

ჯ. დოჭვირი, გ. ჯავახიშვილი

ელექტროამპრაჰების მართვის სისტემების
დინამიკური რეჟიმების მოდელირება
კომპიუტერზე

მეთოდური მითითებები ლაბორატორიების ჩასატარებლად

„ტექნიკური უნივერსიტეტი“

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ჟ. დოჭვირი, გ. ჯავახიშვილი

ელექტროამპრაჰების მართვის სისტემების
დინამიკური რეჟიმების მოდელირება
კომპიუტერზე

მეთოდური მითითებები ლაბორატორიების ჩასატარებლად

დამტკიცებულია სტუ-ს
სარედაქციო-საგამომცემლო
საბჭოს მიერ

თბილისი
2007

მოცემულია ელექტროამპრაგების მართვის თანამედროვე სისტემების სტრუქტურული სქემები, რომელთა დინამიკური მახასიათებლების შესწავლა ხორციელდება პროგრამა MATLAB-ში.

განკუთვნილია ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის იმ სპეციალობათა სტუდენტებისათვის, რომლებიც სწავლობენ საგნებს ელექტრულ ამპრაგებში.

რეცენზენტი: პროფესორი გ. მაჩაბელი

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2007

ISBN 978-99940-948-6-8

ლაბორატორიული ამოცანა N1 – მუდმივი დენის ტირისტორული ელექტროამპრავის დინამიკური მახასიათებლების შესწავლა 5

ლაბორატორიული ამოცანა N2- დამკვირვებელმოწყობილობიანი ტირისტორული ელექტროამპრავის დინამიკური მახასიათებლების შესწავლა 9

ლაბორატორიული ამოცანა N3- დრეკადლილვიანი ტირისტორული ელექტროამპრავის დინამიკური მახასიათებლების შესწავლა 11

ლაბორატორიული ამოცანა N4- საერთო სიჩქარის რეგულატორიანი ორძრავიანი ტირისტორული ელექტროამპრავის გარდამავალი პროცესების შესწავლა 15

ლაბორატორიული ამოცანა N5- სიჩქარის ინდივიდუალური რეგულატორებიანი ორძრავიანი ტირისტორული ელექტროამპრავის გარდამავალი პროცესების შესწავლა 19

ლაბორატორიული ამოცანა N6- ძაბვით რეგულირებადი ცვლადი დენის სამფაზა ასინქრონული ელექტროამპრავის გარდამავალი პროცესების შესწავლა 22

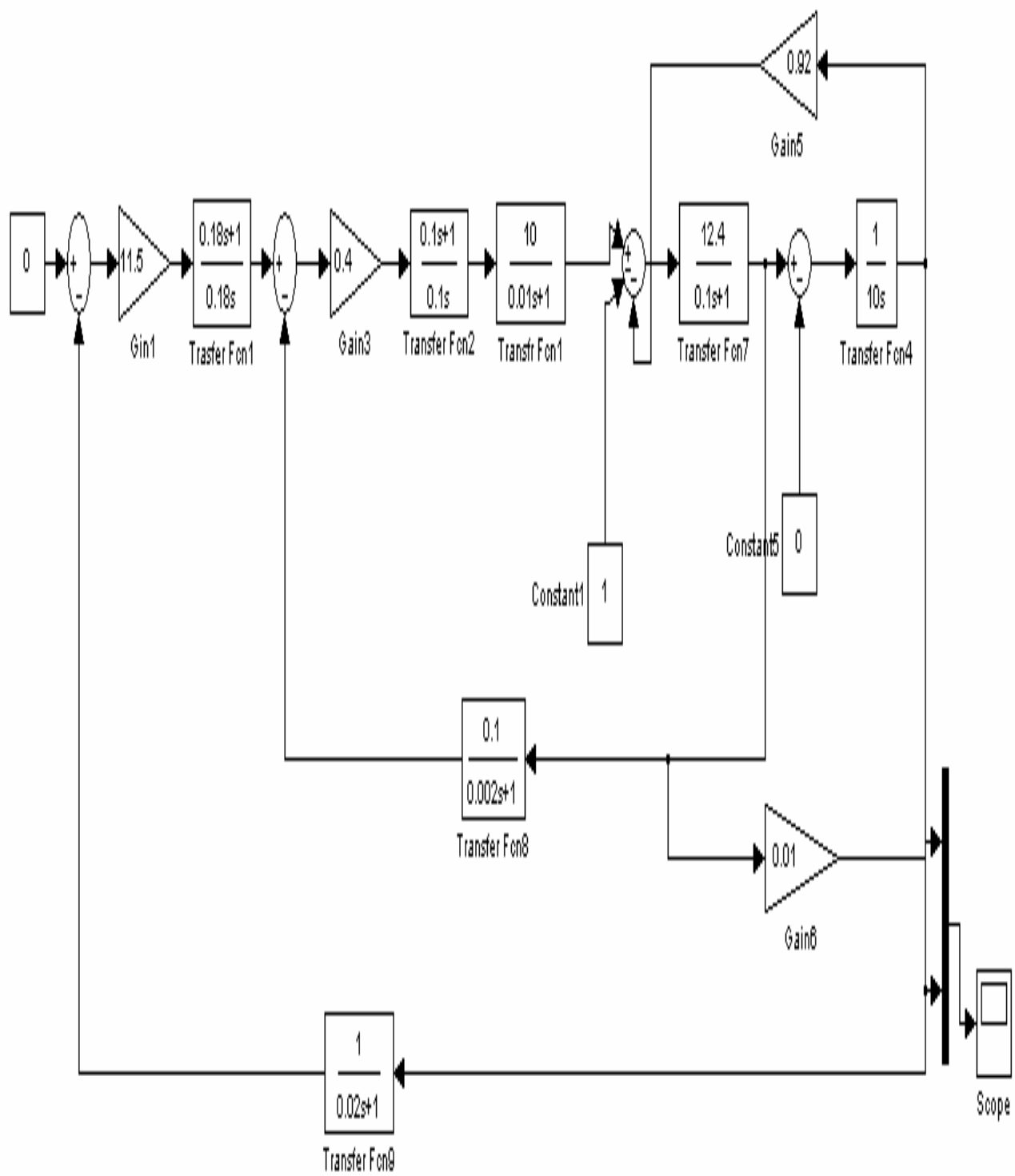
ლაბორატორიული ამოცანა N7- სიხშირით რეგულირებადი ასინქრონული ელექტროამპრავის დინამიკური მახასიათებლების შესწავლა 28

ლაბორატორიული ამოცანა N8- მიმყოფი ელექტროამპრავის დინამიკური მახასიათებლების შესწავლა 31

ლაბორატორიული ამოცანა N1

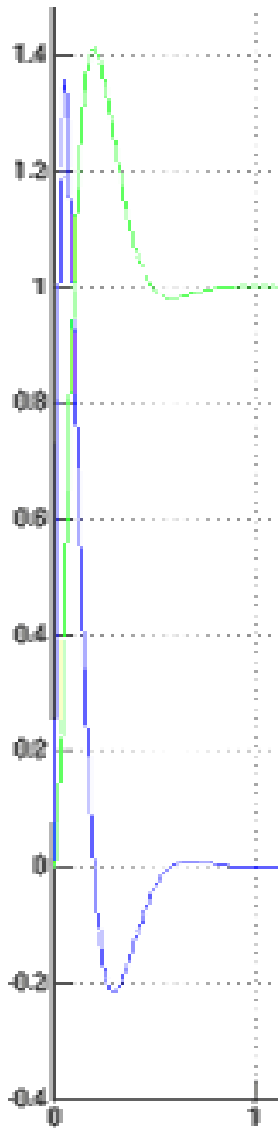
მუდმივი დენის ტირისტორული ელექტროამძრავის დინამიკური მახასიათებლების შესწავლა

1-ლ ნახ-ზე წარმოდგენილია ძრავას ორკონტურიანი (სიჩქარის და ღუზის დენის უარყოფითი უკუკავშირებით) ტირისტორული ელექტროამძრავის რიცხვით პარამეტრებიანი სტრუქტურული სქემა, რომელიც შედგენილია კომპიუტერზე MATLAB-ის პროგრამით. საკვლევ ობიექტად აღებულია მუდმივი დენის დამოუკიდებელ აღგზნებიანი ელექტროძრავა შემდეგი ნომინალური პარამეტრებით: $P_{\text{ნომ}} = 300$ კვტ., $U_{\text{ნომ}} = 400$ ვ., $I_{\text{ნომ}} = 620$ ა., $n_{\text{ნომ}} = 1500$ ბრ/წთ. სქემაში შესაბამისად გვაქვს შემდეგი სიდიდეები: $k_{\text{ღ}} = 12,4$ არის ძრავას გადაცემის კოეფიციენტი; $k_e = 0,92$ - ძრავას შიგა ე.მ.-ძალის უკუკავშირის კოეფიციენტი; $T_{\text{ღ}} = 0,1$ წმ -ძრავას ღუზის წრედის ელექტრომაგნიტური დროის მუდმივა; $T_{\text{ა}} = 10$ -წმ ამძრავის ელექტრომექანიკური დროის მუდმივა; $k_{\text{გ}} = 10$ -ტირისტორული გარდამსახის გაძლიერების კოეფიციენტი; $T_{\text{გ}} = 0,01$ წმ- ტირისტორული გარდამსახის ექვივალენტური დროის მუდმივა; $k_t = 0,1$ -დენის უკუკავშირის გადაცემის კოეფიციენტი; $T_{\text{გ2}} = 0,002$ წმ- დენის უკუკავშირში ჩართული ფილტრის დროის მუდმივა. დენის რეგულატორის პარამეტრები შერჩეულია დენის კონტურის ობიექტის მონაცემების საფუძველზე ე.წ. „მოდულის ოპტიუმის“ შესაბამისად და ტოლია: $\beta_2 = 0,4$ და $\tau_2 = 0,1$ წმ-ს. სიჩქარის რეგულატორის ოპტიმალური პარამეტრები კი შერჩეულია სისტემის გარე კონტურის მართვის ობიექტის მანაცემებით და ე.წ. „სიმეტრიული ოპტიუმის“ შესაბამისად, ისინი ტოლია: $\beta_1 = 11,5$ და $\tau_1 = 0,18$ წმ-ს.

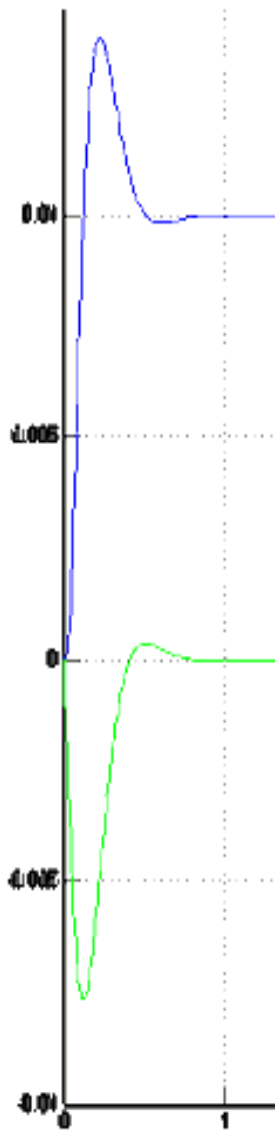


6sb. 1

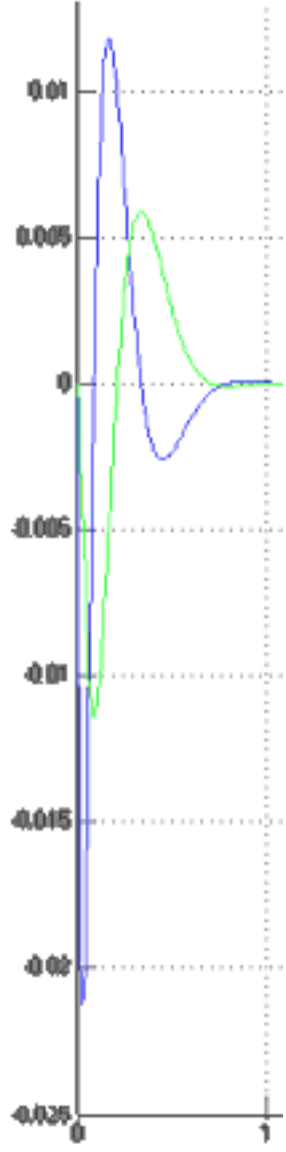
ნახ. 2,3 და 4-ზე წარმოდგენილია ამძრავის სიჩქარის (Δv) და ღუზის დენის (Δi) გარდამავალი პროცესების მრუდები შესაბამისად: მართვის (დავალების) სიგნალის, ძრავას ღერძზე დატვირთვის და ქსელის ძაბვის ერთეულოვანი ნახტომისებრი ცვლილებისას.



