ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ  
ФАКУЛТЕТ АВТОМАТИКА

**Курсова работа**

Дисциплина: Линейни системи за управление

Ръководител на курсовата работа: Изготвил:

Доц. дтн инж. Камен Перев Димитър Желев

Фак. Номер: 011221006

**Задача 1. Да се намери описанието на отворената система. Да се построят и анализират времевите и честотните характеристики на тази система**

* Построяваме отворената система в Simulink

A diagram of a circuit

Description automatically generatedA white background with black text

Description automatically generated

Еквивалентната предавателна функция е с коефициенти в числителя и знаменателя

A number and numbers on a white background

Description automatically generated

И цялостен вид

A black and white text with black lines

Description automatically generated with medium confidence

Тъй като най-високата степен на **s** в числителя (нулева) е по-ниска от най-високата степен в знаменателя (пета), можем да съдим, че обекта е физически реализуем.

A white background with black text

Description automatically generated

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

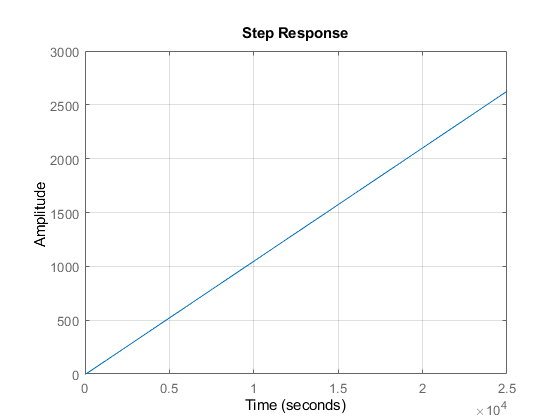
Понеже нямаме s във числителя нямаме нули

Общият вид изглежда така:

* Построяване на времеви и честотни характеристики (на отворената система)

A white background with black text

Description automatically generated



Поради наличието на интегриращо звено изхода на единичната стъпаловидна функция не спира да расте.

A graph with a blue line

Description automatically generated

Тегловната функция клони към установената си стойност 0.105

A white background with black text

Description automatically generated

Логаритмични честотни характеристики

A graph of a function

Description automatically generatedамплитудно-фазова характеристика

**Задача 2. Да се изследва устойчивостта на затворената система с:**

* **Алгебрични критерии**

**A computer screen shot of a computer code

Description automatically generated**

**A screenshot of a math problem

Description automatically generated**

A white background with black text

Description automatically generatedОт резултатите на детерминантите на под матриците можем да съдим, че затворената системата е устойчива, понеже няма отрицателни детерминанти.

* **Честотни критерии**

A close up of text

Description automatically generated

Критерият за устойчивост на Боде изисква амплитудно-честотната характеристика да пресича 0 dB, преди фазово-честотната характеристика да пресече -180˚.

**A diagram of a radio frequency

Description automatically generated**

Както можем да видим от графиката критерият е изпълнен, тоест затворената система е устойчива.

A computer code with text

Description automatically generated with medium confidence

От честотния критерий на Nyquist можем да съдим по отворената система за устойчивостта на затворената.  Тъй като отворената система не обхваща точката на Найквист, затворената система ще е устойчива

**Задача 3. Да се построят времевите характеристики на затворената система при различни коефициенти на усилване на отворената система.**

За информирано избиране на коефициентите на усилване първо ще направим ходограф на корените на отворената система. От него ще изберем коефициента на усилване, така че да покажем различни състояния спрямо бързодействието, колебателността и най-вече устойчивостта на системата. A white background with black text

Description automatically generated

**A graph of a function

Description automatically generated**

От Ходографа на коренеите се вижда, че запасът по устойчивост е много малък и ще се наложи да изпълним командата rlockfind след предварително приближаване, така че да вземем корени с отрицателна реална част и системата ни да бъде устойчива.

**A graph of a function

Description automatically generated**

Коефициент 1

**A screenshot of a computer

Description automatically generated**

Kpol е коефициента на усилване който сме избрали

От липсата на имагинерна част можем да съдим че ще имаме апериодичен процес.

**A black and white image of a math equation

Description automatically generated with medium confidence**

Тук можем да видим предавателната функция на затворената систеа с добавен коефициента на усилване Кпол A graph with a line

Description automatically generated

Коефициент 2 A graph of a function

Description automatically generated

**A screenshot of a computer

Description automatically generated** **A black and white image of a function

Description automatically generated**

A graph with a line

Description automatically generated

Доминантният полюс на системата се приближава до имагинерната ос и процеса се затихва по-бавно.

