

UDC 621.3.049.7 + 629.7 + 004.8

SCOPUS CODE 1802

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-169-179>

სერვისის სისტემების ჰიბრიდული ლოგიკური კონტროლერი S7-1200 პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერის ბაზაზე

ჯემალ
გრიგალაშვილი

მართვის სისტემებისა და ავტომატიზაციის დეპარტამენტი, საქართველოს
ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: j.grigalashvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

ს. ხოშტარია, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: s.xoshtaria@gtu.ge

ნ. მაღლაკელიძე, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ასოცირებული
პროფესორი
E-mail: n.maglakelidze@gtu.ge

ანოტაცია. დღევანდელი ტენდენცია, რომელიც მიმართულია ჰიბრიდული მოწყობილობების გამოყენებაზე ადამიანის საქმიანობის ყველა სფეროში, ითხოვს მათი დაპროექტებისა და დამზადების ავტომატიზაციის მაღალ დონეს. ყველა ეს პროდუქტი ან მათი წარმოების პროცესი გულისხმობს მართვისა და კონტროლის (კონტროლერების) განვითარებული სისტემების გამოყენებას. როგორც ბოლო წლებში გამოსულ ლიტერატურაშია აღნიშნული, კონტროლერების რეალიზაციისათვის გამოიყენება როგორც ანალოგური, ისე ციფრული კონტროლის რეჟიმები. ბაკალავრატის ტიპურ საინჟინრო სასწავლო გეგმაში შემოთა-

ვაზებულია კურსი, რომელიც ასახავს მხოლოდ ანალოგური კონტროლის თეორიის ფუნდამენტურ ცნებებს. იმისათვის, რომ ისწავლონ მართვის ციფრული თეორია, სტუდენტები იძულებულნი არიან გაიარონ დამატებითი კურსი მართვის ციფრულ სისტემებში. ამ სტატიის მიზანშეწონილია სტანდარტული მექანიკური Feedback 33-100 სერვომოწყობილობის ბაზაზე სერვისის სისტემების ჰიბრიდული ანალოგურ/ციფრული ლოგიკური კონტროლერი პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერის (პლკ) ბაზაზე და განხილულია როგორც ანალოგური, ისე ციფრული ტესტური სიგნალების გენერირებისა და მათი სერვისის სისტემაზე ზემოქმედების შედეგები.

საკვანძო სიტყვები: ანალოგური ანალიზი; ანალოგური ბლოკი Feerdback 33-110, მექანიკური ბლოკი Feerdback 33-100; პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერი S7-1200; სერვოსისტემა; სიგნალური ანალიზი; ფუნქციონალურ/არბიტრარული გენერატორი Hunteck 1025G; შერეული სიგნალების ოსცილოსკოპი Pico Scope 2205 MSO; ციფრული ბლოკი Feerdback 33-120.

შესავალი

ხელოვნური ინტელექტის მოწყობილობები, როგორც სამხედრო და სამოქალაქო დანიშნულების, რობოტები, დრონები, ანიმატრონიკები და სხვ. მწელად წარმოსადგენია მუდმივი დენის ელექტროძრავებზე მომუშავე აღმასრულებელი მექანიზმების გამოყენების გარეშე. ასეთი აპარატურის მოძრაობის მართვა მიიღწევა ეგრეთ წოდებული სერვოსისტემის ლოგიკური კონტროლერის (სლკ) მეშვეობით.

