ფესვური ჰოდოგრაფების მეთოდი მართვის ციფრული სისტემების სინთეზის ამოცანებში

ნოდარ ნარიმანაშვილი, თეონა კაპანაძე , თეიმურაზ გოჩოლეიშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია მართვის ციფრული სისტემის სინთეზის ამოცანა ფესვური ჰოდოგრაფების მეთოდის გამოყენებით. ძირითადი მიზანია გრაფიკული ანალიზის დახმარებით სისტემის მმართველი მოწყობილობის გადაწყობადი პარამეტრების,როგორიცაა გაძლიერების კოეფიციენტი,ინტეგრების კოეფიციენტი და სხვა, ისეთნაირად შერჩევა, რომ მივიღოთ სისტემის სასურველი ხარისხობრივი მაჩვენებლები. მეთოდი რეალიზებულია Matlab პროგრამულ გარემოში.

საკვანძო სიტყვები: ციფრული სისტემები. სისტემების სინთეზი. ფესვური ჰოდოგრაფები. ხარისხობრივი მაჩვენებლები.

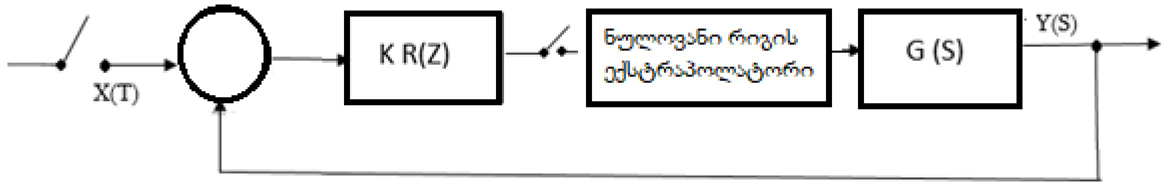
1. შესავალი

ჩაკეტილ უწყვეტ სისტემაში ფესვური ჰოდოგრაფები წარმოადგენს გადაცემის ფუნქციის ნულებისა და პოლუსების გაადადგილების ტრაექტორიებს, როდესაც სისტემის რომელიმე რიცხობრივი პარამეტრი იცვლება სასრულ ან უსასრულო შუალედში. ფესვური ჰოდოგრაფები იძლევა საშუალებას ვიმსჯელოთ მართვის სისტემის აბსოლიტურ და ფარდობით მდგრადობაზე, შევარჩიოთ სისტემის პარამეტრების ისეთი მნიშვნელობა, რომელიც მოგცემს მახასიათებელი განტოლების ფესვების სასურველ განლაგებას, შევაფასოთ მართვის სიზუსტე და სხვ.

ჩვენი მიზანია ფესვური ჰოდოგრაფების მეთოდი გამოვიყენოთ სინთეზის ამოცანებში, რაც ძირითადად უკავშირდება ციფრული სისტემის გაძლიერების კოეფიციენტის ისეთნაირად შერჩევას, რომ სისტემა იყოს მდგრადი, მდგრადობის სასურველი მარაგებით და გადარეგულირება იყოს დასაშვებ ფარგლებში.

2. ძირითადი ნაწილი

განვიხილოთ მართვის ჩაკეტილი სისტემა ციფრული მოქმედების მმართველი მოწყობილობით (ნახ.1).



ნახ.1

ჩავწეროთ ამ სისტემი გადაცემის ფუნქცია Z ფორმაში [1,2] :

$$H(\mathrm{Z}) = \frac{Y(Z)}{X(Z)} = \frac{K\ G(Z)\ R(Z)}{1+KG(Z)\ R(Z)} \tag{1}$$

სადაც R(Z) არის სისტემის მმართველი მოწყობილობის გადაცემის ფუნქცია, K - მმართველი მოწყობილობის გაძლიერების კოეფიციენტია, ხოლო G(S) მართვის ობიექტის გადაცემის ფუნქციაა. ობიექტის წინ სქემაში ჩართულია ფიქსატორი ანუ ნულოვანი რიგის ექსტრაპოლატორი.