ნახ.2



ნახ.3



ნახ.4

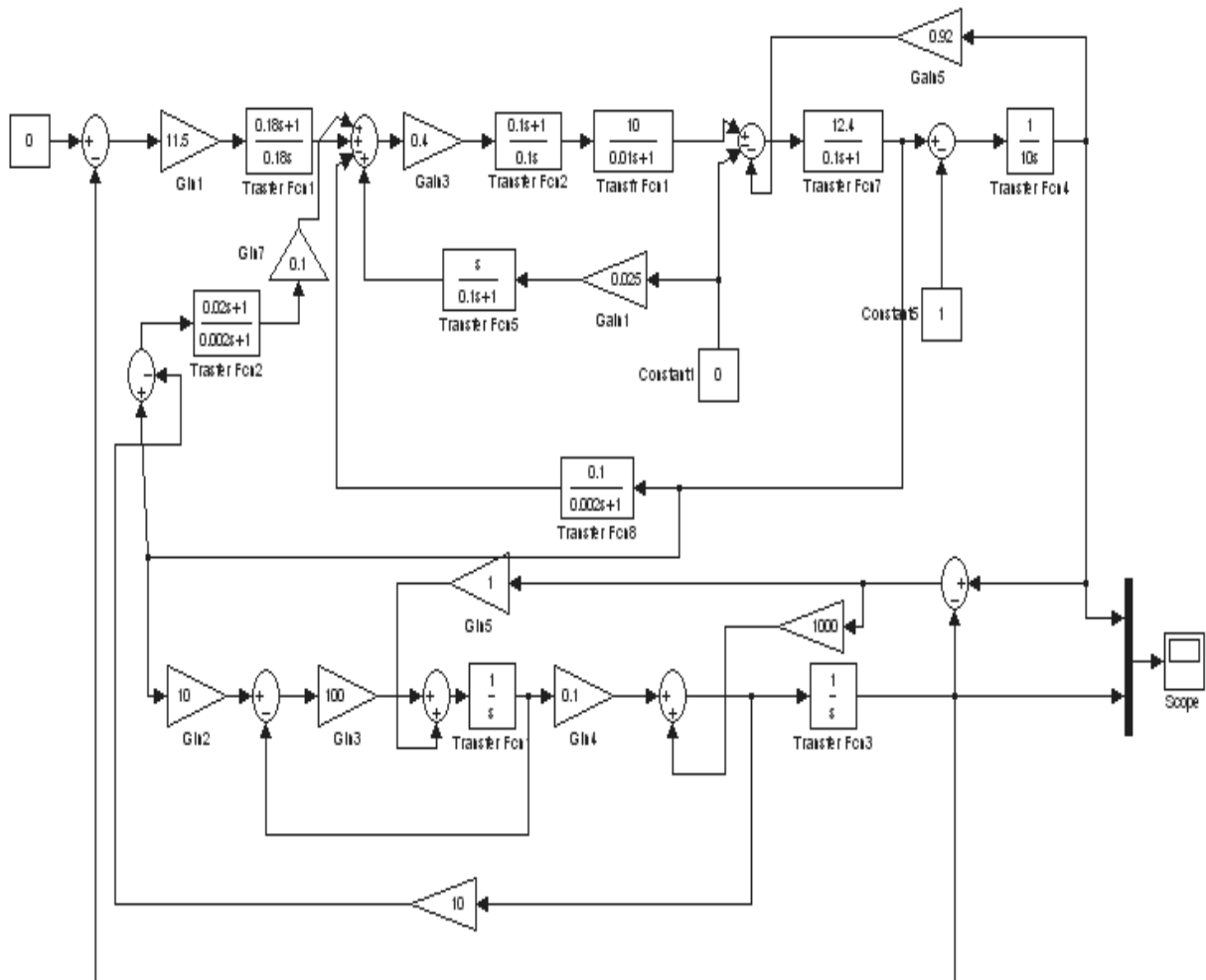
სისტემის რეგულირების ხარისხის ძირითადი მაჩვენებლები შეადგენს: გადამ-
ეჭვრეგულირება $\sigma=40\%$ -ს; სიჩქარის დინამიკური ვარდნა ძრავას ღერძზე დატვირ-
თვის უეცარი მოდებისას $\Delta v_{ღონ} = 0,008$, ხოლო ქსელის ძაბვის ნახტომისებრი ცვლ-
ილებისას $\Delta v_{ღონ} = 0,012$; გარდამავალი პროცესის ხანგრძლივობა კი $t_g = 0,6$ წმ.

ხარისხის მიღებული მაჩვენებლებით განხილული ელექტროამძრავის დინა-
მიკური რეჟიმების მახასიათებლები ოპტიმიზებულად ჩაითვლება.

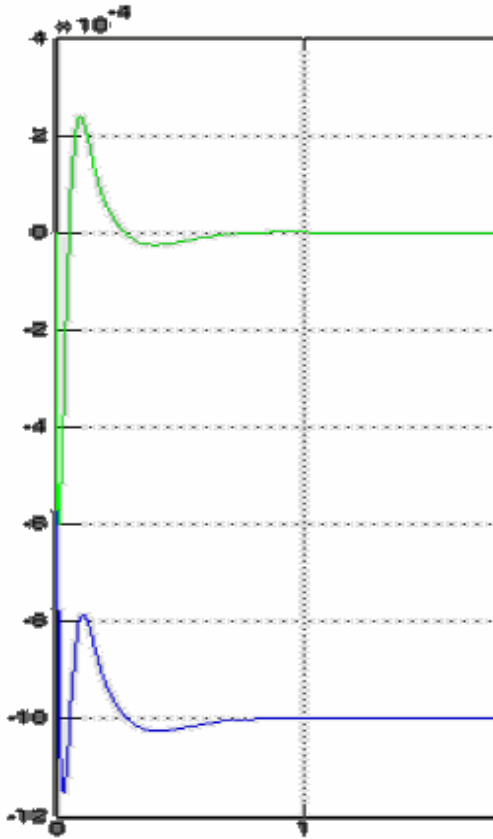
ლაბორატორიული სამუშაო №2

დამკვირვებელმოწყობილობიანი ტირისტორული ელექტროამძრავის დინამიკური მახასიათებლების შესწავლა

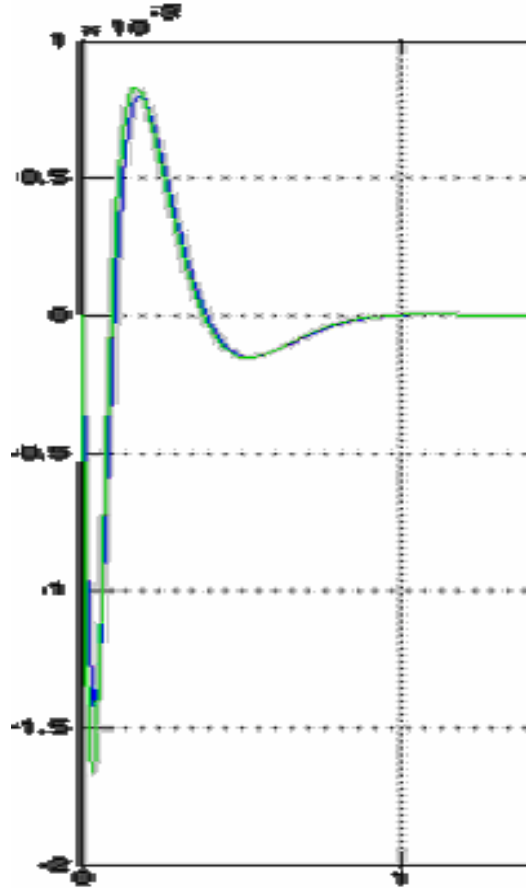
1-ლ ნახ -ზე წარმოდგენილია დამკვირვებელ მოწყობილობიანი ტირისტორული ელექტროამძრავის სისტემის კომპიუტერული სტრუქტურული სქემა, როცა დენის რეგულატორის შესავალზე დამატებით ჩართულია ქსელის ძაბვის ცვლილების მაკომპენსირებელი (ინვარიანტობის მიზნით) დადებითი რბილი უკუკავშირი, პარამეტრებით: $k_0=0,025$ და $T_0=0,1$ წმ.



ნახ.1



ნახ. 2



ნახ.3

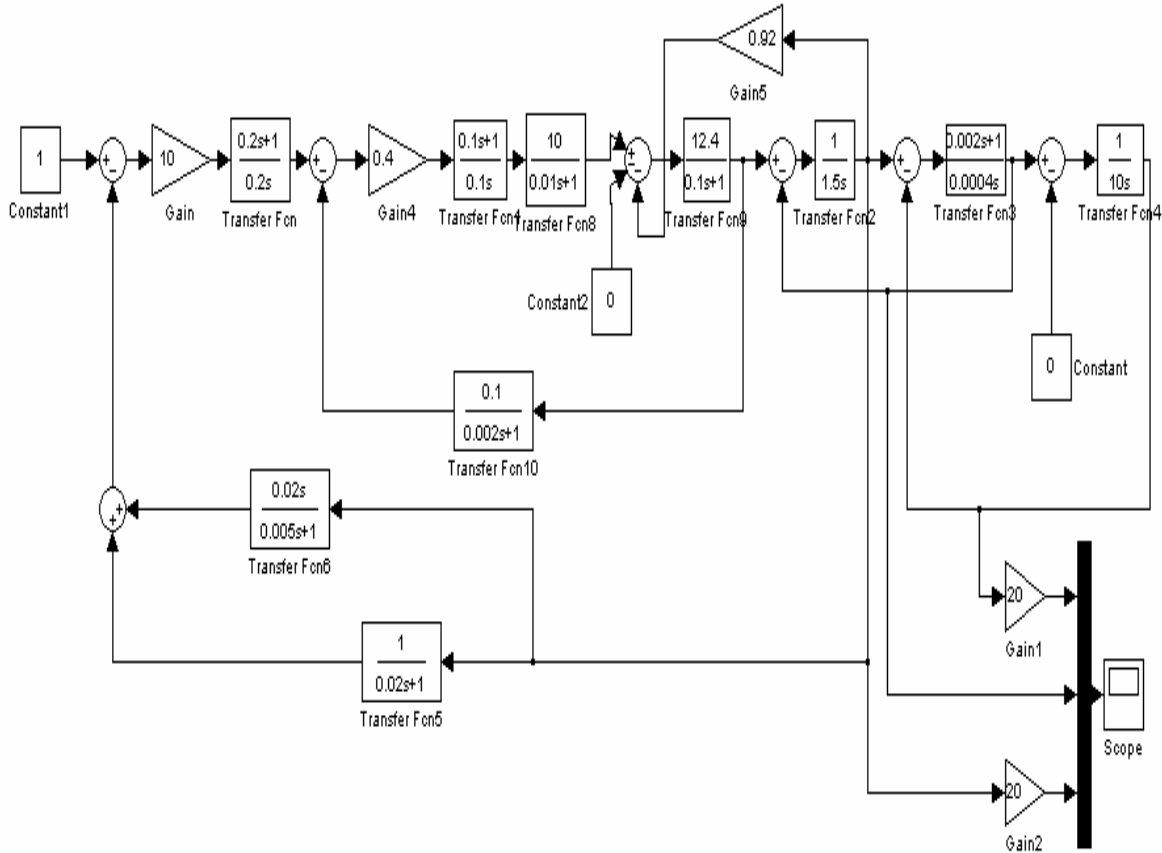
ნახ.2-ზე წარმოდგენილია ამძრავის სიჩქარის (Δv) და დამკვირვებელი მოწყობილობიდან მიღებული მისი შეფასებითი ($\Delta \bar{v}$) სიდიდის გარდამავალი პროცესების მრუდები, ძრავას ღერძზე დატვირთვის უეცარი შეცვლისას. დამკვირვებელი მოწყობილობის დახმარებით დენის რეგულატორის შესავალზე ჩართულია ძრავას ღერძზე დატვირთვის ცვლილების მაკომპენსირებელი დადებითი უკუკავშირი ფორსირების ტიპის გადამცემი ფუნქციით ($k_0 = 0.1$, $T_0 = 0.002$ წმ და $T_1 = 0.02$ წმ-ს. ამძრავის სიჩქარის დინამიკური ვარდნა ამ შემთხვევაში შეადგენს $\Delta v_{\text{დინ}} = 0.0012$ ($\Delta \bar{v}_{\text{დინ}} = 0.0006$), რაც 5,5-ჯერ ნაკლებია სიჩქარის ვარდნაზე ანალოგიურ რეჟიმში ამძრავის მუშაობისას ინვარიანტული უკუკავშირის გარეშე.

ნახ.3-ზე ნაჩვენებია იმავე სიდიდეების პროცესები ქსელის ძაბვის უეცარი ვარდნისას. ინვარიანტობით ძრავას სიჩქარის ვარდნა შემცირებულია 6,6-ჯერ შესაბამის სიდიდესთან შედარებით სისტემაში ინვარიანტობის გარეშე.

ლაბორატორიული ამოცანა N3

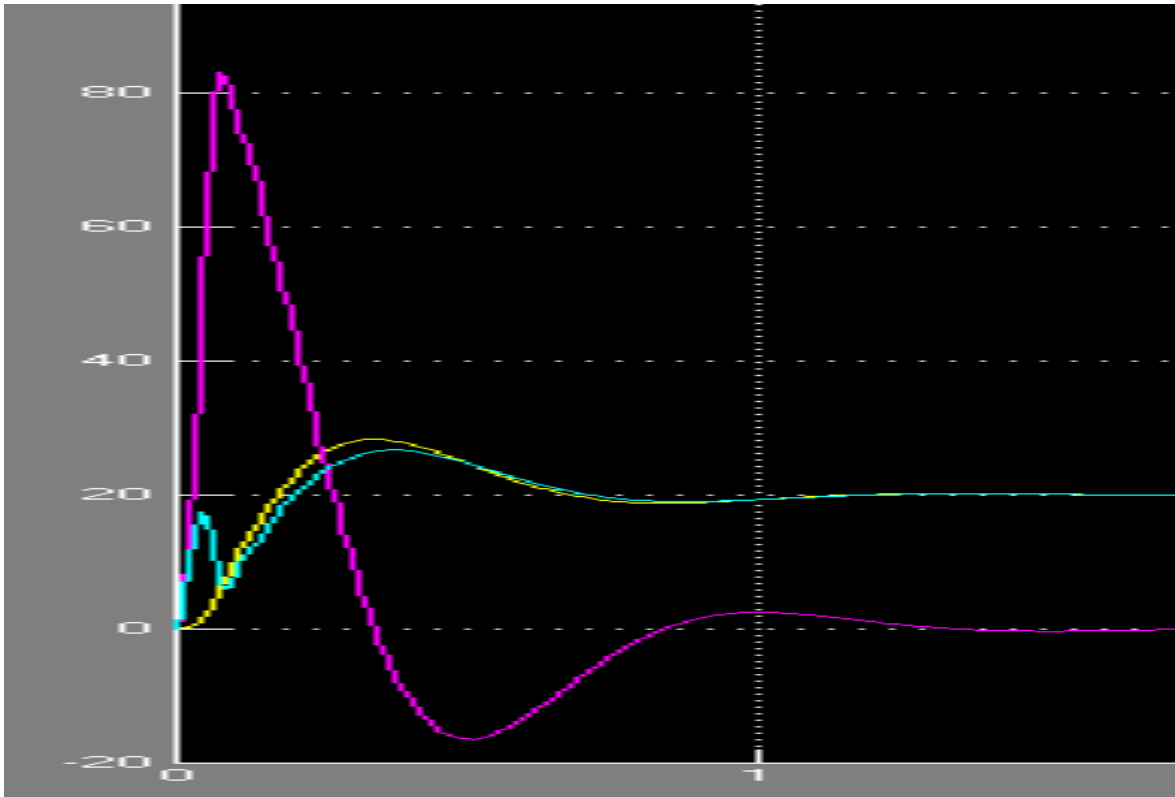
დრეკადლილვიანი ტირისტორული ელექტროამძრავის დინამიური მახასიათებლების შესწავლა