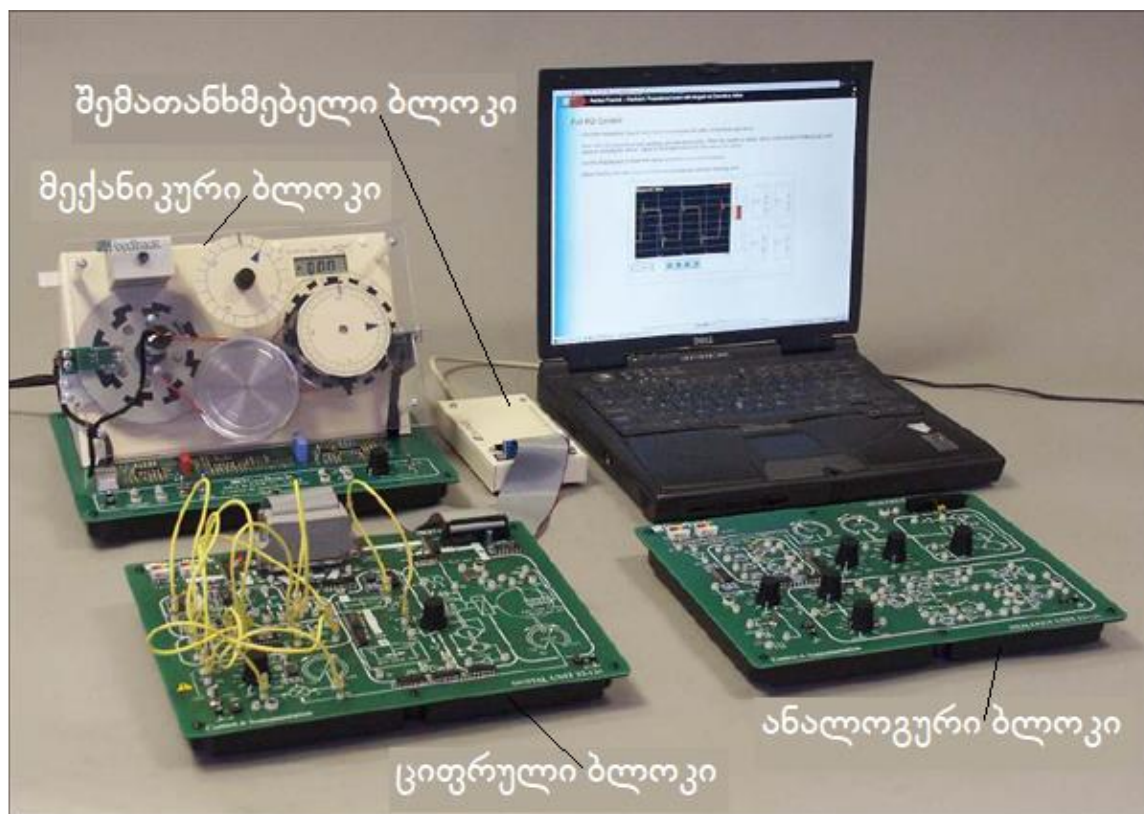
სლკ არის კომპლექსური სისტემა, რომელიც ერთ გადაწყვეტილებაში აერთიანებს სერვომძრავას კუთხური მდგომარეობის გადამწოდით, სერვოგამაძლიერებელს (მართვის ელექტრონული ბლოკი) სამუხრუჭე რეზისტორითა და პოზიციონირების კონტროლერით და უზრუნველყოფს ყველა კომპონენტის მაქსიმალურ თავსებადობას. თანამედროვე თვითმფრინავებისა და ვერტმფრენების მართვის სისტემები, პროგრამული მართვის ჩარხები, კომპიუტერების მყარი დისკები მდგომარეობის ავტომატური კონტროლისათვის იყენებს ციფრულ სისტემებს. იგივე პრინციპები შეიძლება გამოყენებული იყოს ობიექტის მდგომარეობის მართვისთვის, მისი თავისუფლების ყველა ხარისხში, რათა უზრუნველყოფილი იყოს მოძრაობა სამგანზომილებიან სივრცეში.

სერვოსისტემის მართვის პრობლემა ციფრული კონტროლერის მეშვეობით დიდი ხანია ცნობილია, მაგრამ დღეისათვის გამოიყენება მართვის სხვადასხვა ფორმა, რომელთაგან თითოეულს აქვს თავისი უპირატესობა და ხარვეზები, ასევე სხვადასხვა მოთხოვნილება აპარატულ და პროგრამულ უზრუნველყოფაზე.

ამ სტატიის მიზანია არსებული სისტემის მდგომარეობის მოდელირება და სხვადასხვა მართვის სტრატეგიისა და შესაბამისი ალგორითმების ეფექტურობის კვლევა. მეთოდები, რომლებიც გამოყენებული იქნება, დამყარებულია სიხშირულ არეში ანალიზზე, სადაც ისინი აღებული იქნება მართვის სისტემების თეორიის უფრო გვიანი ნაწილიდან და რომლებიც ცნობილია როგორც მდგომარეობათა სივრცითი მეთოდები. ეს მეთოდები თავის საწყისს იმავე ფესვებიდან იღებს, საიდანაც იღებს სათავეს სიხშირულ არეში მომუშავე მეთოდები, მაგრამ რჩება დროით არეში და ითვლება საუკეთესოდ მართვის სტრატეგიის ყველა ასპექტში.

აღჭურვილობა: ჩვენს კვლევებში გამოყენებული აპარატურა წარმოადგენს Feedback Instruments Limited-ის (შემდგომში Feedback) ნაკეთობებს, რომელიც აპროექტებს და ამზადებს ლაბორატორიულ აპარატურასა და სასწავლო საშუალებებს ელექტრონიკასა და ელექტროტექნიკაში, უნივერსიტეტებისა და კოლეჯების სტუდენტებისათვის, იგი გამოიყენება აგრეთვე სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებებში და წარმოებაში. აღნიშნული ნაკეთობებიდან განსაკუთრებით აღსანიშნავია სერვოსისტემის ლო-