მოცემული სისტემის მახასიათებელი განტოლება ჩაიწერება შემდეგნაირად:

$$KG(Z)\,R(Z)+1=0 \tag{2}$$

თუ განტოლებას ამოვხსნით K-ს მიმართ, მაშინ Z კომპლექსურ სიბრტყეში შესაძლებელია ავაგოთ ამ სისტემის ფესვური ჰოდოგრაფი, რისთვისაც G(S) და R(Z) გადაცემის ფუნქციებს უნდა მივანიჭოთ კონკრეტული მნიშვნელობები. ვთქვათ:

$$G(S)=\frac{1}{S^2}; \qquad R(Z)=1, \tag{3}$$

Z - გარდასახვის საფუძველზე ვღებულობთ [2,3]:

$$KG(Z)=\frac{KT^2(Z+1)}{2(Z-1)^2}\,. \tag{4}$$

შევარჩიოთ დაკვანტვის პერიოდი, ვთქვათ T=√2, მივიღებთ:

$$KG(Z)=\frac{K(Z+1)}{(Z-1)^2}\,. \tag{5}$$

ჩავწეროთ სისტემის მახასიათებელი განტოლება:

$$1+KG(Z)=0; \text{ ანუ } \quad 1+\frac{K(Z+1)}{(Z-1)^2}=0 \tag{6}$$

და ბოლოს აქედან ვღებულობთ :

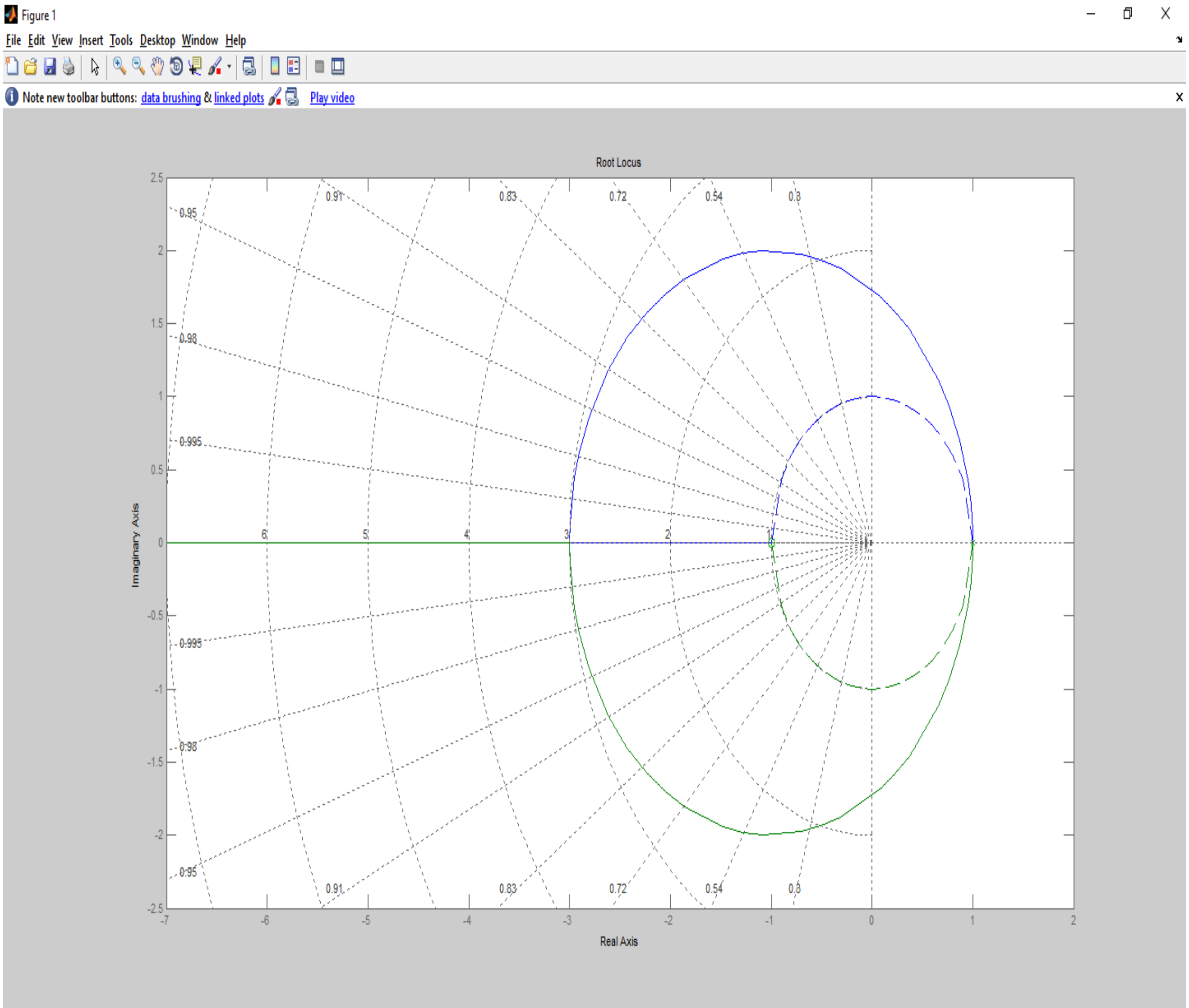
$$K=-\frac{(Z-1)^2}{(Z+1)}=Q(z) \tag{7}$$