1-ლ ნახ-ზე წარმოდგენილია მუდმივი დენის დრეკადლილვიანი ტირისტორული ელექტროამძრავის კომპიუტერული სტრუქტურული სქემა, რომელშიც ძირი-



ნახ. 1

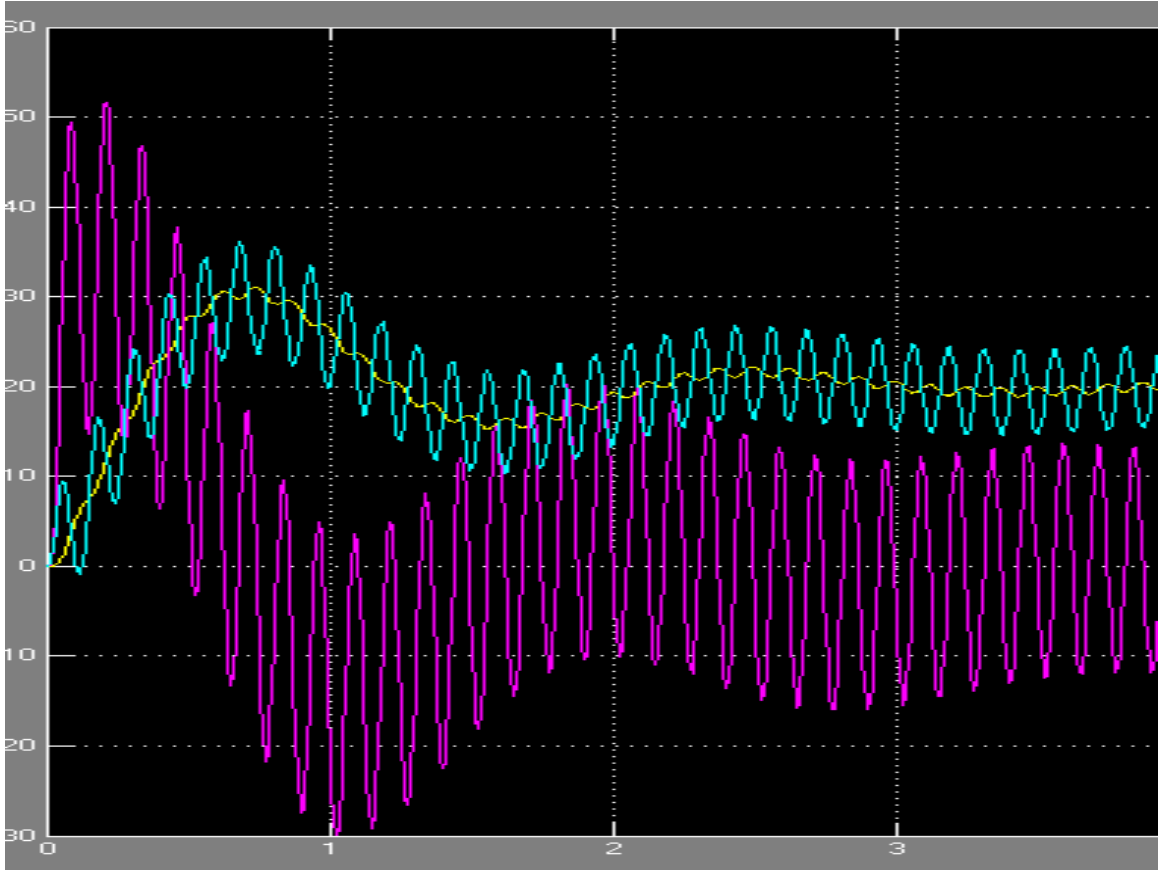
თავი უკუკავშირების (სინქარის და დენის მიხედვით) გარდა, დრეკადლი (გრუნითი) რხევების ჩასაქრობად გამოყენებულია დამატებითი უკუკავშირი ამძრავის სინქარის პირველი რიგის წარმოებულის შესაბამისი სიგნალის მიხედვით (ე.წ. რბილი მადიფერენცირებელი უკუკავშირი).



ნახ.2

2-ე ნახ-ზე მოყვანილია დრეკადი ამძრავის ოპტიმიზებული გარდამავალი პროცესის მრუდები (ძრავასა და მექანიზმის კუთხური სიჩქარეების, აგრეთვე დრეკადი მომენტისა) სისტემის შესავალზე დავალების სიგნალის ნახტომისებრი შეცვლისას. გარდამავალი პროცესის ხანგრძლივობა არ აღემატება 1 წამს, გადამეტრეგულირება კი 30%-ის ფარგლებშია.

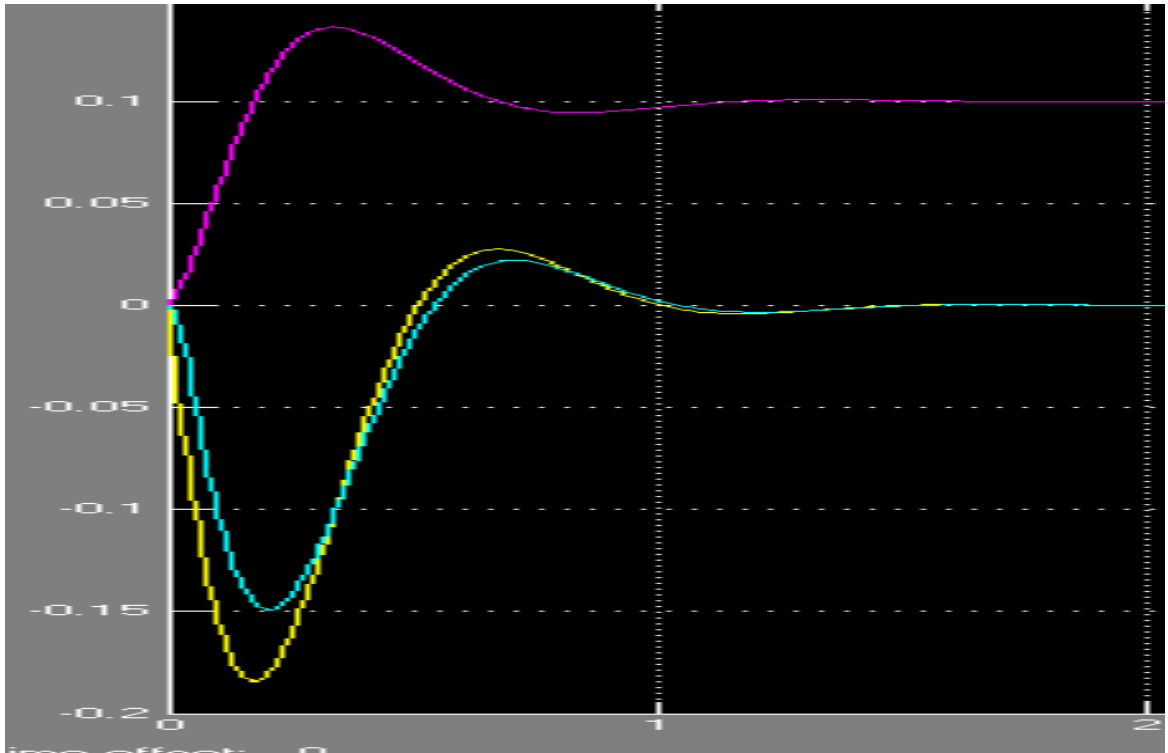
3-ე ნახ -ზე მოყვანილია დრეკადი ამძრავის გარდამავალი პროცესის მრუდები, როცა სისტემაში მაკორექტირებელი რბილი უკუკავშირი ჩარ-თული არ არის. ამ შემთხვევაში მრუდები გვიჩვენებენ სისტემაში რხე-ვების გაძლიერებას, რაც დაუშვებელია ამძრავთა ნორმალური ფუნქციონირებისათვის.



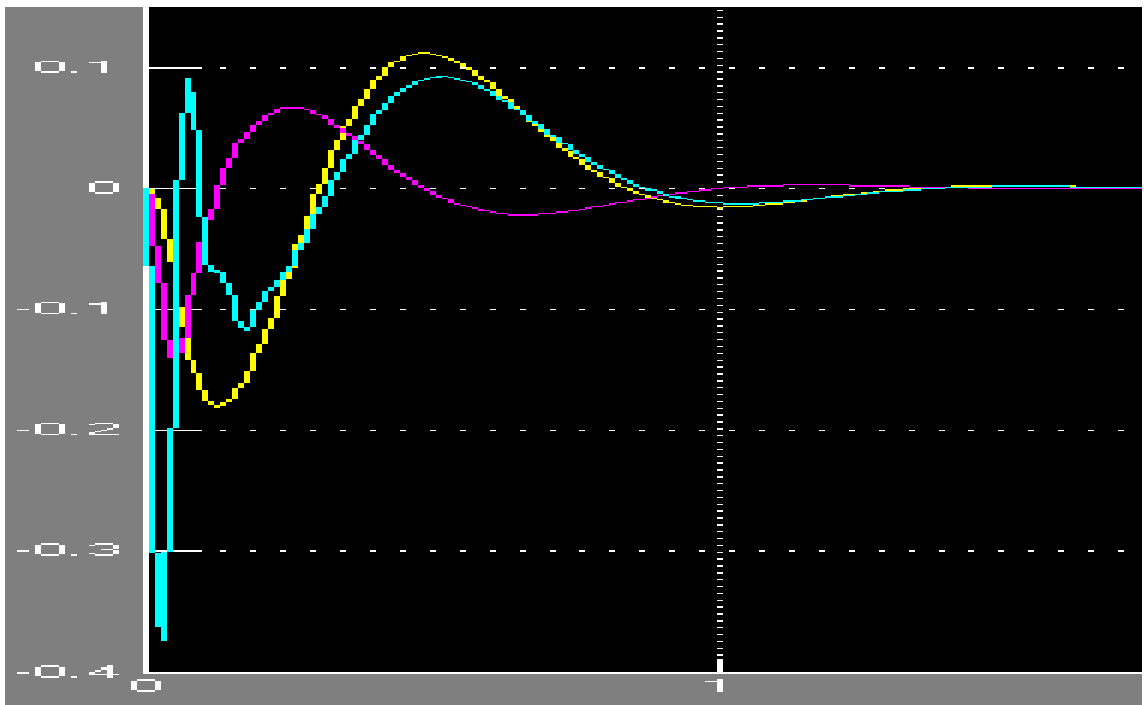
ნახ.3

4-ე ნახ-ზე მოყვანილია დრეკადი ამძრავის ოპტიმიზებული გარდამავალი პროცესის მრუდები (ძრავასა და მექანიზმის სიჩქარეების, აგრეთვე დრეკადი მომენტის) ამძრავის უეცარი (ნახტომისებრი დატვირთვისას). ამ-ძრავის სიჩქარის დინამიკური ვარდნა არ აღემატება 0.17-ს. გარდამავალი პროცესის ხანგრძლივობა კი იგივეა (1 წმ).

5-ე ნახ-ზე მოყვანილია განხილული დრეკადი ამძრავის გარდამავალი პროცესის მრუდები (ძრავასა და მექანიზმის სიჩქარეების, აგრეთვე დრეკადი მომენტისა) ქსელის ძაბვის ნახტომისებრი შეცვლისას. ამ შემთხვევაში ამძრავის თვისობრივი მაჩვენებლები თითქმის იგივეა, როგორც წინა შემთხვევაში.



6sb.4



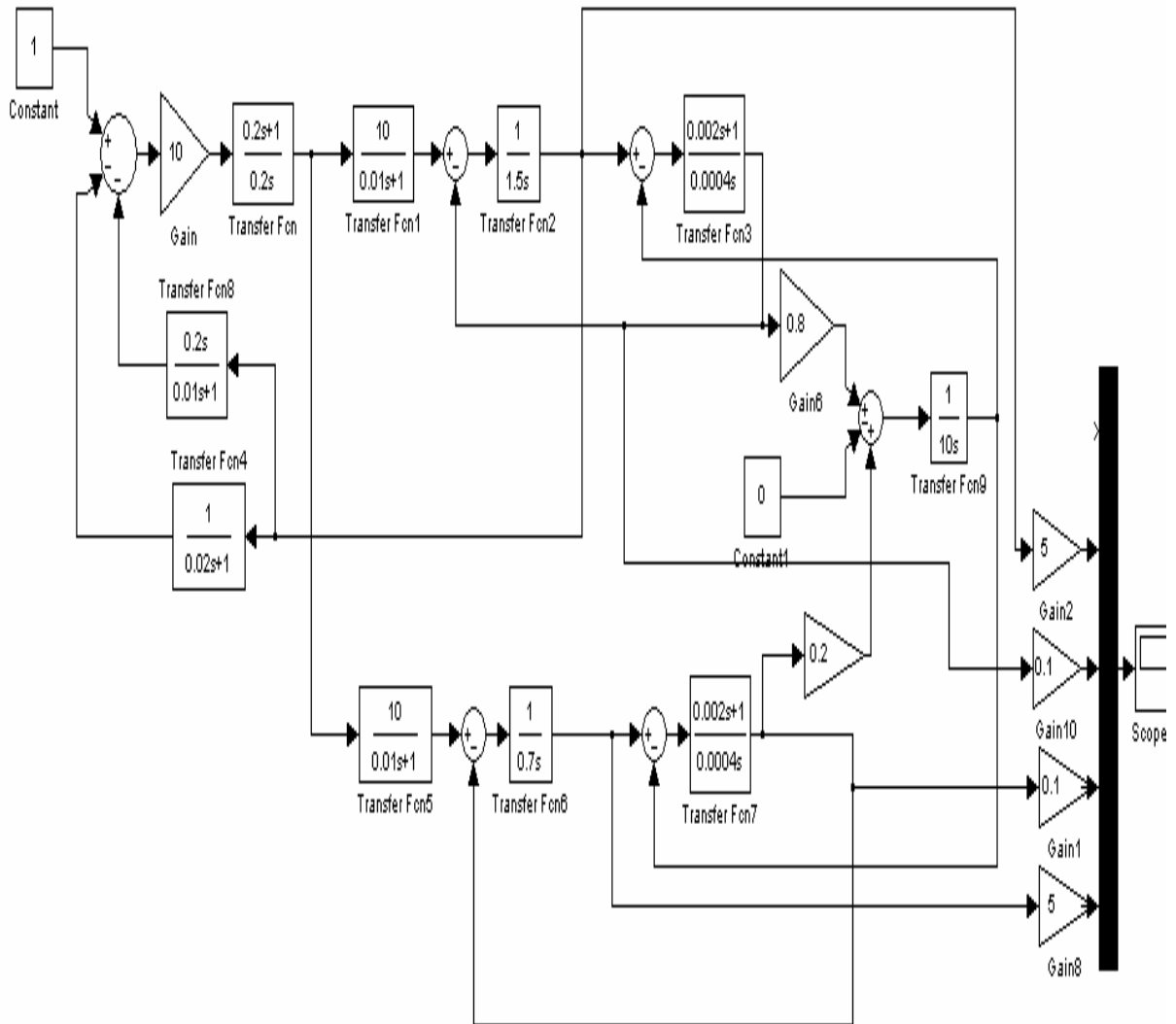
6sb.5

ლაბორატორიული ამოცანა №4

საერთო სიჩქარის რეგულატორიანი ორძრავიანი ტირისტორული ელექტროამძრავის გარდამავალი პროცესების შესწავლა