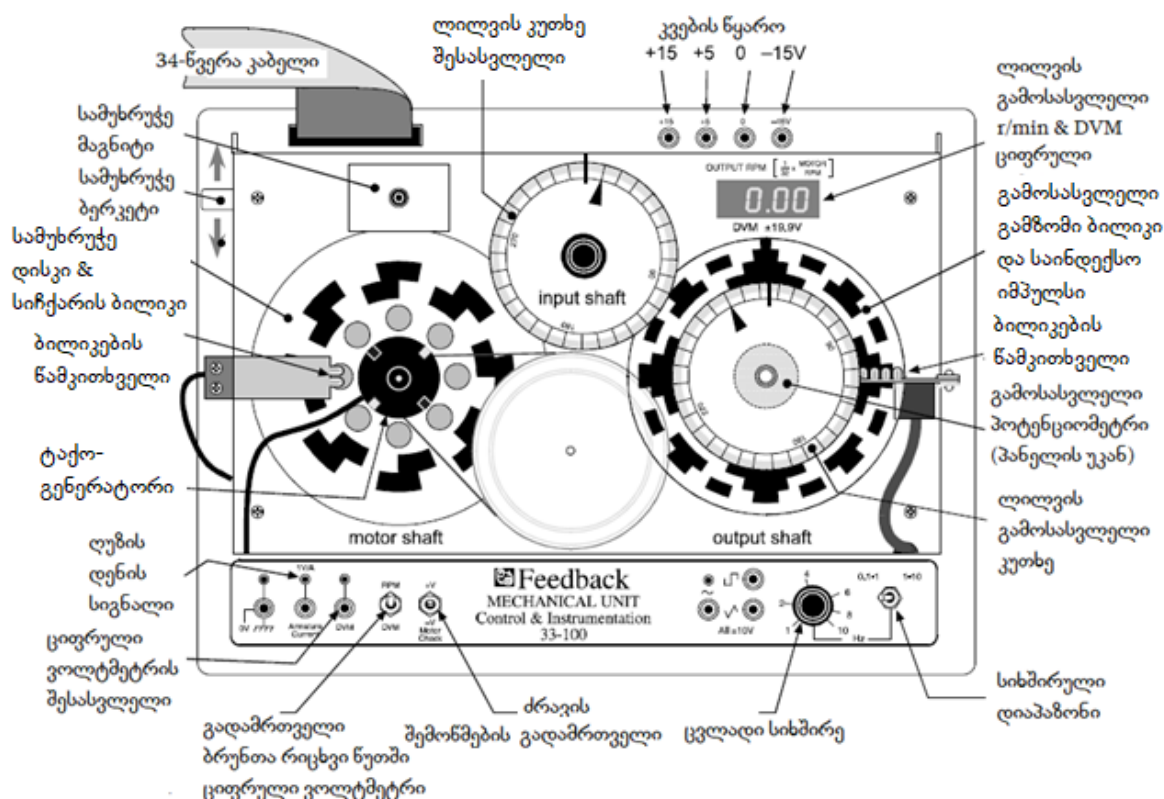
გიკური კონტროლერი, რომლის ძირითად კვანძს აქვს ანალოგური Feedback 33-110 და ციფრული წარმოდგენს 33-ე სერიის მექანიკური ბლოკი ბლოკები Feedback 33-120 (სურ. 1). Feedback 33-100 [1], გარდა ამისა სერვისისტემას



სურ. 1 სერვომძრავების ლოგიკური კონტროლერის საერთო ხედი

მექანიკური ბლოკი (Feedback 33-100) შედგება მექანიკური და ელექტრონული კომპონენტებისაგან, როგორცაა მუდმივი დენის ძრავა, ანალოგური ტაქომეტრი, პოზიციური პოტენციომეტრი, აბსოლუტური და ინკრემენტული ენკოდერები, მაგნიტური მუხრუჭი, აგრეთვე ეოდერების წაკითხვის სქემა, თხევადკრისტალური დისპლეი, ციფრული ვოლტმეტრი. მექანიკურ ბლოკში გამოყენებული ელექტრომექანიკური და ელექტრონული კომპო-

ნენტები, მათი დასახელებები და დანიშნულება ნათლად აღნიშნული და წარმოდგენილი ამ ბლოკის სტრუქტურულ სქემაზე (სურ. 2). ეს სისტემა საკმაოდ მარტივია, მაგრამ მას აქვს მდგომარეობის მართვის პრაქტიკული გამოყენების მრავალი ასპექტი, ისეთი როგორცაა ინერციული და სიჩქარეზე დამოკიდებული ცვალებადი დატვირთვების ზემოქმედება და სხვ. [2].



სურ. 2. სერვომძრავის ლოგიკური კონტროლის მექანიკური
ბლოკი Feedback 33-100, სტრუქტურული სქემა

ანალოგური ბლოკი (Feedback 33-110) აღჭურვილია შეცდომის სიგნალის ოთხშესასვლელიანი გამამლიერებლით, პროპორციულ, ინტეგრალურ, დიფერენციალური დამოუკიდებელი არხების კონტროლით და ერთეულოვანი გამამლიერებლის კომპენსაციის სქემით. ბლოკის დამხმარე ელექტრონიკა შედგება სიმძლავრის გამამლიერებლის, სინუსოიდური, მართკუთხა და სამკუთხა იმპულსების სიხშირის გენერატორისაგან ტესტირების ამოცანების გადასაწყვეტად [3].

ციფრული ბლოკი (Feedback 33-120) წარმოადგენს ინტერფეისს მექანიკურ ბლოკსა და პერსონალურ

კომპიუტერს შორის. იგი შეიცავს: ციფრული სიგნალების გენერატორს მექანიკურ ბლოკზე ტესტური ზემოქმედებისათვის, ანალოგურ-ციფრულ (აგ) და ციფრულ-ანალოგურ გარდამქმნელებს (ცაგ), განვიმპულსური მოდულირებული სიგნალის სქემას (გიმ), შემავალ და გამომავალ პოტენციომეტრებს და ციფრულ ენკოდერებს. ბლოკის მართვისათვის გამოიყენება პროგრამული უზრუნველყოფა Discovery [3].

ძირითადი ნაწილი

ზემოთ განხილული სერვომძრავის ლოგიკური კონტროლის ნაკლად უნდა ჩაითვალოს ის, რომ

აქ გამოყენებული ანალოგური და ციფრული ბლოკები მყარი ლოგიკის მქონე, რთული და მოუქნელი მოწყობილობებია ავტომატიზაციის დაბალი დონითა და შეზრუდული ფუნქციური შესაძლებლობებით, რაც ითხოვს მაღალი კვალიფიკაციის მომსახურე პერსონალს, რომელთა მომზადება სერვისის ტემების მზარდი და მასობრივი გამოყენების ფონზე ძალზე გართულებული და ხარჯიანია. მდგომარეობას კიდევ უფრო ართულებს ის, რომ ეს ბლოკები ლიცენზირებული პროდუქტია, რაც ითხოვს ყოველწლიური დამატებითი თანხების დანახარჯებს მათ გამოყენებაზე.