ვიპოვოთ $\frac{dQ(Z)}{dZ}=0$ განტოლების ფესვები. მარტივი გამოთვლებით ვღებულობთ $Z_1=1$; $Z_2=-3$; ამასთან გვაქვს პოლუსების წყვილი, რომელიც შეესაბამება Z=1 ტოლ მნიშვნელობას.

ფესვური ჰოდოგრაფების ასაგებად ვისარგებლოთ, Matlab პროგრამული პაკეტით: ქვემოთ მოცემულია ფესვური ჰოდოგრაფის აგების პროგრამა მე-5 გადაცემის ფუნქციისთვის, ხოლო მე-2 ნახაზზე შესაბამისი ფესვური ჰოდოგრაფი.

```
num=[1,1];
den=[1,-2,1];
sys=tf(num,den)
rlocus(sys); hold on
x=[-1:0.1:1];
y=sqrt(1-x.^2);
plot(x,y,'--',x,-y,'--')
grid on
```

```
Transfer function:
    s + 1
-------------
s^2 - 2 s + 1
```



ნახ.2

როგორც მიღებული ნახაზიდან ჩანს, ფესური ჰოდოგრაფები გამოდის Z=1 პოლუსიდან და კვეთს ნამდვილ ღერძს Z=-3 წერტილში. აქვე ნაჩვენებია ერთეულოვანი წრეწირი, რომლის მიმართ, მახასიათებელი განტოლების ფესვების განლაგებით, ვასკვნით რომ, სისტემა არამდგრადი იქნება ყოველი K>0 მნიშვნელობისთვის.

განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც რეგულატორი გადაწყობადია ანუ შესაძლებელია მისი პარამეტრების ცვლილება. ფესვური ჰოდოგრაფების მეთოდის დახმარებით ეს პარამეტრები ისე შეიძლება შეირჩეს, რომ მახასიათებელი განტოლების ფესვები მოხვდეს ერთეულოვანი წრეწირის შიგნით ანუ, ეს სისტემა გახდეს მდგრადი. მართლაც თუ მდგრად ფუნქციას წარმოვიდგენთ **R(Z) = (Z-a) / (Z-b)** სახით მაშინ a პარამეტრი შეიძლება შეირჩეს ისე, რომ შეიკვეცოს ერთი პოლუსი, ხოლო b პარამეტრი სათანადო შერჩევით შეიძლება ადვილად მივაღწიოთ სისტემის მდგრადობას. თუ მართვის ობიექტის გადაცემის ფუნქციას კვლავ აქვს $G(S)=\frac{1}{S^2}$ სახე და $R(Z)=\frac{Z-a}{Z-b}$, მაშინ;