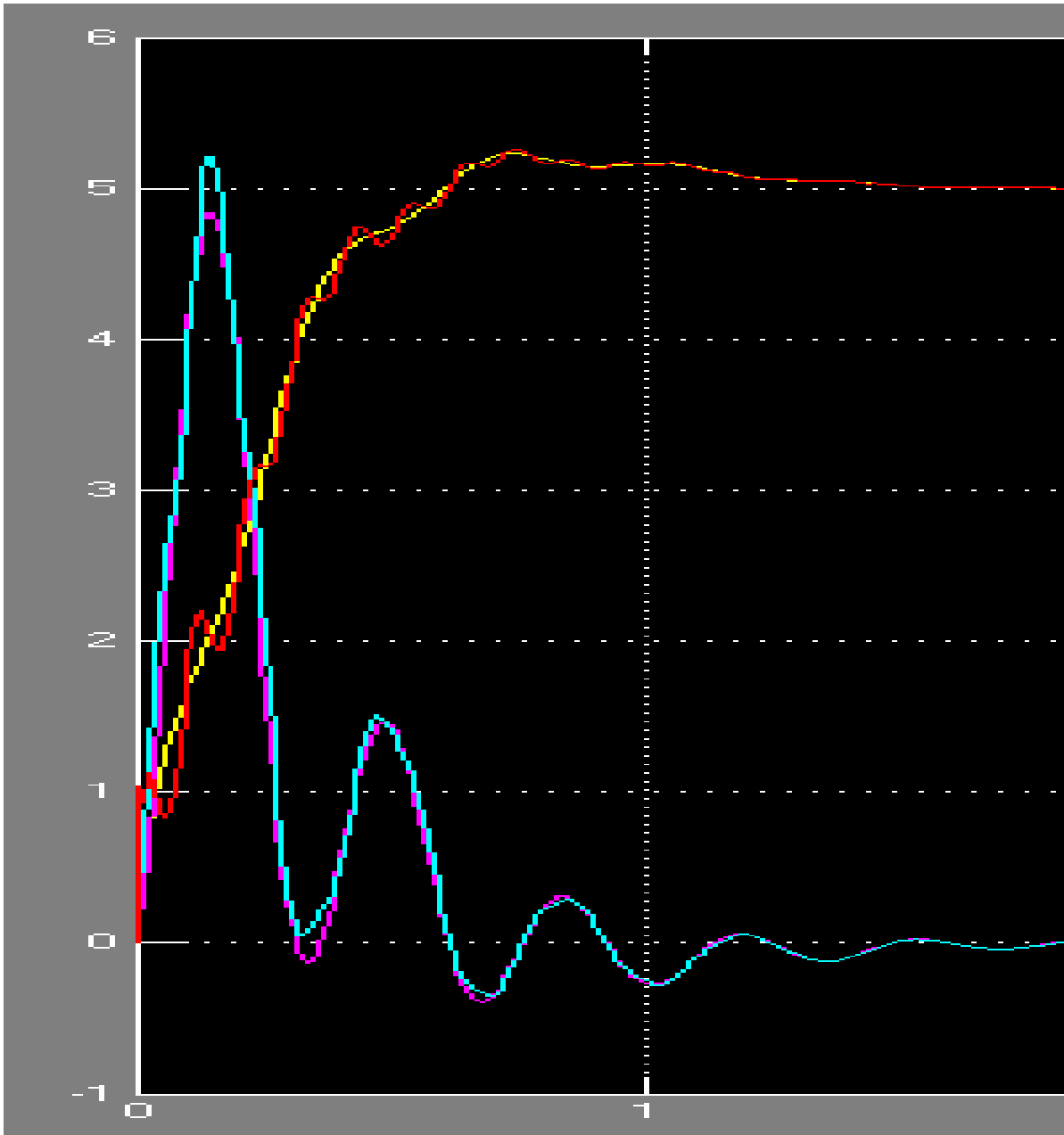
მსოფლიოს მოწინავე ელექტროტექნიკური ფირმები (Siemens, AEG-telefunken, Harland, FOIT და სხვ.) მთელ რიგ საწარმოო მექანიზმებზე, მათ შორის საწნეს დანადგარებზე (მეტალურგიულ და ქაღალდის მრეწველობაში) პრაქტიკაში ფართოდ ნერგავენ ორძრავიანი ტირისტორული ელექტროამძრავების სისტემებს სხვადასხვა მართვის სქემებით.

1-ლ ნახ -ზე წარმოდგენილია ფირმა Siemens-სა და AEG-telefunken-ის ბაზაზე შემუშავებული ორძრავიანი ელექტროამძრავის შესაბამისი სტრუქტურული სქემა, რომელიც შეიცავს ერთი სიჩქარის რეგულატორს და ინდივიდუალურ ტირისტორულ გარდამსახებს ცალკეული ძრავებისათვის. სტრუქტურულ სქემაში ამძრავის ცალკეული დენური კონტურები წარმოდგენილია ე.წ. „მოდულის ობიექტით“ ობიექტიზებული გადამცემი ფუნქციით. სქემაში გათვალისწინებულია მექანიკური ღილავების დრეკადი კავშირები.



ნახ.1

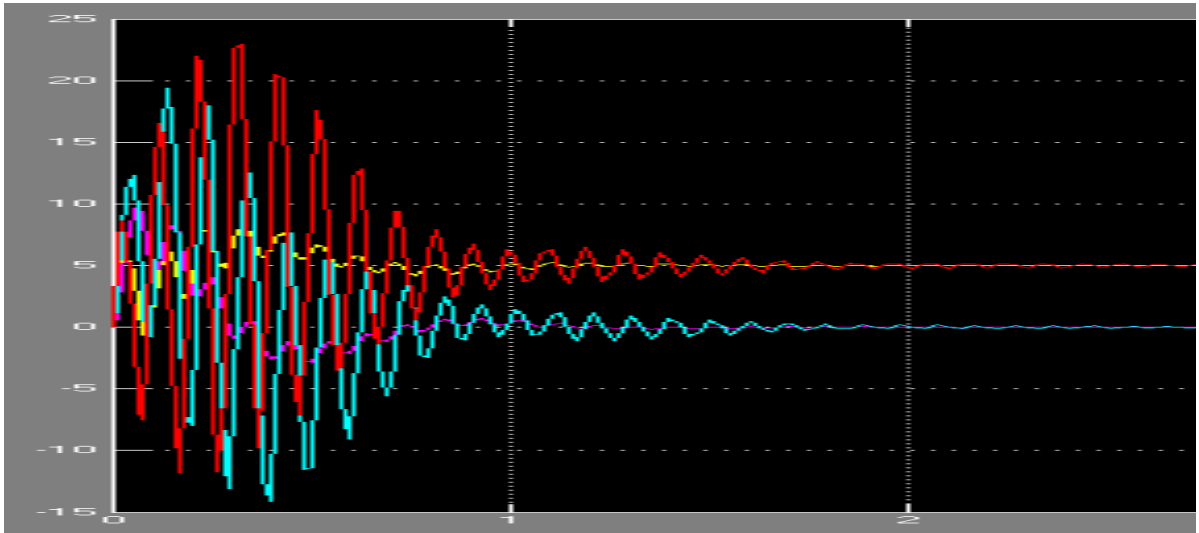
ნახ.2-ზე მოყვანილია ორძრავიანი ამძრავის ოპტიმიზებული გარდამავალი პროცესის მრუდები (ძრავებისა და მექანიზმის კუთხური სიჩქარეებისა და გაღამცემი ლილვის დრეკადი მომენტისა) მართვის სიგნალის ნახტომისებრი ცვლილებისას.



ნახ.2

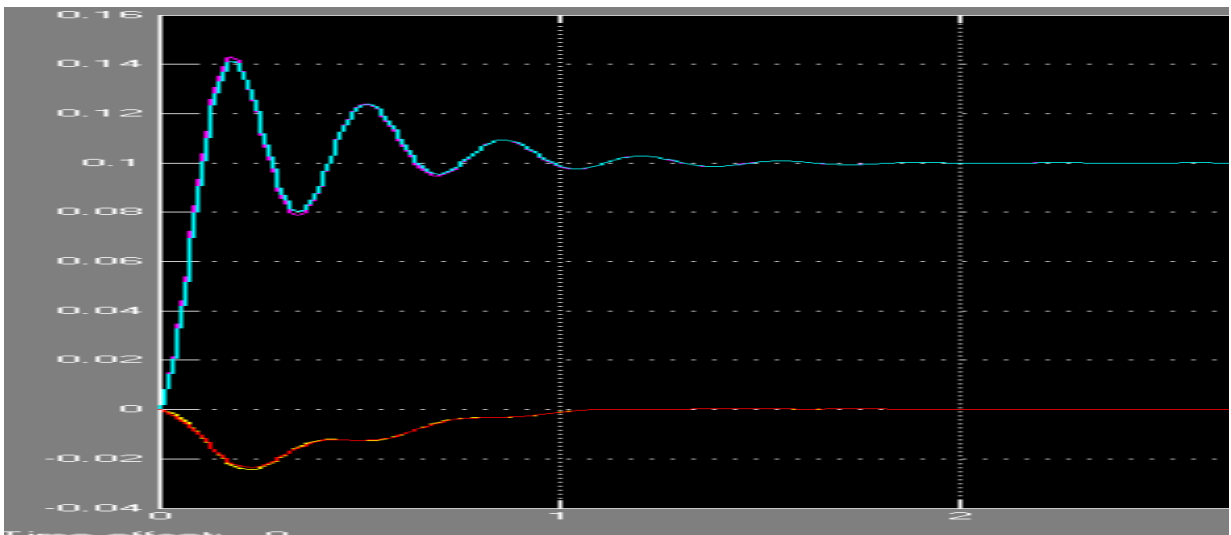
გარდამავალი პროცესის ხანგრძლივობა არ აღემატება 1 წმ-ს, გადამეტრეგულირება კი 5%-ის ფარგლებშია. დრეკადი მომენტების მრუდებზე შეიმჩნევა ოდნავ მომატებული რხევები, რის გამოც ვერ ვიტყვი, რომ პროცესები პრაქტიკისათვის იყოს მიუღებელი. მიღებული პროცესების მსვლელობისას სისტემაში გამოყენებულია რბილი მაკორექტირებელი უკუკავშირი.

მე-3 ნახაზზე წარმოდგენილია გარდამავალი პროცესის მრუდები კორექციის გარეშე. ამ შემთხვევაშიც სისტემის მუშაობა ხასიათდება ძლიერი რხევებით.



ნახ.3

ნახ.4-ზე მოყვანილია ორძრავიანი დრეკადი ამძრავის ოპტიმიზებული გარდამავალი პროცესის მრუდები (ძრავებისა და მექანიზმის სიჩქარეების, აგრეთვე დრეკადი მომენტების) ამძრავის უცვარი (ნახტომისებრი) დატვირთვისას. ამძრავის სიჩქარის დინამიკური ვარდნა არ აღემატება $2 \times 0.025 = 0.05$ -ს. გარდამავალი პროცესის ხანგრძლივობა კი იგივეა (1 წმ). ძრავებს შორის დატვირთვის პროპორციული განაწილების მიზნით საკმარისია დენების უკუკავშირების გადაცემის კოეფიციენტების ტოლობა.