ამ ნაკლოვანებების აღმოფხვრის მიზნით, კერძოდ, ანალოგური და ციფრული ტესტური სიგნალების თანამიმდევრობების ოპერატიული ცვლილების

მისაღწევად, და მექანიკური ბლოკისაგან მიღებული ანალოგური/ციფრული სიგნალების დამუშავების გამარტივების მიზნით, ჩვენ მიერ შემოთავაზებულ მოწყობილობაში გამოყენებული გვაქვს არალიცენზირებული ტექნიკური საშუალებები, როგორიცაა: პლკ S7-1200, ფაგ Hantek1025G და შსო Pico scope 2205MSO (სურ. 3).

პლკ არის დღეისათვის კარგად ცნობილი და ფართოდ გავრცელებული კომპანია Siemens-ის S7-1200 კომპაქტური, მოდულური პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერი, ლოგიკური ფუნქციების დიდი ნაკრებითა და გაფართოების მოდულებით, HMI ვიზუალიზაციითა და ქსელების აგების შესაძლებლობით.



სურ. 3. სერვისისტემის ლოგიკური კონტროლერი აგებული S7-1200-ის, Picoscope-ის და Hantek-ის გამოყენებით

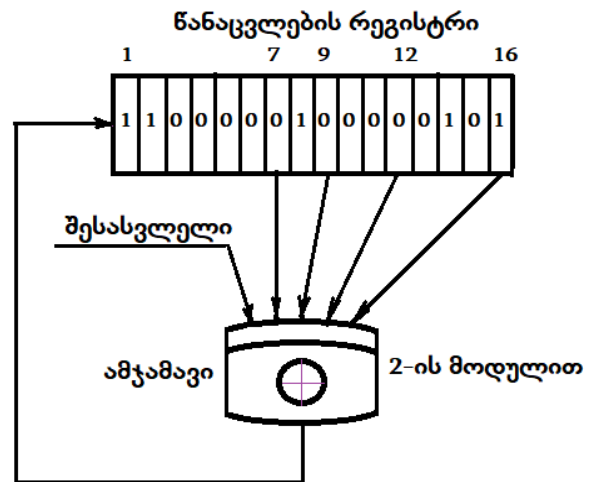
ეს კონტროლერი და მისი პროგრამული უზრუნველყოფა TIA Portal ხასიათდება ვერსიების მრავალფეროვნებით, ამიტომ ჩვენ წინამდებარე ნაშრომში გამოვიყენებთ CPU AC/DC/Rly ცენტრალური პროცესორის მქონე მოდელით (6ES7 212-1BE40-0XB0 მოდიფიკაცია, ვერსია v4.5) და TIA Portal (ვერსია v13) პროგრამული უზრუნველყოფით.

აღნიშნულ მოდიფიკაციას აქვს 75 კილობაიტის მქონე სამუშაო მეხსიერება, რვა 24-ვოლტიანი ციფრული და ორი ანალოგური შესასვლელი, ასევე 6 გამოსასვლელი რელეური არხით. ეს ტექნიკური მახასიათებლები სრულიად საკმარისია სერვისის-ტემის მექანიკური ბლოკიდან ციფრული და ანალოგური სიგნალების მიღებისა და გადამუშავებისათვის და მიღებული შედეგების საფუძველზე ციფრული ტესტური სიგნალების გენერირებისათვის.

რაც შეეხება ანალოგურ სიგნალებს, მათი გენერირება და მექანიკურ ბლოკზე გადაცემა ხდება ფაზ Hantek1025G გენერატორის მეშვეობით. ციფრული და ანალოგური სიგნალების ვიზუალიზაცია ხდება შსო Pico scope 2205MSO ოსცილოსკოპის მეშვეობით.

ა. ციფრული ტესტირება: სერვისის-ტემა თავისი არსით წარმოადგენს რთულ დინამიკურ ჰიბრიდულ (ციფრული/ანალოგური) სისტემას, ამიტომ მისი ციფრული ნაწილის ტესტური დიაგნოსტიკისათვის გამოყენებული გვაქვს ეფექტური და მრავალგზის გამოცდილი სიგნატურული ანალიზის მეთოდი [4]. ოპტიმალური შედეგის მისაღწევად, ავიღეთ მაქსიმალური სიგრძის ფსევდოდომთხვევითი სიგნალების მაგენერირებელი 16-თანრიგიანი წანაცვლების რეგისტრი, ამჯამავის (ორის მოდუ-

ლით) უკუკავშირებით. ამჯამავის მახასიათებელი პოლინომი შეესაბამება $x^{16} + x^{12} + x^9 + x^7 + 1$ გამოსახულებას. აღნიშნული პოლინომის რეალიზაცია პლკ-ში შეიძლება მოხდეს სურათზე გამოსახული ალგორითმით (სურ. 4).