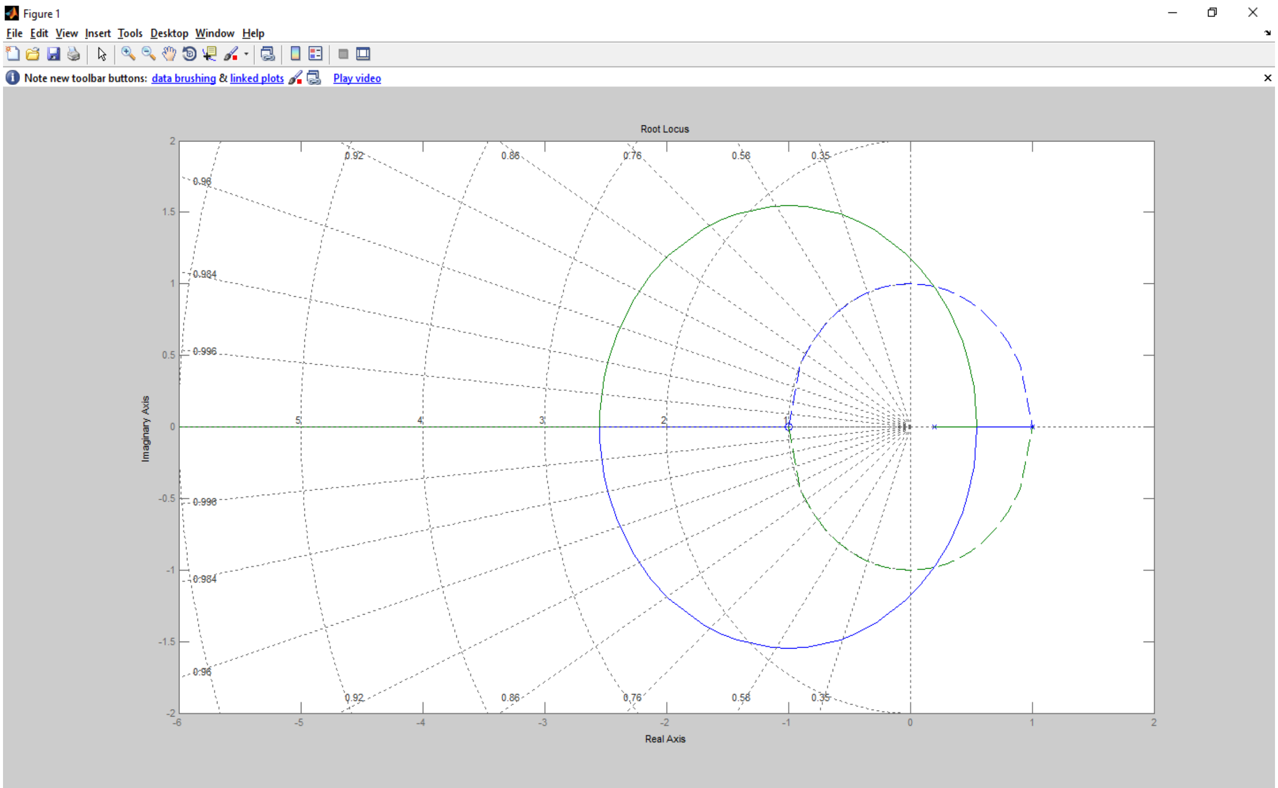
$$KG(Z)R(Z)=\frac{K(Z+1)(z-a)}{(Z-1)^2\,(z-b)}, \qquad (8)$$

a=1 მნიშვნელობისათვის მივიღებთ :

$$KG(Z)R(Z)=\frac{K(Z+1)(z-a)}{(Z-1)^2\ (z-b)}=\ \frac{K(Z+1)}{(z-1)\ (z-b)}, \tag{9}$$

b პარამეტრის შერჩევით შეიძლება მივიღოთ ფესური ჰოდოგრაფები მდგრადობის სხვადასხვა მარაგებით. მაგალითად, როდესაც b=0.2, მე-9 გამოსახულებისთვის აგებული ფესვური ჰოდოგრაფი მიიღებს სახეს:

```
num=[1,1]
den=[1,-1.2,0.2]
sys=tf(num,den)
rlocus(sys); hold on
x=[-1:0.1:1]
y=sqrt(1-x.^2)
plot(x,y,'--',x,-y,'--')
grid on
Transfer function:
s + 1
-----------------
s^2 - 1.2 s + 0.2
```