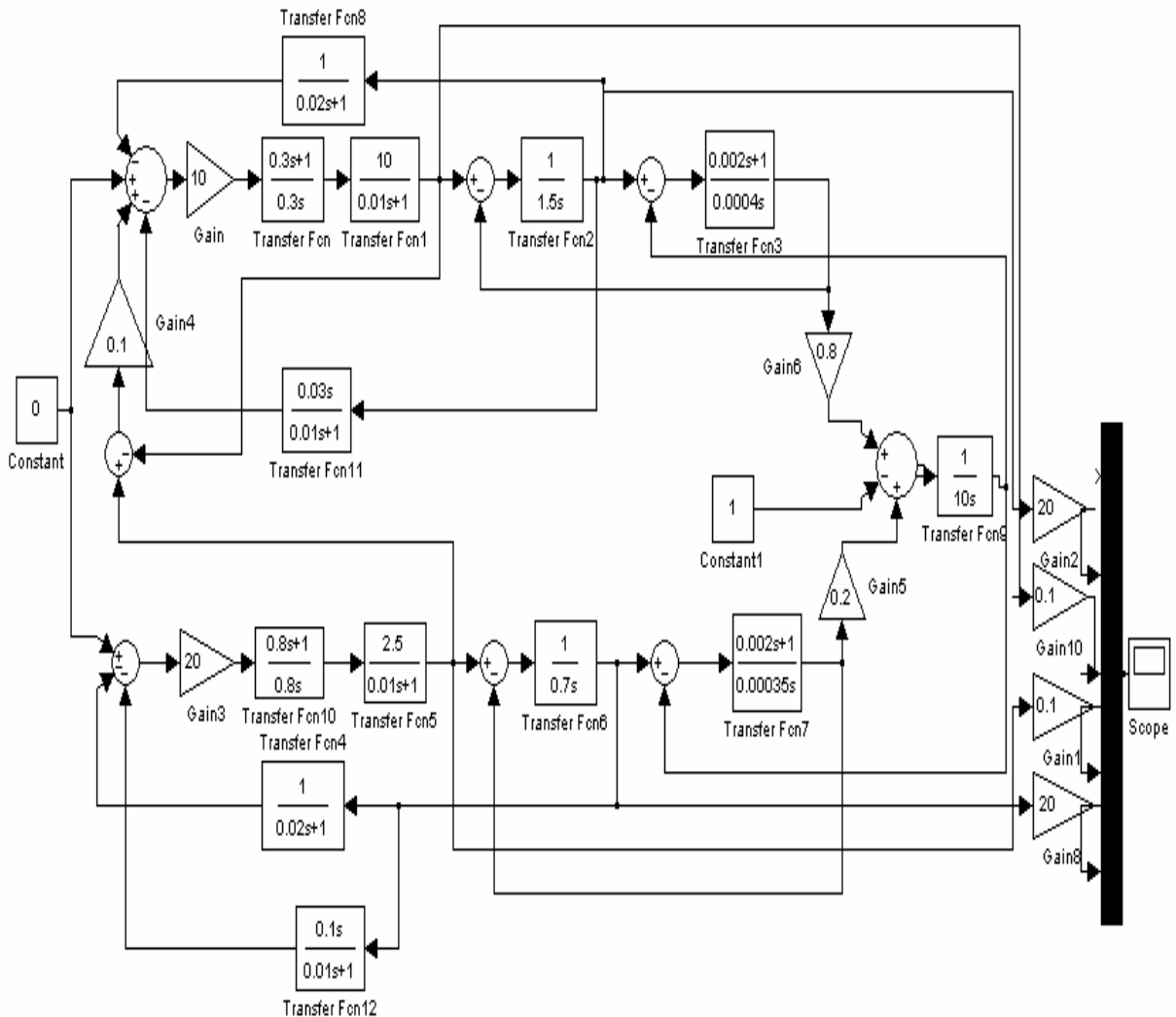


ნახ.4

ლაბორატორიული ამოცანა N5

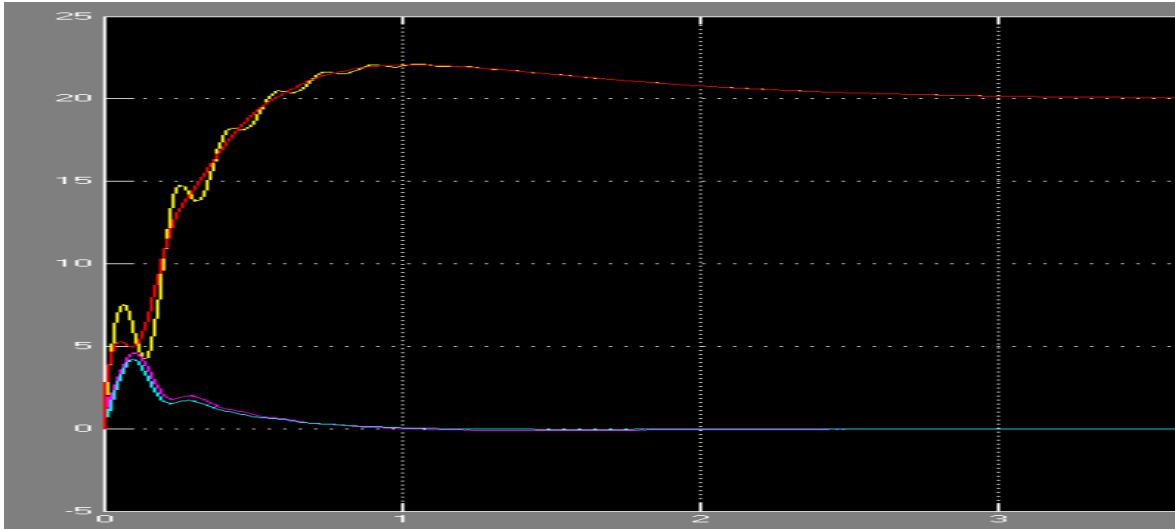
სინქარის ინდივიდუალურ რეგულატორებიანი ორძრავიანი ტირისტორული ელექტროამძრავის გარდამავალი პროცესების შესწავლა

1-ლ ნახ. -ზე წარმოდგენილია ინგლისური ფორმა Harland-ის მიერ შემუშავებული ცალკეული ძრავებისათვის ინდივიდუალური სინქარის რეგულატორები და ტირისტორული გარდამსახებიანი ორძრავიანი ელექტროამძრავის შესაბამისი სტრუქტურული სქემა. სტრუქტურულ სქემაში ამძრავის ცალკეული დენური კონტურები წარმოდგენილია ე.წ. „მოდულის ოპტიმუმით“ ოპტიმიზებული გადამცემი ფუნქციებით.



ნახ.1

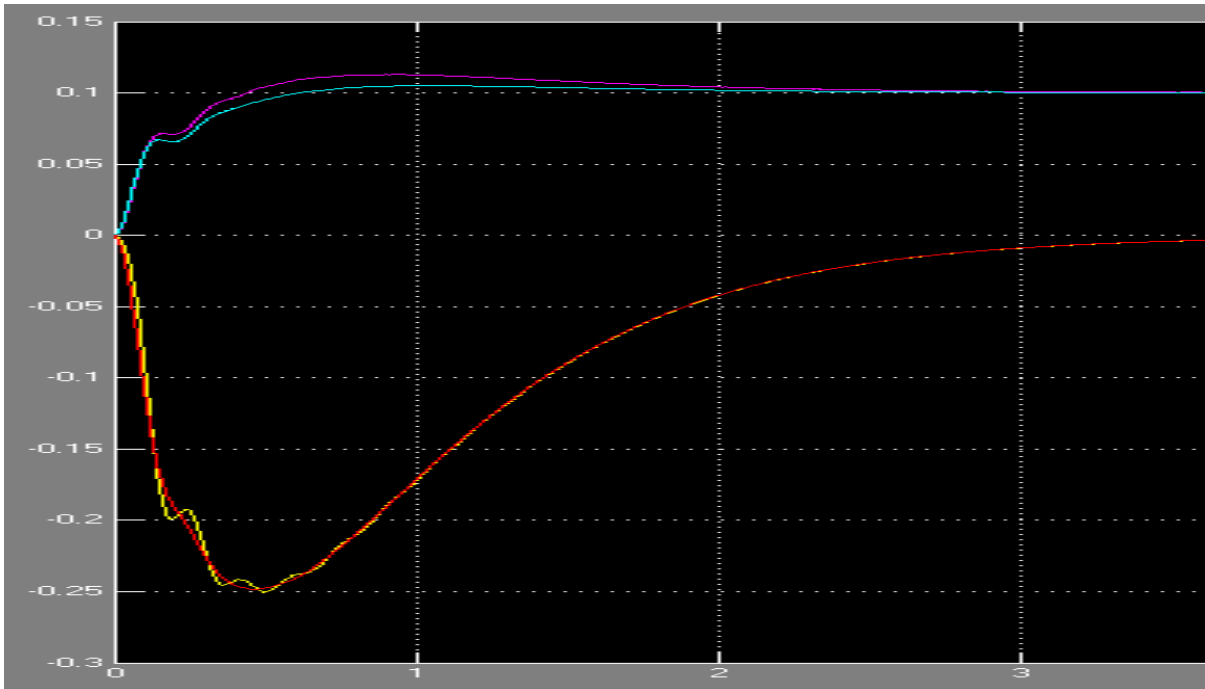
განსახილველ სქემაში ცალკეული ძრავასათვის დრეკადი მექანიკური ლილვებით გამოწვეული გრეხითი რხევების ჩასაქრობად რბილი უკუკავშირები შერჩეულია შესაბამისად ცალ-ცალკე.



ნახ.2

ნახ.2-ზე წარმოდგენილია ფირმა Harland-ის ამძრავის ოპტიმიზებული გარდამავალი პროცესების მრუდები (ძრავებისა და მექანიზმის სიჩქარეების, აგრეთვე დრეკადი მომენტებისა) მართვის სიგნალის უეცარი ცვლილებისას. პროცესები შედარებით გაჭიანურებულია (2-3 წმ-მდე) და ოდნავ მომეტებული რხევებით.

ნახ.3-ზე წარმოდგენილია იგივე ამძრავის ოპტიმიზებული გარდამავალი პროცესების მრუდები (ძრავებისა და მექანიზმის სიჩქარეების, აგრეთვე დრეკადი მომენტების) დატვირთვის ნახტომისებრი ცვლილებისას. პროცესები შედარებით აქაც გაჭიანურებულია (2-3 წამამდე) , ხოლო სიჩქარეთა დინამიკური ვარდნები თითქმის ისეთივეა, როგორც წინა განხილული სქემისათვის მივიღეთ.



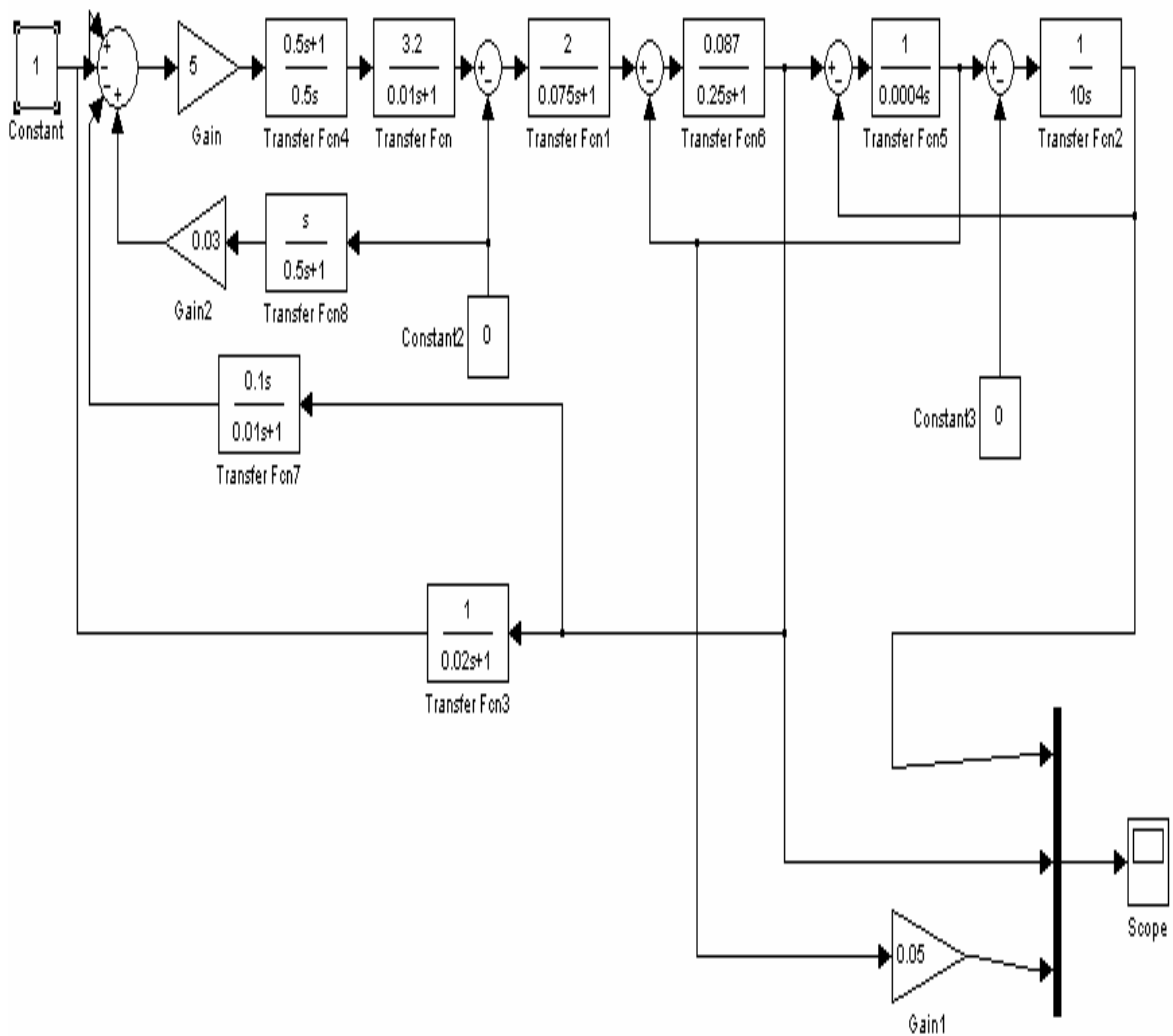
ნახ.3

უნდა აღინიშნოს, რომ ფირმა Harland-ის (ინდივიდუალურ რეგლატორებიანი) ამპრავის სისტემაში ძრავებს შორის დატვირთვის პროპორციული განაწილება სრულდება თუ ცალკეულ პირდაპირ არხებს შორის ჩავრთავთ ჯვარედინ კავშირს (კერძოდ, ძრავების დენების შედარების შედეგად მიღებული სიგნალს, 0.1-ის ტოლი გადაცემის კოეფიციენტით, პირველი რეგულატორის შესავალზე).

ლაბორატორიული ამოცანა N6

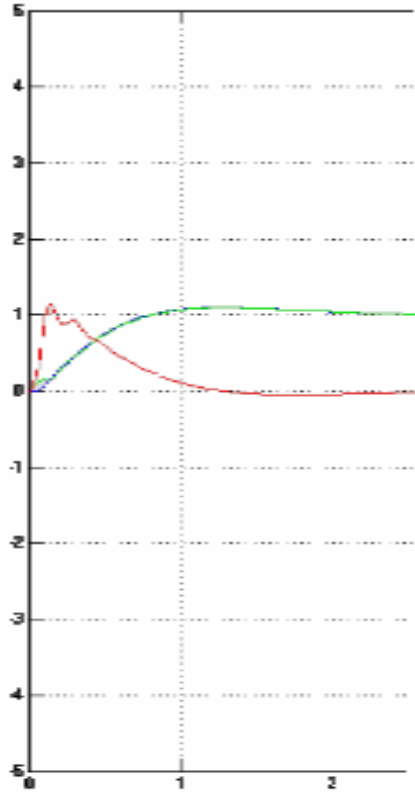
ძაბვით რეგულირებადი ცვლადი დენის სამფაზა ასინქრონული ელექტროამძრავის გარდამავალი პროცესების შესწავლა

1-ლ ნახ -ზე წარმოდგენილია ძაბვით რეგულირებადი დრეკადი სამფაზა ასინქრონული ელექტროამძრავის კომპიუტერული სტრუქტურული სქემა, რომელშიც გამოყენებულია პარამეტრების რიცხვითი მნიშვნელობები შემდეგი ნომინალური მონაცემების მქონე ძრავას შესაბამისად: $P_{\text{ნომ}} = 50$ კვტ, $U_{\text{ნომ}} = 380$ ვ., $I_{\text{ნომ}} = 67$ ა., $n_{\text{ნომ}} = 1450$ ბრ/წთ .