სურ. 4. ფსევდოდომთხვევითი ციფრული თანამიმდევრობის გენერატორი

სიგნატურული ანალიზი საშუალებას გვაძლევს დადგინდეს ციფრული სისტემების ისეთი ძირითადი ალბათური მახასიათებლები, როგორიცაა: მოცემული დროის ინტერვალში წარმოქმნილი, სისტემის შემფოთებით გამოწვეული, შეცდომების რიცხვის განაწილების კანონი, მისი მათემატიკური ლოდინი და დისპერსია, ხოლო ისეთი მათემატიკური მახასიათებელი, როგორიცაა შეცდომის აღმოჩენის ალბათობა 16-თანრიგიანი ფსევდოდომთხვევითი გენერატორის გამოყენებით ტოლია 99,998-ის.

ზემოთ აღწერილი სიგნატურული ანალიზატორი წარმოადგენს ერთი შესასვლელის/გამოსასვლელის მქონე ციფრული სისტემის კონტროლის ერთ-თანრიგა მოწყობილობას. ჩვენს შემთხვევაში კი

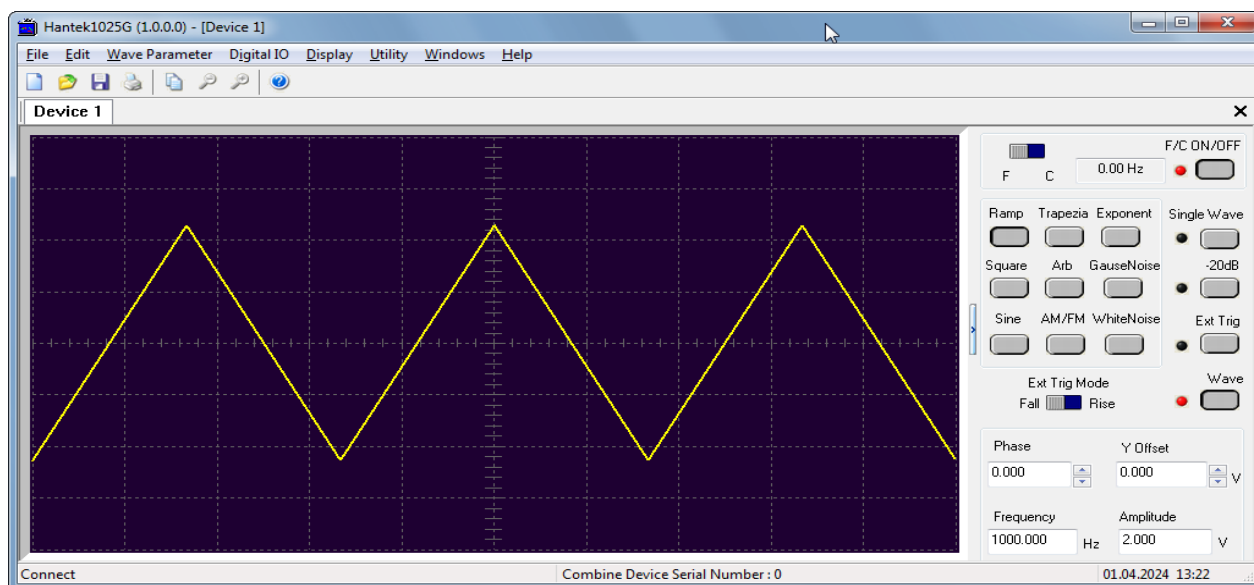
გვკირდება 8-თანრიგიანი პარალელური სიგნატურული ანალიზატორი, რომლის დანიშნულება არის უწყსრიგობათა ძებნა მრავალთანრიგა ციფრულ სისტემებში [5].

პარალელური ტესტირების დროს პლკ-ში პროგრამულად ხორციელდება ორის მოდულით მომუშავე ამჯამავების ჯგუფის ფორმირება, პოლინომის წარმომქმნელი წანაცვლების რეგისტრთან ერთად დამატებით ტრიგერების, მაკომუტირებელი და ლოგიკური ელემენტების გამოყენებით.

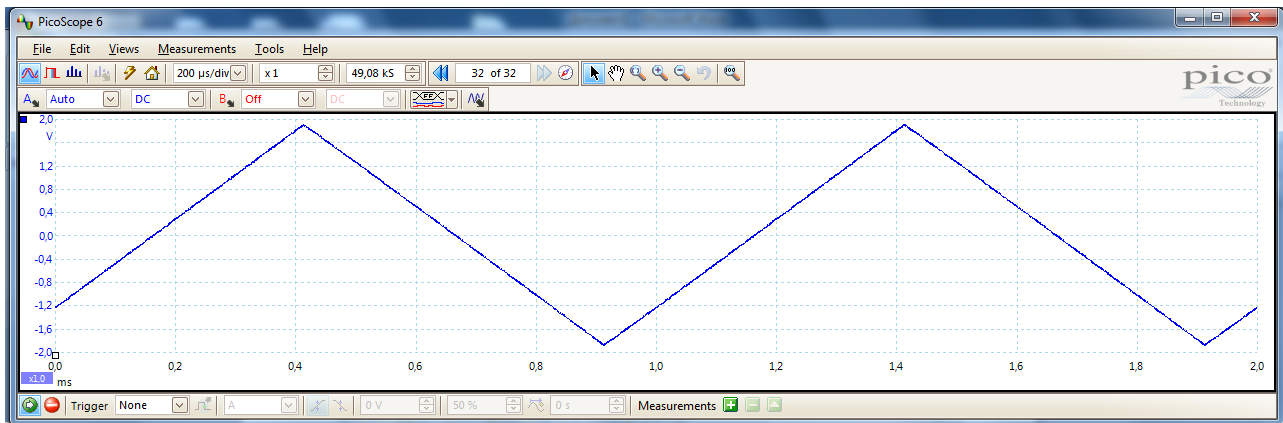
ბ. ანალოგური ტესტირება: ფუნქციურ/არბიტრარული გენერატორი Hantek 1025G წარმოქმნის სხვადასხვა ფორმის (სინუსური, მართკუთხა, ტრაპეციული, ხერხისებური, ექსპონენციალური და ა.შ.) და არასტანდარტულ (ნებისმიერი ფორმის, რომელ-

