტრი და ორარხიანი ოსცილოგრაფი.

პროგრამას მოჰყვება დანართი, რომელიც შეიცავს მოკლე ოპერაციულ წესებს, საცნობარო მასალებს ელექტრული დენისა და ელექტრული სქემების ელემენტებთან დაკავშირებით და ასევე ლაბორატორიულ სამუშაოებს.

საკვანძო სიტყვები: ინდუქციური წინაღობა, მუდმივი დენი, მულტიმეტრი, ოსცილოგრაფი, ტევადური წინაღობა, ცვლადი დენი.

შესავალი

კონსტრუქტორის გამოყენებით სტუდენტებს შეუძლიათ შეისწავლონ:

1. გამტარების კუთრი წინაღობის დამოკიდებულება მასალის სიგრძესა და განივკვეთის ფართობზე;
2. მუდმივი დენის კანონები – ომის კანონი წრედის უბნისათვის და ომის კანონი სრული წრედისთვის;
3. გამტარების, კონდენსატორებისა და კოჭების მიმდევრობითი და პარალელური შეერთების კანონები;
4. ელექტრონულ სქემებში დამცველების გამოყენების პრინციპები;
5. ელექტრული გათბობისა და განათების მოწყობილობებში თერმული ენერგიის გამოყოფის კანონები, დენის წყაროების დატვირთვასთან შესაბამისობის პრინციპები;
6. ელექტრონულ სქემებში დენისა და ძაბვის გაზომვის პრინციპები თანამედროვე საზომი ხელსაწყოების გამოყენებით (მულტიმეტრი, ოსცილოგრაფი), ცალკეულ დეტალებზე ალტერნატიული დენის ტიპი, ცვლადი დენის სქემებში დენსა და ძაბვას შორის ფაზური ცვლა;
7. ტევადური და ინდუქციური წინაღობის გამოვლინება და სიხშირეთა ცვალებადობის მიხედვით მათი დამოკიდებულება ცვლადი დენის წრედში დეტალების ნომინალებზე;
8. ცვლადი დენის სქემაში სიმძლავრის განაწილება;

9. მიმდევრობით და პარალელურ რხევით კონტურში რეზონანსის ფენომენის გამოკვლევა;

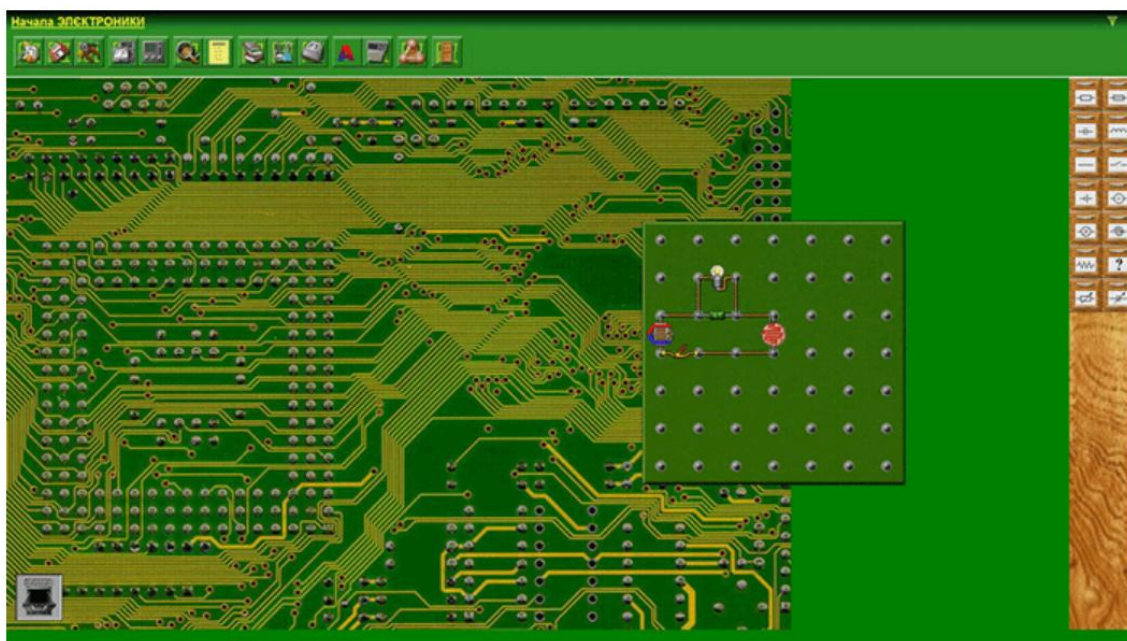
10. ელექტრული ფილტრების აგების პრინციპები ცვლადი დენის სქემებისთვის.