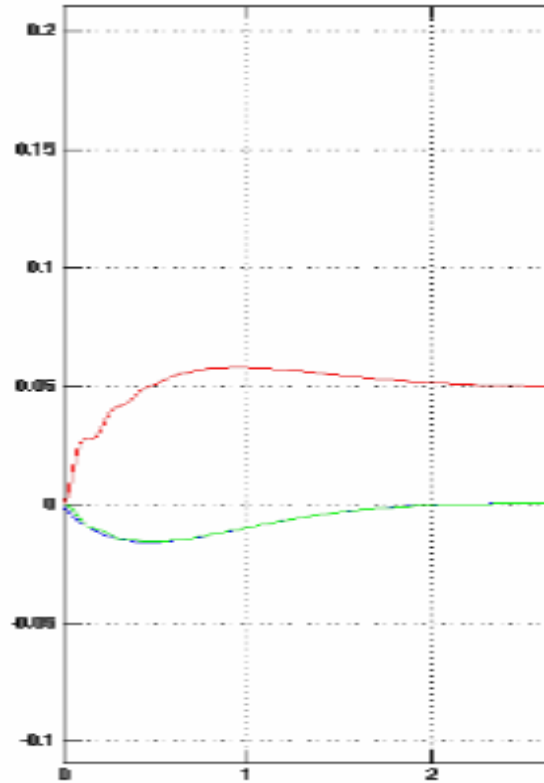


ნახ. 1

ნახ.2 და 3-ზე წარმოდგენილია საკვლევი ამძრავის გარდამავალი პროცესების მრუდები მართვის სიგნალისა და ძრავას ღერძზე დატვირთვის ნახტომისებრი შეცვლისას. სისტემის ხარისხის მაჩვენებლები დამაკმაყოფილებელია (სქემაში ჩართული მაკორექტირებელი რბილი უკუკავშირი).



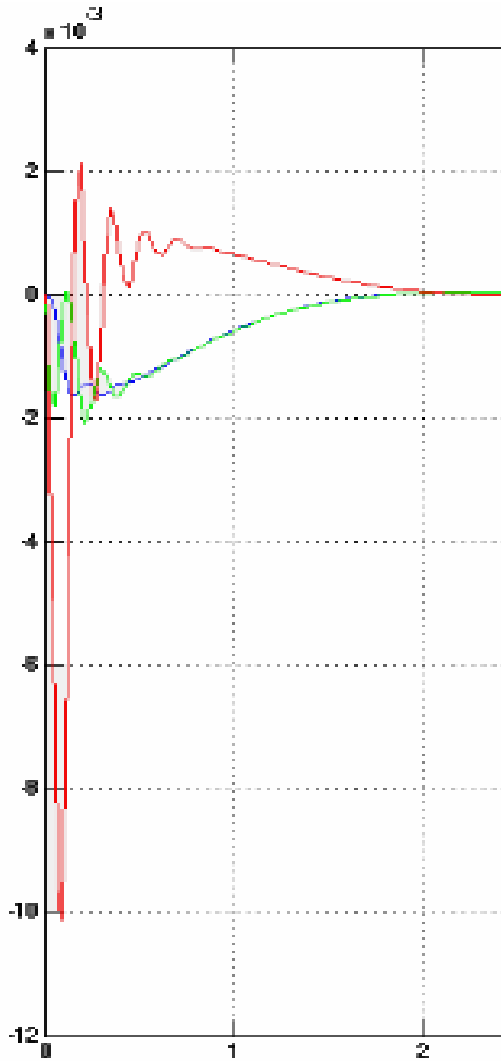
ნახ.2



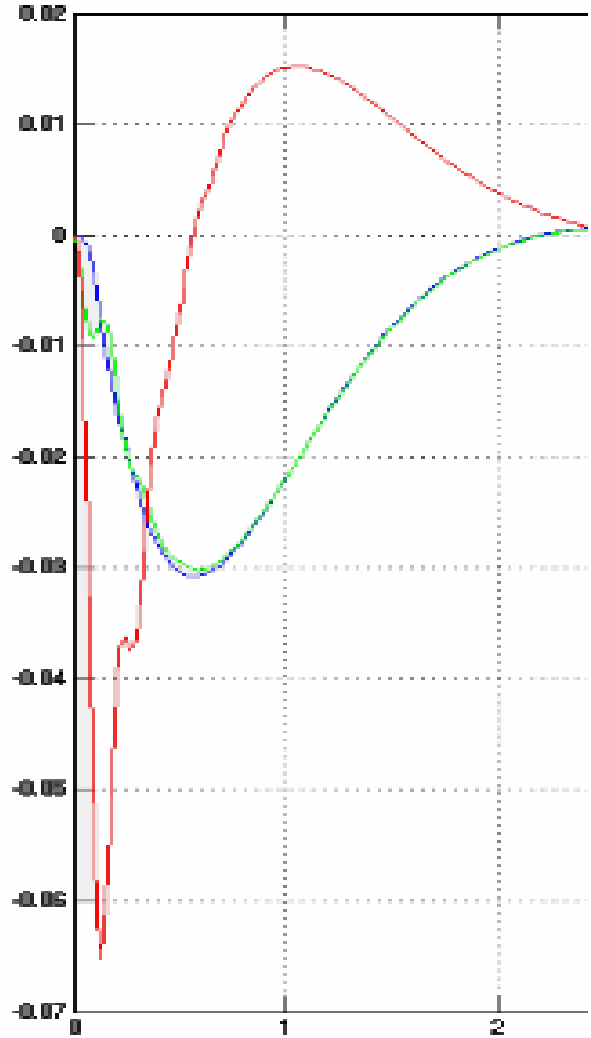
ნახ.3

ნახ.4 -ზე წარმოდგენილია სისტემის გარდამავალი პროცესები ქსელის ძაბვის ცვლილებისას:

- ა) როცა სქემაში ქსელის ძაბვის ცვლილების მაკომპენსირებელი უკუკავშირი ჩართული არა გვაქვს (ნახ.4);
- ბ) როცა სისტემაში გამოყენებულია მაკომპენსირებელი უკუკავშირი (ნახ.5).



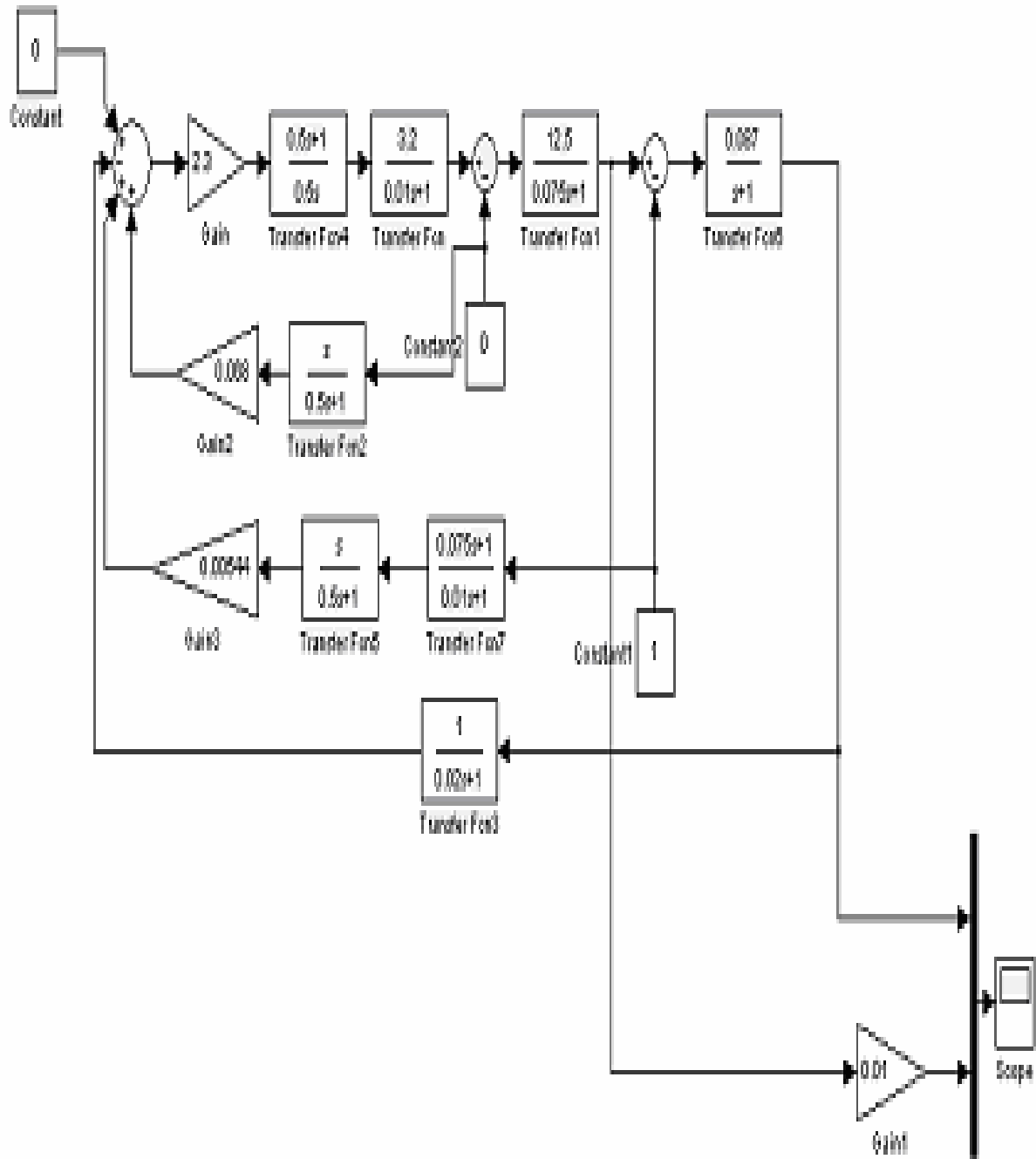
ნახ.4



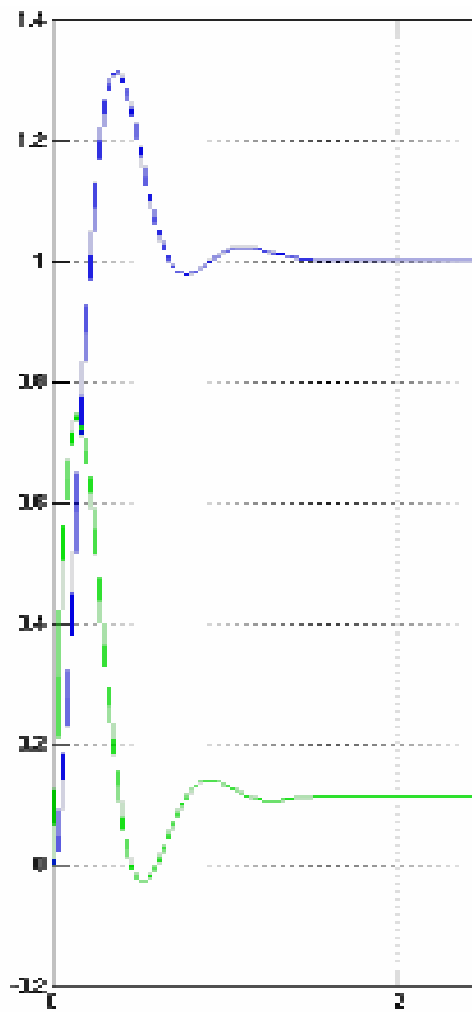
ნახ.5

ეფექტი თვალსაჩინოა, ძრავას სიჩქარის დინამიკური ვარდნა კომპენსატორის გამოყენებით შემცირებულია 10-ჯერ და უფრო მეტად. გარდა ამისა, აქ განხილულ სისტემას ახასიათებს 2 წმ-იანი გარდამავალი პროცესები.

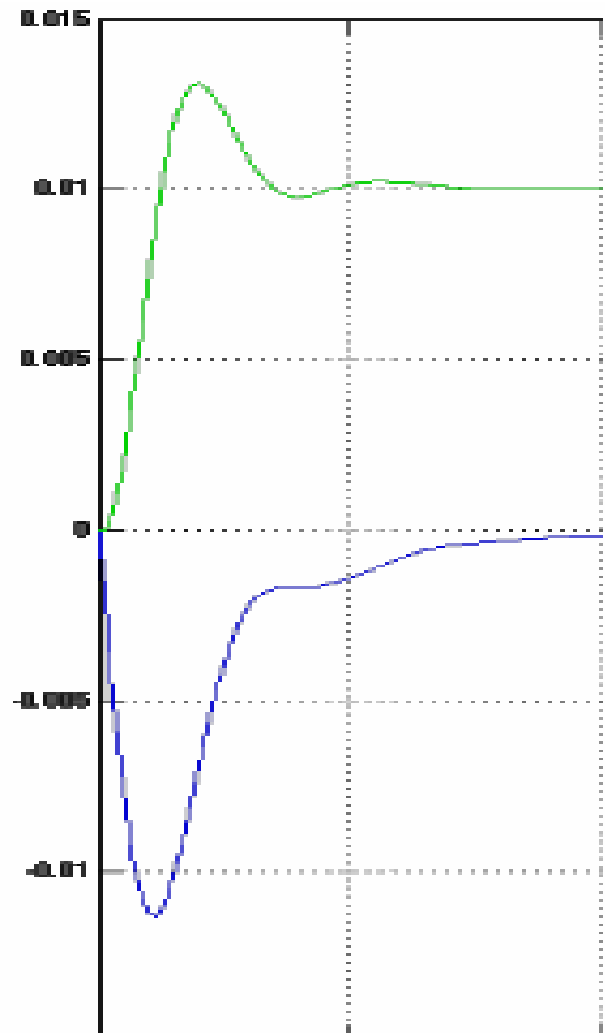
ნახ.6-ზე წარმოდგენილია ძაბვით რეგულირებადი ხისტლიდვიანი ასინქრონული ელექტროამბრავის კომპიუტერული სქემა, ხოლო ნახ.7,8 და 9-ზე ნახევნები მისი გარდამავალი პროცესები.