საც მომხმარებელი ხაზავს ეკრანზე) ელექტრულ სიგნალებს სიხშირით 0.1 ჰც-იდან 25 მგჰც-მდე. აქვს მაღალი გარჩევადობის ციფრულ-ანალოგური გარდამქმნელი 200 MS/s შერჩევის სიჩქარით, რითაც განისაზღვრება გენერირებული სიგნალების სიზუსტე, 12-ბიტისანი ვერტიკალური გარჩევადობით, რაც იმას ნიშნავს, რომ მას შეუძლია აჩვენოს სიგნალის ამპლიტუდა 2^{12} (4096) გარჩევადობით.

ჩატარებული ექსპერიმენტისას გენერირებული სიგნალის ფორმა, მაგალითად, ხერხისებური სიგნალის და მისი ტექნიკური მახასიათებლები ასახულია მე-5 სურ-ზე. მისი პარამეტრებია: სიხშირე 1000.000 ჰც, ამპლიტუდა 2.00 ვ. შემდეგ სურათზე კი ნაჩვენებია იგივე სიგნალი, რომელიც ასახულია Pico scope 2205MSO ოსცილოსკოპზე (სურ. 6).



სურ. 5 გენერატორის ფანჯარა – ხერხისებური სიგნალი



სურ. 6 ოსცილოსკოპზე მიღებული სიგნალი ხერხისებური ანალოგური სიგნალისათვის

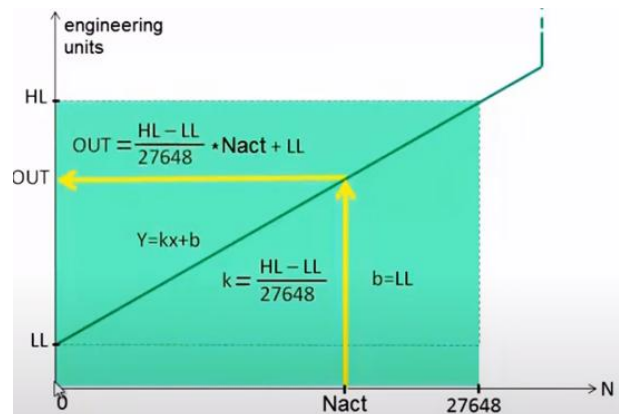
ანალოგური სიგნალის მიღება და დამუშავება

პლკ-ში. ანალოგური სიგნალის დამუშავება ერთ-ერთი საპასუხისმგებლო ოპერაციაა სერვისისტემის ფუნქციონირებაში. Feedback 33-100 მექანიკური ბლოკიდან მიღებული სტანდარტული ანალოგური სიგნალები, მაგ., 0/10 ვოლტის ან 4/20 მილიამპერის და ა.შ. მიღებისათვის S7-1200 პლკ-ს CPU-ს ყველა მოდელში ჩაშენებულია ორი არხი. ჩაშენებული ანალოგური არხების შესაბამისი ციფრული მნიშვნელობების სიზუსტე ტოლია 10 ორობითი თანრიგისა. გარდაქმნილი სიგნალების ოპერირებისათვის კი გამოიყენება Integer ფორმატი, რომელიც შედგება 16 ორობითი თანრიგისაგან, სადაც უფროსი თანრიგი გამოიყენება რიცხვის ნიშნისათვის, უმცროსი ხუთი თანრიგი არ მონაწილეობს ციფრული სიგნალის წარმოდგენაში. შესაბამისად ამისა, ანალოგური სიგნალის რიცხვითი მნიშვნელობა ნაცვლად 0-დან 1023-ისა ათობით ფორმატში მიიღება 0-დან 27648 დიაპაზონში.

ფორმულა რომლითაც შეიძლება გავიანგარიშოთ გაზომილი ძაბვის მნიშვნელობა OUT, შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:

$$OUT = (HL - LL) / 27648 * Nact + LL \quad (1)$$

სადაც: HL და LL სიგნალის მაქსიმალური HL და მინიმალური LL მნიშვნელობებია, ხოლო Nact სიგნალის მიმდინარე მნიშვნელობაა (იხ. სურ. 7).