Коефициент 3

A white background with black text

Description automatically generated

A black and white image of a math equation

Description automatically generated with medium confidence A graph with a line

Description automatically generated

Коефициент 4

A graph of a function

Description automatically generatedA screenshot of a computer

Description automatically generated A black and white text with black numbers

Description automatically generated with medium confidence

A graph with a blue line

Description automatically generated

Времето за затихване е почти същото като времето при първия коефициент (апериодичния вариант), но тук можем да видим доста колебателен процес с много голямо пререгулиране 80%.

Коефициент 5A graph of a function

Description automatically generated

Избраните полюси са с положителна реална част и би трябвало системата да е неустойчива

A black text on a white background

Description automatically generated

A graph with a blue line

Description automatically generated

**Задача 4. Да се намери описанието на системата в пространството на състояния.**

**A paper with writing on it

Description automatically generated** **A white board with blue writing on it

Description automatically generated**

**Задача 5. Да се изчисли и построи преходната матрица на системата.** **A screenshot of a computer

Description automatically generated**

****  
Преходна матрица по състояние х1

 Преходна матрица по състояние х2

 Преходна матрица по състояние х3



Преходна матрица по състояние х4



Преходна матрица по състояние х5

**Задача 6. Да се дискретизира описанието на системата и да се определят:**

* **Предавателната функция**
* **Уравненията в пространство на състоянията**

За да дискретизираме правилно системата е необходимо да изберем правилния такт на дискретизация. Ще го изберем да е 10 пъти по малък от най малката времеконстанта на системата когато я представим като последователно свързани елементарни звена. В моя случай най-малката времеконстанта е 0.001 тоест такта ми на дискретизация ще бъте 0.0001

**A math equations on a white background

Description automatically generated** **A black and white image of numbers and symbols

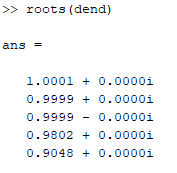
Description automatically generated**

 A screenshot of a computer

Description automatically generated

**Задача 7. Да се изследва устойчивостта на дискретизираната система.**

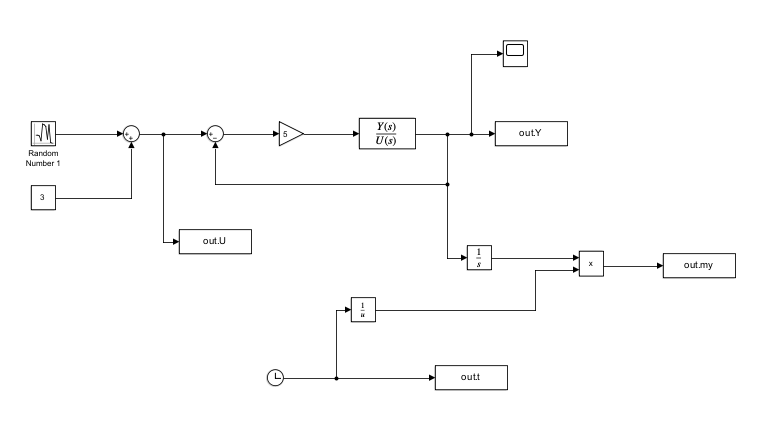
За да е устойчива дискретната система е необходимо полюсите на системата да са вътре в единичната окръжност

В нашия случай системата е много близко до това да е на границата по устойчивост, но излиза следователно системата е неустойчива

**A graph with blue lines

Description automatically generated**

**Задача 8. Да се изчисли математическото очакване, дисперсията и спектралната плътност на изходния сигнал на системата при бял шум на входа на системата.**

****

****

**A black and white image of numbers

Description automatically generated** математическо очакване

**A close up of text

Description automatically generated** **A number with numbers and symbols

Description automatically generated with medium confidence**

**Задача 9. Да се синтезира закон за управление при описание в пространството на състояния:**

* **при пълна информация за вектора на състояние**
* **при непълна информация**
* **за дискретизираната система**

**A screenshot of a computer code

Description automatically generated**

**A screenshot of a computer code

Description automatically generated**

Полюсите съвпадат

A number of numbers and a number of objects

Description automatically generated with medium confidence

**Задача 12. Анализ и изводи за получените резултати**