ნახ.3

ნახაზის მიხედვით ჩვენ შეგვიძლია ვიპოვოთ წერტილი რომელიც შეესაბამება ჰოდოგრაფის ნამდვილ ღერძთან გადაკვეთას და ეს წერტილია z=-2.56, ხოლო ჰოდოგრაფის ერთეულოვან წრეწირთან გადაკვეთა ხდება წერტილში, სადაც k=0.8, რაც იმას ნიშნავს, რომ სიტემის მდგრადობის პირობები დაკმაყოფილდება ყოველი k<0.8-ისთვის.

გარდამავალი პროცესის მრუდის აგებით, მაგალითად, როდესაც k=0,25, საფეხუროვანი ზემოქმედების შემთხვევაში გადარეგულირება შეადგენს 20%-ს, ხოლო გარდამავალი პროცესის ხანგრძლივობა დაახლოებით 8,5 წამია. ამ შედეგის გაუმჯობესება შეიძლება თუ a=1 და b≈ 1; ასეთ შემთხვევაში:

$$KG(Z)R(Z)=\frac{K}{z-1} ; \qquad (10)$$

მაშინ ფესვური ჰოდოგრაფი მოთავსდება ნამდვილ ღერძზე, ხოლო როცა k=1 იგი საკოორდინატო სიბრტყის სათავეში აღმოჩნდება.

3. დასკვნა

ზემოთ მიღებული შედეგები გვიჩვენებს, რომ ციფრული მართვის სისტემის სინთეზის ამოცანა ფესვური ჰოდოგრაფების მეთოდის გამოყენებით შეიძლება განვიხილოთ როგორც ციფრული მმართველი მოწყობილობის პარამეტრების გონივრული შერჩევის ამოცანა. შერჩევის ძირითადი კრიტერიუმია სისტემის მახასიათებელი განტოლების ფესვების ისეთი განლაგება Z კომპლექსურ სიბრტყეში, რომ მივიღოთ სისტემის სასურველი ხარისხობრივი მაჩვენებლები.

ლიტერატურა-References – Литература:

1. გუგუშვილი ა., ხუროძე რ., იმედაძე თ., გარგი დ., კოტრიკაძე ო., მჭედლიშვილი ნ., ახობაძე მ., ნარიმანაშვილი ნ., კვერცხიშვილი დ., კუცია ი., ხუციშვილი ო., გაბელაია ა. (1999). მართვის თეორია. ნაწ.1. სტუ. თბილისი
2. Изерман Р.. (1984). Цифровые системы управления. “Мир”, Москва.
3. Куо Б. (1986). Теория проектирования цифровых систем управления. “Машиностроение”, Москва.

THE ROOT LOCUS METHOD IN THE TASKS SYNTHESIS OF DIGITAL CONTROL SYSTEMS

Narimanashvili Nodar, Kapanadze Teona, Gocholeishvili Teimuraz

Georgian Technical University

Summary

There is considered the task of synthesizing of digital system using by method of root locus. The main goal is to use graphical analysis to select the parameters to be changed, such as the gain factor, the integration factor, etc., of the controlling device so that the system has the desired quality indicators.. The method is realized in Matlab software.

МЕТОД КОРНЕВЫХ ГОДОГРАФОВ В ЗАДАЧАХ СИНТЕЗА ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Нариманашвили Н., Капанадзе Т., Гочолеишвили Т.

,Грузинский Техниченский университет

Резюме

Рассмотрена задача синтеза цифровой системы управления с примененым метода корневых годографов. Основная цель – с помошью графического анализа выбор перестраиваемых параметров, таких как коэффициент усиления, коэффициент интеграции и др., управляюшего устройства так,чтобы система имела желаемые качественные показатели. Метод реализован в среде программы Матлаб.