სურ. 7. ანალოგური სიდიდის გარდაქმნის ზოგადი ფორმულის გამოსახულება და გრაფიკი

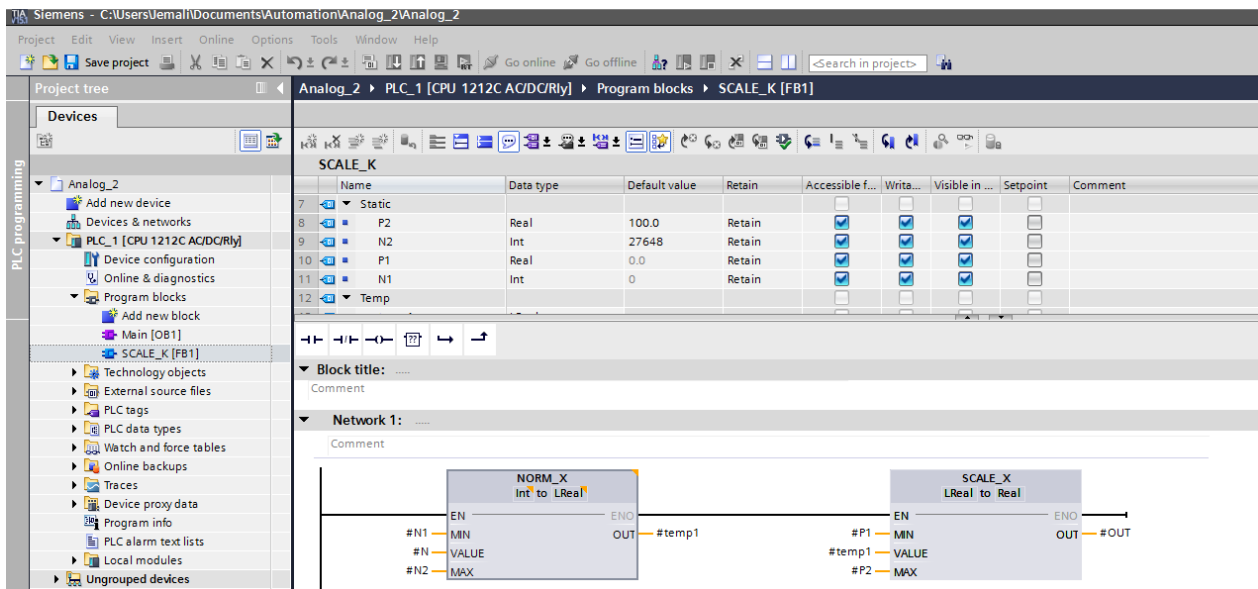
ეს არის გარდაქმნის საერთო ზოგადი ფორმულა, რომლის რეალიზაციაც უნდა შესრულდეს პლკ-ს პროგრამაში. ეს ამოცანა შეიძლება შესრულდეს TIA Portal-ის ჩაშენებული ფუნქციებით NORM_X და SCALE_X.

ამისათვის დაგვჭირდება შესაბამისი პარამეტრების შემოღება: ა) შესასვლელი int ტიპის N პარამეტრი, რომელიც არის შესასვლელი არხის რიცხვითი მნიშვნელობა; ბ) გამოსასვლელი პარამეტრი real ტიპის OUT, რომელიც არის გარდაქმნის შედეგი ფიზიკურ ერთეულებში; გ) P2, P1, N2, N1 პარამეტრები, რომელთაგან P2, P1 real ტიპის პარამეტრებია და უზენესს გადამწოდის მუშა დიაპაზონის ზედა და ქვედა სიდიდეებს, ხოლო პარამეტრები N2, N1 - int ტიპის პარამეტრებია და აღნიშნავს P2, P1 პარამეტრების ფიზიკურ მნიშვნელობებს.

გადავწეროთ შედეგის გაანგარიშების ფორმულა შემდეგნაირად:

$$OUT = (N - N1) / (N2 - N1) * (P2 - P1) + P1 \quad (2)$$

ამ ფორმულის პირველი ნაწილი, ანუ $(N - N1) / (N2 - N1)$ მიიღება ბრძანებით NORM_X, ხოლო შემდეგ, მთლიანი ნაწილი, ანუ $(P2 - P1) + P1$ ინსტრუქციით SCALE_X. ინსტრუქციების დაპროგრამების გარემოში გადატანისა და მათი პარამეტრიზაციის შემდეგ მივიღებთ სურათს (სურ. 8).



სურ. 8. NORM_X და SCALE_X ბლოკების პარამეტრიზაციის ფანჯარა

თუ ჩავტვირთავთ პროგრამას CPU-ში და გავუმოვებთ, მივიღებთ გარდაქმნის შედეგებს და თუ შევადარებთ რეალურ ფიზიკურ მნიშვნელობასთან, ჩვენს შემთხვევაში ძაბვასთან, (რასაც გავზომავთ ტესტერის მეშვეობით), დავინახავთ შედეგებს, რომლებიც ემთხვევა ერთმანეთს.

დასკვნა

სტატიაში, სერვოსისტემების არსებული ჰიბრიდული ლოგიკური კონტროლერის კრიტიკული ანალიზის ფონზე, რომელიც შედგება: მექანიკური, ანალოგური და ციფრული ბლოკებისაგან (Feedback 33-100, Feedback 33-110 და Feedback 33-120), ფუნქციური შესაძლებლობების გაზრდისა და მისი

გამოყენების გამარტივების მიზნით, შემოთავაზებულია ჰიბრიდული ლოგიკური კონტროლერი, რომელიც შედგება ზემოთ აღნიშნული მექანიკური ბლოკის, S7-1200 პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერის, ფუნქციურ/არბიტრული გენერატორის Hunteck 1225 და შერეული სიგნალების ოსცილოსკოპისაგან Pico scope 2205, სადაც ზემოქმედების ანალოგური სიგნალების გენერირება ხდება Hunteck 1225 გენერატორის საშუალებით ზემოქმედების ციფრული სიგნალების გენერირება და მიღებული სიგნალების დამუშავება ხდება S7-1200-ში რეალიზებული სიგნატურული ანალიზის მეთოდებით, ხოლო მიღებული ანალოგური სიგნალის დამუშავება – S7-1200-ში რეალიზებული ანალოგური ანალიზის საშუალებით, ამასთანავე:

ანალოგური სიგნალებით კონტროლისას, დავამუშავეთ:

- ანალოგური სიგნალების გენერირების მეთოდიკა ფუნქციურ/არბიტრული გენერატორის Hunttec 1025G-ის მეშვეობით და მათი შეყვანისათვის პლკ-ში;

■ ალგორითმი ანალოგური სიგნალების ანალიზისთვის TIA Portal-ის დაპროგრამების გარემოში SCALE_X და NORM_X ინსტრუქციებით.