კონსტრუქტორი სტუდენტებმა ასევე შეიძლება გამოიყენონ შესაძლებლობის ფარგლებში სხვა ამოცანებისთვის.

ძირითადი ნაწილი

პროგრამის სამუშაო ფანჯარაზე (სურ.1) გაშლის სამონტაჟო მაგიდა 7×7 მმ საკონტაქტო ფართობით, გადამწვარი და არასაჭირო დეტალების ჩასაყრელი კალათა, დამხმარე ხელსაწყოების და ინსტრუმენტების პანელები, კომპონენტის ბიბლიოთეკა, რომელიც დიდი არ არის, მაგრამ შეიცავს ყველა ძირითად ელემენტს: რეზისტორს, დამცველს, კონდენსატორს, კოჭას, სამონტაჟო კაბელს, რეალურ გამტარს, გადამრთველს, ბატარეას, სინუსოიდური ძაბვის გენერატორს, ნათურას, ელექტროგათბობელს, რეოსტატს და ცვლად კონდენსატორს.

კონსტრუქტორის მთავარი მახასიათებელია რეალური ფიზიკური პროცესის მაქსიმალური იმიტაცია. კერძოდ, დეტალების და საზომი მოწყობილობების გამოსახულებები წარმოდგენილია „ბუნებრივი“ სახით, ნათურები და ელექტროგათბობის მოწყობილობები ანათებს და „იწვება“ თუ მათზე მოდებული სიმძლავრე სამუშაო მნიშვნელობებს აღემატება. რეზისტორები, კონდენსატორები და დამცველები ასევე შეიძლება „გადაიწვას“, ხოლო ოპერაციების უმეტესობას ხმის ეფექტები ახლავს.



სურ.1. Beginnings of ELECTRONICS ინტერფეისი

გაზომვების განსახორციელებლად კომპიუტერული პროგრამა **Beginnings of ELECTRONICS** აღჭურვილია ციფრული მულტიმეტრით და ორარხიანი ოსცილოგრაფით. პროგრამის ზედა პანელზე განთავსებულია:

 დისკოდან ჩასატვირთავი ფაილების ღილაკი,  სქემების შესანახი ღილაკი,  სქემის გასუფთავების ღილაკი,  მულტიმეტრი,  ოსცილოგრაფი,  დეტალების პარამეტრების ღილაკი,  საცნობარო ღილაკი,  ლაბორატორიული სამუშაოების ღილაკი,  კალკულატორი,  პროგრამის ავტორების ღილაკი,  პროგრამიდან გამოსასვლელი ღილაკი.

პროგრამის მარჯვენა ზედა პანელზე განთავსებულია:

1.  რეზისტორების უჯრა, რომლის სამონტაჟო მაგიდაზე გამოტანა შესაძლებელია კურსორის მოკიდებით დეტალზე. თუ კურსორს დავაწყაპებთ გამოტანილ რეზისტორზე, მაშინ ეკრანზე გამოჩნდება მისი ნომინალური პარამეტრები: წინაღობა და სიმძლავრე.
2.  დამცველების უჯრა,
3.  კონდენსატორების უჯრა,
4.  ინდუქციურობის კოჭების უჯრა,
5.  სამონტაჟო სადენების უჯრა,
6.  ამომრთველების უჯრა,

7.  მუდმივი დენის კვების ელემენტების უჯრა,
8.  ცვლადი დენის კვების ელემენტების უჯრა,
9.  ნათურების უჯრა,
10.  ელექტრომახურებლების უჯრა,
11.  ცვლადი წინაღობის უჯრა,
12.  ცვლადი კონდენსატორების უჯრა,
13.  ნაგვის კონტეინერი.