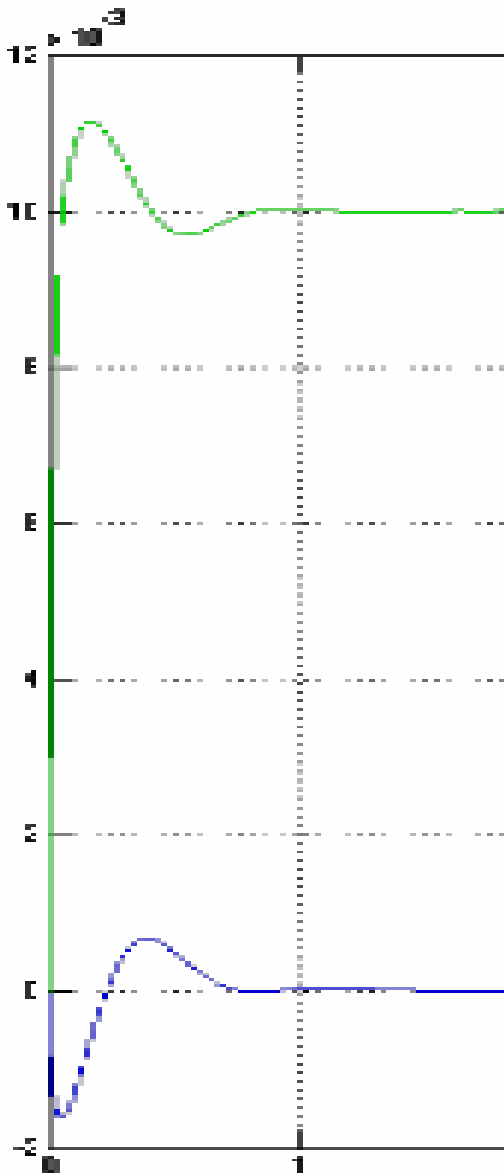
6sb. 6



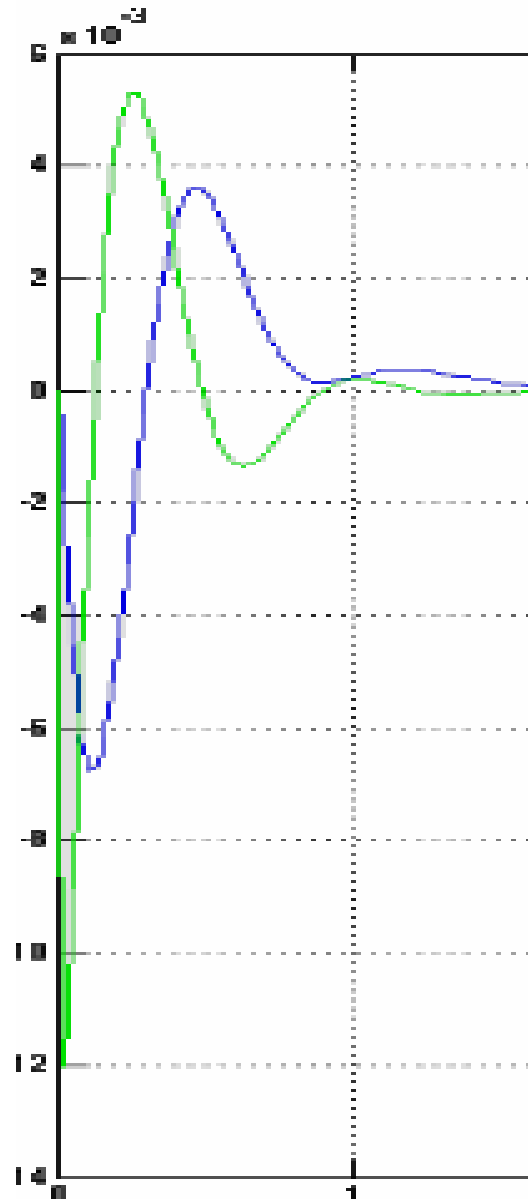
6sb.7



6sb.8



ნახ.9



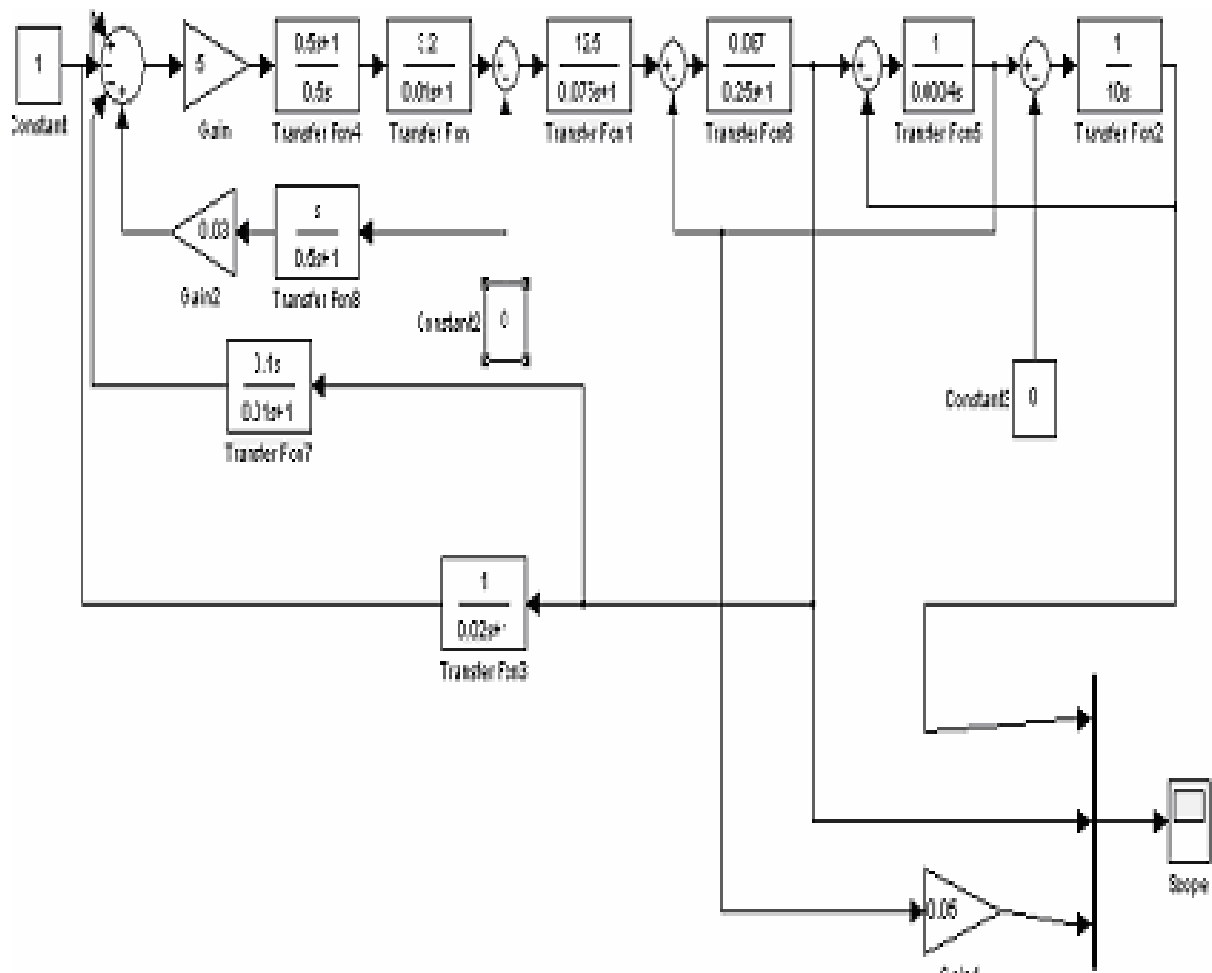
ნახ.10

ინვარიანტული უკუკავშირის ჩართვის ჩართვით გარდამავალი პროცესები როგორც დატვირთვის, ისე ქსელის ძაბვის ცვლილებისას მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდა (ნახ. 10-ზე მოყვანილია მრუდები მხოლოდ დატვირთვის ცვლილების შემთხვევისათვის).

ლაბორატორიული ამოცანა N7

სისშირით რეგულირებადი ასინქრონული ელექტროამძრავის დინამიკური მახასიათებლების შესწავლა

1-ლ ნახ -ზე წარმოდგენილია სისშირით რეგულირებადი დრეკადლიღვიანი ასინქრონული ელექტროამძრავის კომპიუტერული სტრუქტურული სქემა, რომელშიც დრეკადი რხევების ჩასაქრობად აგრეთვე გამოყენებულია ძრავას სიჩქარის მიხედვით რბილი უკუკავშირი.

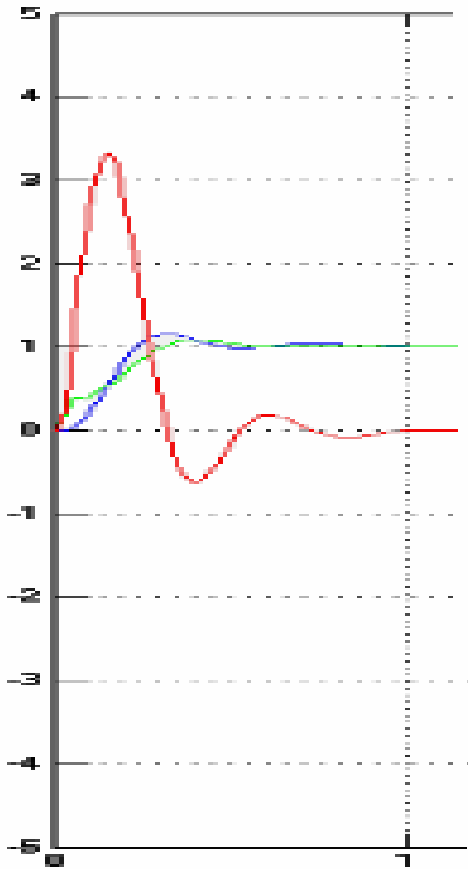


ნახ.1

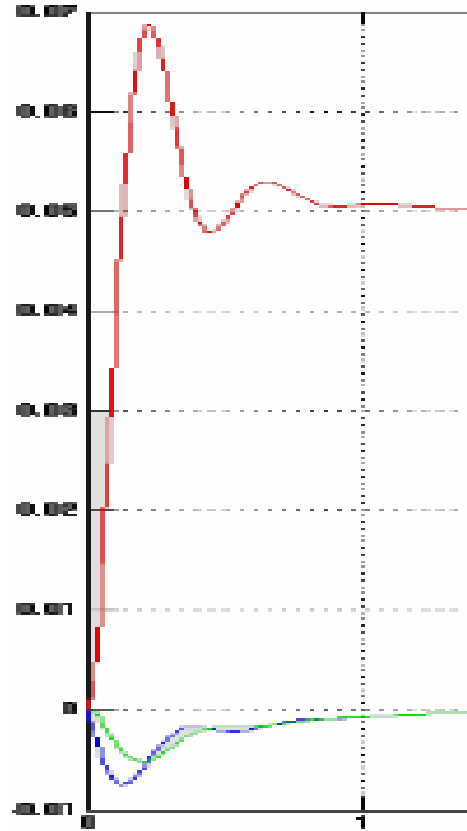
სქემაზე ძრავას ელექტრული ნაწილის პარამეტრებია: $k_d = 12,5$ და $T_d = 0,075$ წმ; ხოლო ამძრავის ელექტრომექანიკური დროის მუდმივა $T_{\mu} = 0,25$ წმ და

$\delta_b = 0,087$; ლილვის დრეკადი თვისების გამომსახველი დროის მუდმივა $T_c = 0,0004$ წმ და მექანიზმის მექანიკური დროის მუდმივა $T_2 = 10$ წმ. სიხქარის რეგულატორი პოტიპისაა.

ნახ.2,3და 4-ზე წარმოდგენილია სისქირული ამძრავის გარ-

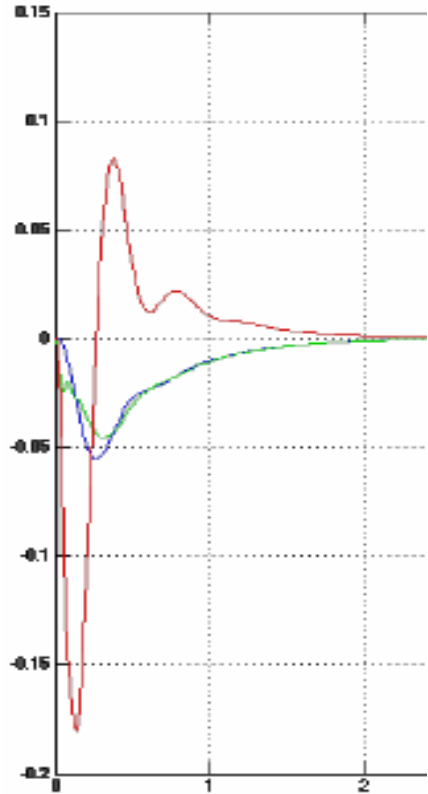


ნახ.2

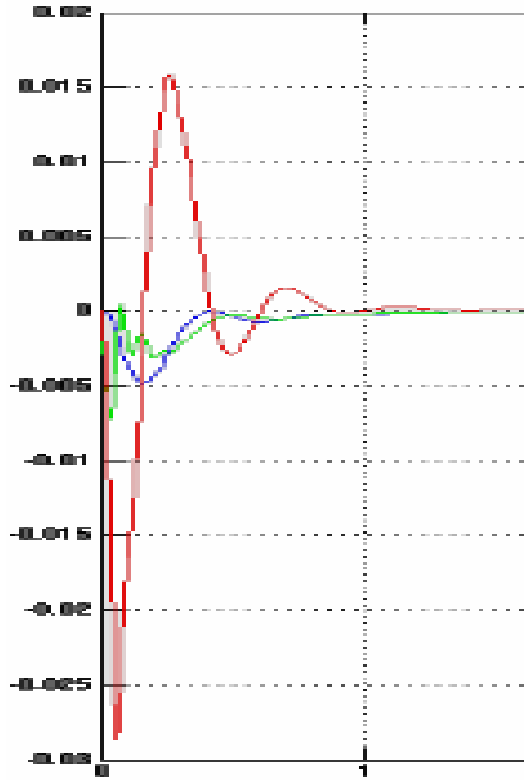


ნახ.3

დამავალი პროცესების მრუდები (ძრავას და მექანიზმის სიხქარეების და დრეკადი მომენტის) მართვის სიგნალის, ამძრავის დატვირთვის და ქსელის ძაბვის ნახტომისებრი ცვლილებებისას. მათ საფუძველზე შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ სისტემა ოპტი-მიზებულია: სწრაფქმედება 1,5 წამის ფარგლებშია, რხევები მინიმალურია, ამასთან გადამეტრეგულირება შეადგენს 10%, ხოლო სიხქარის დინამიკური ვარდნა არ აღემატება 0,008-ს.