■ ალგორითმი პარალელური ციფრული სიგნატურული ანალიზის მეთოდის გამოყენებით მრავალთანრიგა ციფრული სისტემებისათვის TIA Portal-ის დაპროგრამების გარემოში;

ლაბორატორიაში ჩატარებული კვლევებითა და ექსპერიმენტებით დამუშავდება ლაბორატორიული კურსი ბაკალავრიატის, მაგისტრატურისა და დოქტორანტურის სტუდენტებისათვის. კურსი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს აგრეთვე პროფესიული მომზადების სტუდენტებისათვისაც. ანალოგური და ციფრული მართვის სისტემების გაერთიანებული თეორია შესაძლებლობას მისცემს სტუდენტებს შეისწავლონ ფუნდამენტური კონცეფციები ერთ კურსში.

ლიტერატურა

1. Feedback Instruments Limited. (n.d.). *Servo fundamentals - 33 series*. Retrieved February 4, 2025, from https://kipdf.com/servo-fundamentals-trainer-series-33_5ac5ad631723dd65d2a8feb0.html
2. Chiu, C. (n.d.). *Assessment of experiments in a controls course*. Retrieved February 4, 2025, from <https://sites.asee.org/se/wp-content/uploads/sites/56/2021/01/2020ASEESE39.pdf>
3. Gurocak, H. B. (n.d.). *Teaching analog and digital control theory in one course*. Retrieved February 4, 2025, from file:///C:/Users/JPC/Downloads/teaching-analog-and-digital-control-theory-in-onecourse%20(9).pdf
4. Grigalashvili, J., & Grigalashvili, Z. (2011). Complex dynamic digital systems diagnostics by signature analysis method. *STU*, 2, 75–81. Retrieved February 3, 2025, from <https://publishhouse.gtu.ge/ka/index/?id=38>
5. Zhuk, V. S. (1986). *Parallel signature analyzer* (SU Patent No. 1 451 696). Retrieved February 3, 2025, from https://yandex.ru/patents/doc/SU1451696A1_19890115

UDC 621.3.049.7 + 629.7 + 004.8

SCOPUS CODE 1802

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-169-179>

Hybrid logic Controller For Servo Systems Based on S7-1200 Programmable Logic Controllers

Jemal Grigalashvili

Department of Control Systems and Automation, Georgian Technical University,
Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.

E-mail: j.grigalashvili@gtu.ge

Reviewers:

S. Khoshtaria, Associate Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU

E-mail: s.xoshtaria@gtu.ge

N. Maglakelidze, Associate Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU

E-mail: n.maglakelidze@gtu.ge

Abstract. In the article, based on a critical analysis of the existing hybrid logic controller for servo systems, which consists of: mechanical, analog and digital blocks (Feerdback 33-100, Feerdback 33-110 and Feerdback 33-120), in order to increase the functional capabilities and simplify its use, a hybrid logic controller is proposed, which consists of the above-mentioned mechanical block, S7-1200 programmable logic controller, functional/arbitrary generator Hunteck 1225 and mixed signal oscilloscope Pico scope 2205, where analog impact signals are generated by the Hunteck 1225 generator, digital impact signals are generated and the received signals are processed by the signature circuit implemented in S7-1200. analysis methods, and the received analog signal is processed by means of analog analysis implemented in S7-1200, in addition:

- When controlling with analog signals, the method of generating analog signals using the functional/arbitrary generator Hunteck 1025G and their input to the PLC was developed;
 - An algorithm for analyzing analog signals in the TIA Portal programming environment with SCALE_X and NORM_X instructions was developed.
 - An algorithm using the parallel digital signature analysis method for multi-level digital systems in the TIA Portal programming environment was developed;
 - A laboratory course for undergraduate, graduate and doctoral students will be developed with the research and experiments conducted in the laboratory. The course can also be used for students of professional training. The unified theory of analog and digital control systems will allow students to study fundamental concepts in a single course.
- Keywords: servo system, mechanical block Feerdback 33-100, analog block Feerdback 33-110, digital block Feerdback 33-120, programmable logic controller S7-1200, functional/arbitrary generator Hunteck 1225, mixed signal oscilloscope 2205, analog analysis, signature analysis.

Keywords: Analog analysis; servo system; Analog block Feerdback 33-110; Digital block Feerdback 33-120; Mechanical block Feerdback 33-100; Mixed signal oscilloscope 2205; Programmable logic controller S7-1200; Functional/arbitrary generator Hunteck 1225; Mixed signal oscilloscope 2205; Signature analysis.

განხილვის თარიღი 14.03.2025

შემოსვლის თარიღი 18.03.2025

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025