პროგრამას შეუძლია შეასრულოს შემდეგი ლაბორატორიული სამუშაოები:

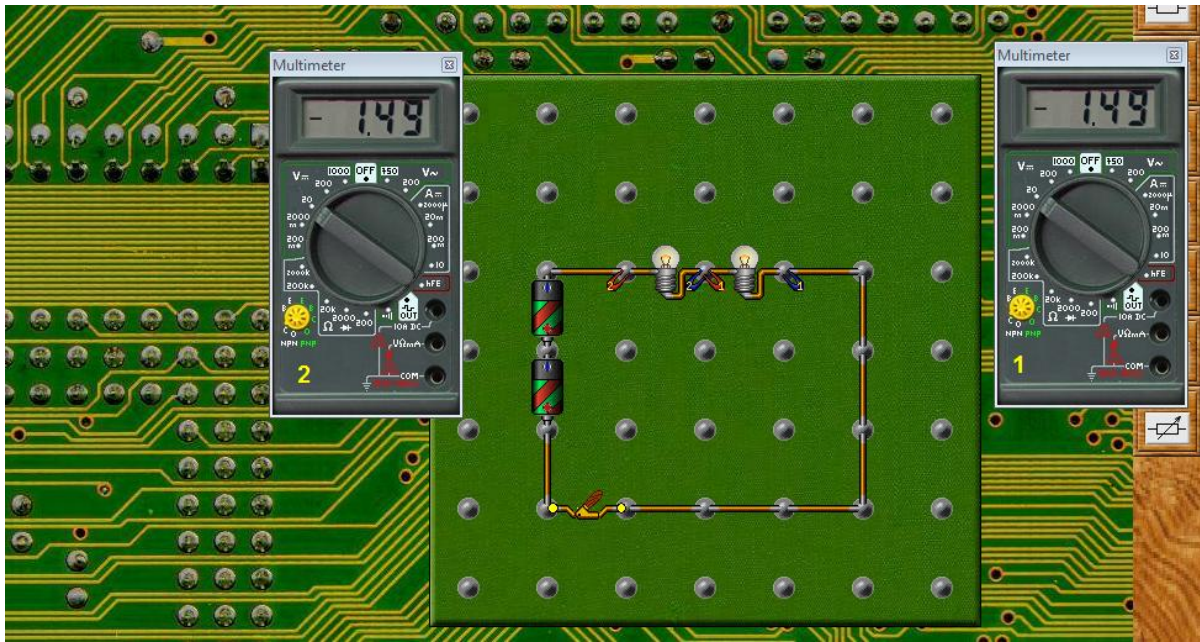
1. გამტარის წინაღობის დამოკიდებულება მათ გეომეტრიულ პარამეტრებსა და მასალის გვარობაზე;
2. გამტარების წინაღობის შესწავლა პარალელურ და მიმდევრობით შეერთებაში;
3. მუდმივი დენის წყაროების შიგა წინაღობა და ელექტრომომძრავებელი ძალა. ომის კანონი მთლიანი წრედისათვის;
4. მუდმივი დენის რთული სქემების შესწავლა;
5. სიმძლავრე მუდმივი დენის წრედში;
6. დნობადი მცველების მუშაობის პრინციპი ელექტრულ სქემებში;

7. ცვლადი დენის წრედის ელემენტები, ინდუქციური და ტევადური წინაღობები, მათი დამოკიდებულება ცვლადი დენის სიხშირესა და ელემენტების პარამეტრებზე;

8. რეზონანსის ფენომენი ცვლადი დენის წრედში.

ელექტრული სქემების მონტაჟისას წრედის ელემენტებზე მოსული პარამეტრები შეიძლება გაიზომოს ორი მულტიმეტრის გამოყენებით. წრედის ელემენტების არასწორი პარამეტრების შერჩევის შემთხვევაში შესაძლოა ადგილი ჰქონდეს რომელიმე ელემენტის გადაწვას ან წრედის სრულად გამოყვანას მწყობრიდან, რასაც შევიტყობთ ხმოვანი სიგნალებით. თუ წრედი აწყობილია სწორად, მაშინ სასიგნალო ნათურები გაანათებს, რაც წრედის გასვლის მაუწყებელი იქნება ნომინალურ რეჟიმში (სურ.2).

ამპერმეტრი გამოიყენება ელექტროწრეში დენის გასაზომად. იგი შედგება მაჩვენებლის მოწყობილობისგან - გალვანომეტრი, შიგა წინაღობა R_a და მის პარალელურად დაკავშირებული შუნტის წინაღობა R_{sh} . გალვანომეტრის საკუთარი (შიგა) წინაღობა R_a უნდა იყოს რაც შეიძლება ისე მცირე, რომ დენის გაზომვისას მიკროსქემის მოცემულ მონაკვეთში მოწყობილობაზე ძაბვის ვარდნა მინიმალური იყოს. დენის გაზომვის დიაპაზონის გასაფართოებლად საჭიროა შუნტის მოწყობილობა.



სურ. 2. ელექტრული წრედის მუშაობა ნომინალურ რეჟიმში

ამპერმეტრი წრედში ირთვება მიმდევრობით იმ უბანთან, სადაც იზომება დენის ძალა.