ნახ.4



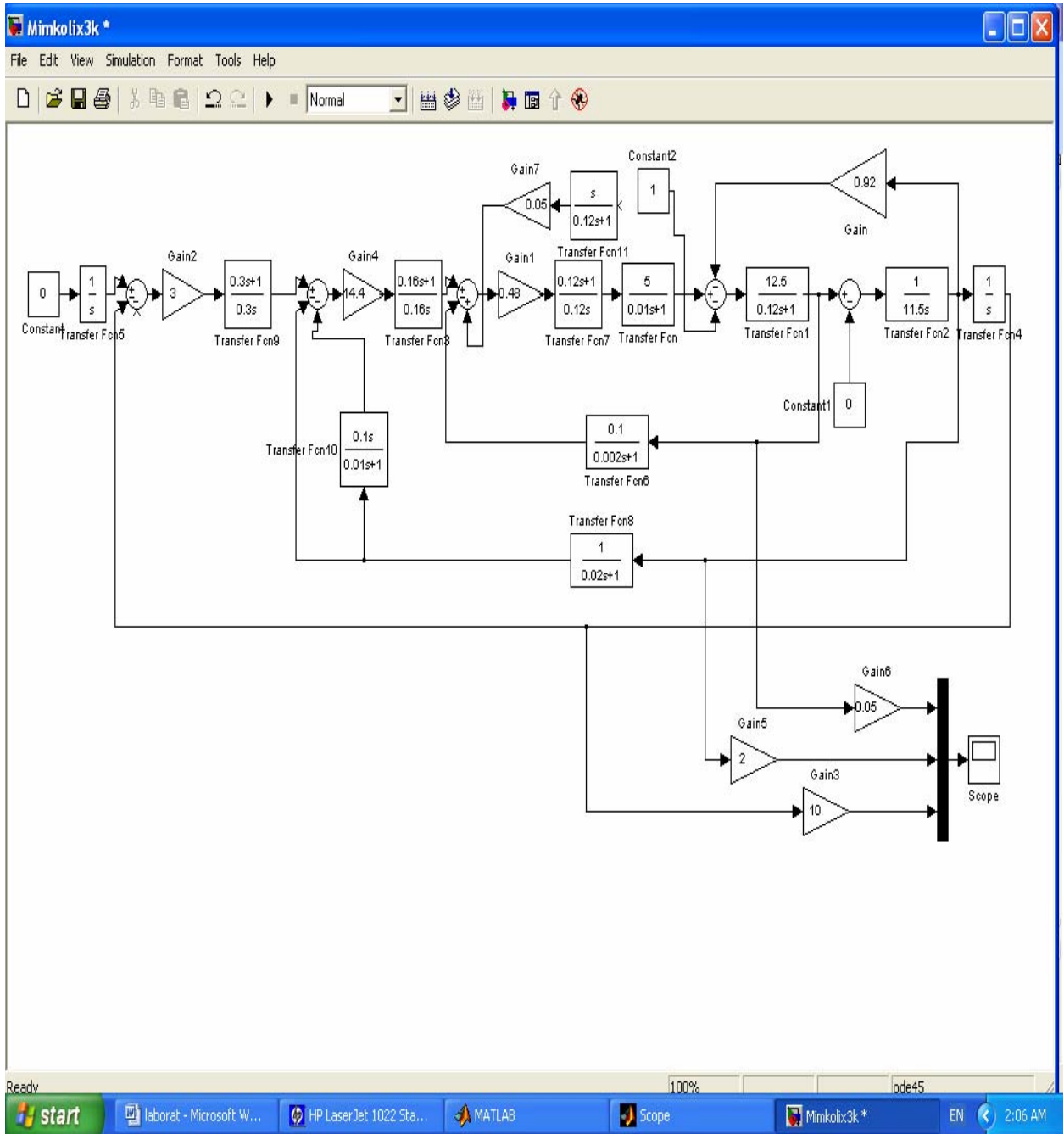
ნახ.5

ნახ.5-ზე ნაჩვენებია სისწორული ასინქრონული ელექტროამძრავის გარდამავალი პროცესების მრუდები ქსელის ძაბვის ნახტომისებრი ვარდნისას, როცა სისტემაში დამატებულია ამ ცვლილების მაკომპენსირებელი უკუკავშირი. სიჩქარის დინამიკური ვარდნა მაკომპენსირებელი უკუკავშირის დამატებით თითქმის 10-ჯერ არის შემცირებული შეშფოთების მაკომპენსირებელი უკუკავშირის გარეშე მომუშავე სისტემასთან შედარებით. რაც შეეხება გარდამავალი პროცესის ხანგრძლივობას იგი თითქმის ისეთივეა, როგორც ახასიათებს მუდმივი დენის ტირისტორული ელექტროამძრავის მართვის სისტემებს და შეადგენს დაახლოებით 1 წმ-ს.

ლაბორატორიული ამოცანა №8

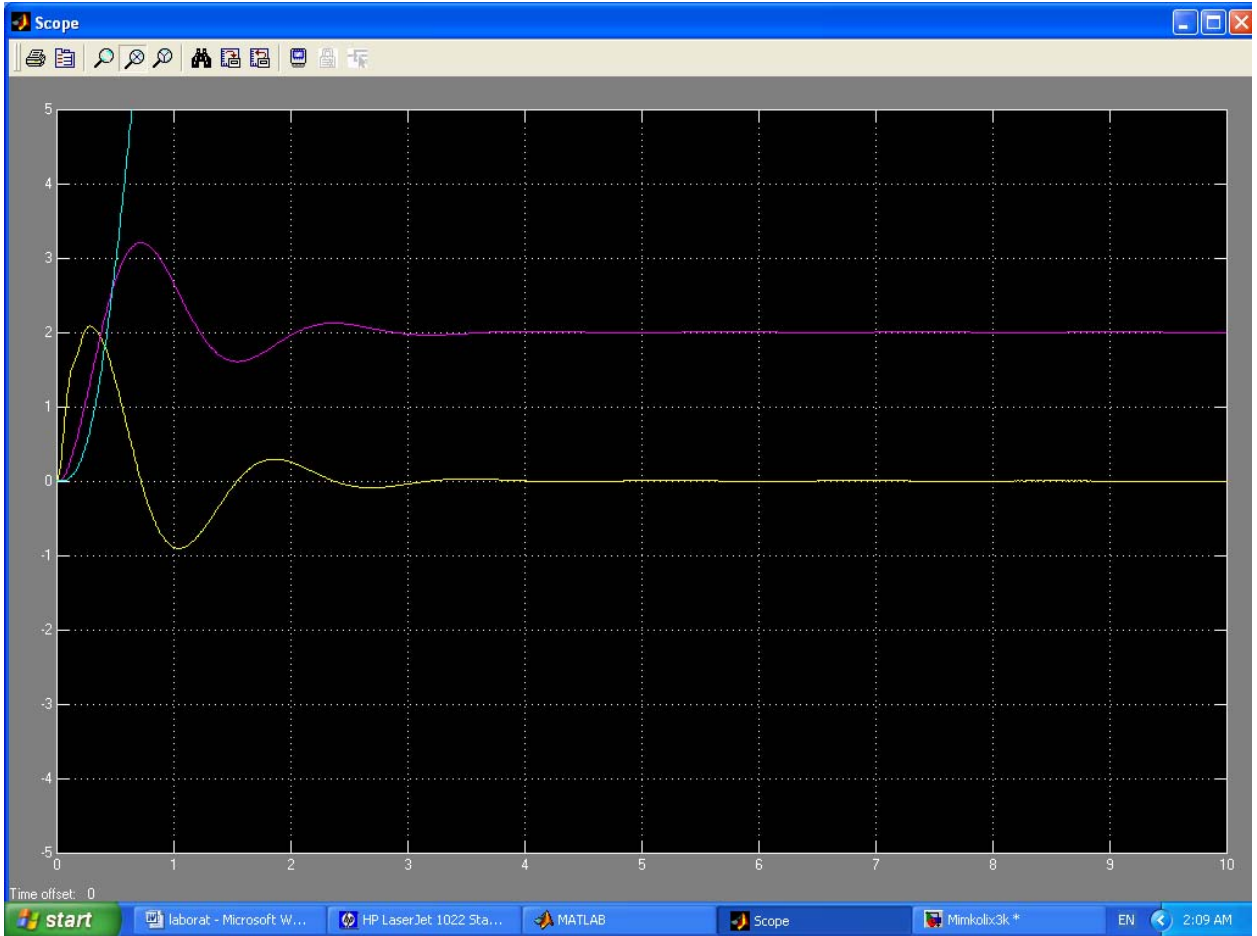
მიმცოლი ელექროამძრავის დინამიკური მახასიათებლების შესწავლა

1-ლ ნახ-ზე წარმოდგენილია ხისტლიღვიანი მიმცოლი ელექროამძრავის სამ-კონტურიანი მართვის სისტემის კომპიუტერული სტრუქტურული სქემა.

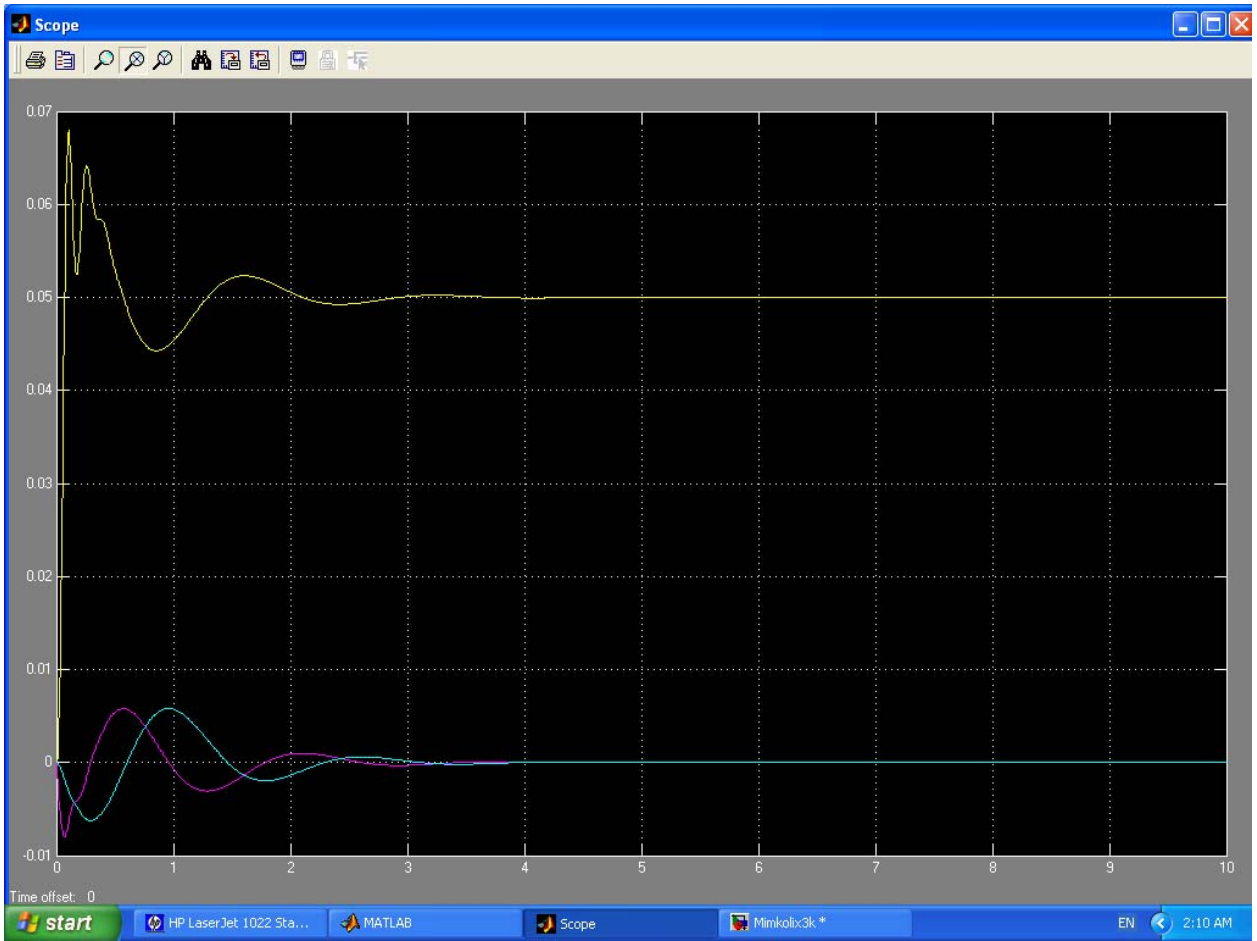


ნახ.1

2-ე და 3-ე ნახაზებზე წარმოდგენილია გამოსაკვლევი სისტემის სიჩქარისა და დენის ოპტიმიზებული გარდამავალი პროცესების მრუდები მართვის და დატვირთვის ნახტომისებრი ცვლილებისას. ხარისხის მაჩვენებლები სტანდარტის მოთხოვნათა ფარგლებშია.



ნახ.2



6.3.3

ლიტერატურა

1. **ჯ. დოჭვირი, ი. დოჭვირი-** ელექტროამპრაგების ანალოგური და ციფრული მართვა // თბილისი, „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2007. ბიბლ. № 621. 34 (02) / 49
2. **2. ჯ. დოჭვირი, ი. დოჭვირი-** ელექტროენერგეტიკული მანქანების კიბერნეტიკული მართვის საფუძვლები // თბილისი, „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2008. ბიბლ. № 621. 313 (02) / 67