ძაბვის საზომ მოწყობილობას ვოლტმეტრი ეწოდება. იგი შედგება მაჩვენებლიანი მოწყობილობისგან - გალვანომეტრი, R_B შიგა წინაღობით და მასზე მიმდევრობით დაკავშირებული დამატებითი R_d წინაღობით. ვოლტმეტრის საკუთარი (შიგა) წინაღობა R_B უნდა იყოს რაც შეიძლება ისე დიდი, რომ მიკროსქემის მოცემულ მონაკვეთში ძაბვის გაზომვისას მოწყობილობის მეშვეობით დენი მინიმალური იყოს. გაზომვის დიაპაზონის გასაფართოებლად ვოლტმეტრში ყენდება დამატებითი წინააღმდეგობა.

ვოლტმეტრი ყოველთვის დაკავშირებულია მიკროსქემის იმ მონაკვეთის პარალელურად, სადაც ძაბვის ვარდნა იზომება.

დასკვნა

კომპიუტერული პროგრამა The Beginnings of ELECTRONICS ერთ-ერთი უნივერსალური საშუალებაა სამაცივრო და კონდიცირების სისტემების ელექტრული კვანძების გაანგარიშებისა და ავტომატიზაციის მოწყობილობების შემუშავებისათვის. ეს პროგრამა ავტომატიზაციის კურსში გრაფიკული ნაწილის შესრულების საშუალებას იძლევა და მნიშვნელოვნად უმარტივებს სამუშაოს ბაკალავრატისა და მაგისტრატურის სტუდენტებს. ამიტომ, The Beginnings of ELECTRONICS პროგრამის გამოყენება ელექტროსამონტაჟო სქემების დაპროექტებისას აუცილებელ პირობად მიგვაჩნია.

ლიტერატურა

1. Honikel, K. H. (2000). *Funktionelle Lebensmittel: Möglichkeiten bei Fleisch*. Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach.
2. Yio, R., Redmend, G., McGeehin, V., Henschion, M., Sheridan, J., Froy, D., & Cowan, C. (2001). *Commercial systems for ultra-rapid chilling of lamb* (38 p.). University College Dublin.
3. Megrelidze, T., Shekhriladze, I., Gugulashvili, G., & Gvachliani, V. (2013). *Thermal, cooling and pulsate pipes* (148 p.). Georgian Technical University.
4. Megrelidze, T., Vezirishvili, O., Gvachliani, V., Gugulashvili, G., & Fochkhidze, L. (2015). *Heat pump* (161 p.). Georgian Technical University.
5. Danfoss A/S. (2002). *System trouble shooting measuring instruments*. Danfoss A/S (RC-SM/MWA).
6. Honeywell International Inc. (2006). *Refrigerant properties Honeywell*. Honeywell International Inc., USA.

UDC 621.82:621.3:62-51

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-4-171-177>

Calculation of Electrical Circuits and Automation Circuits for Cooling and Air Conditioning Systems Using the Computer Program The Beginnings of ELECTRONICS

Irine UgrekhelidzeDepartment of Industrial Engineering and Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^a, M. Kostava str.

E-mail: i.ugrekhelidze@gtu.ge

Tamaz IsakadzeDepartment of Industrial Engineering and Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^a, M. Kostava str.

E-mail: tamazisakadze@gmail.com

Reviewers:**Z. Japaridze**, PHD, Emeritus Professor, faculty of Transportation Systems and mechanical Engineering, GTU

E-mail: zurabjaparidze@yahoo.com

S. Suladze, PHD, Director, Center for Collection and Recycling of Refrigerants of Georgia

E-mail: sulkhansuladze@gmail.com

Abstract. The Beginnings of ELECTRONICS is a training computer program for students of a technical university, which will be especially useful when studying the course of refrigeration equipment automation. This multimedia application is an electronic constructor in which the student can “assemble” various electrical circuits and observe the optimal mode of their operation by connecting various sources of direct or alternating current.

During the research, students can use modern measuring instruments, including a digital multimeter and a two-channel oscilloscope.

The program is accompanied by an appendix containing brief operating rules, reference materials on electric current and elements of electrical circuits, as well as a number of laboratory works.

Keywords: Multimeter; Oscilloscope Direct Current; Alternating Current; Inductive Resistance; capacitive resistance.

განხილვის თარიღი 11.03.2025

შემოსვლის თარიღი 22.04.2025

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 24.12.2025