Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций

им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

факультет Информационных систем и технологий

Отчёт по лабораторной работе №4

Тема: «Исследование устойчивости линейной САУ»

Предмет: Основы теории управления

Выполнил: студент группы

.

Санкт-Петербург

2012

Цель работы

- Познакомиться с основными методами определения устойчивости линейной системы
- Научиться применять различные критерии устойчивости САУ

Задачи работы

- Получить представление о критериях устойчивости
- Исследовать систему на устойчивость с помощью различных критериев

Ход работы

Вариант 1

Дана структурная схема системы:

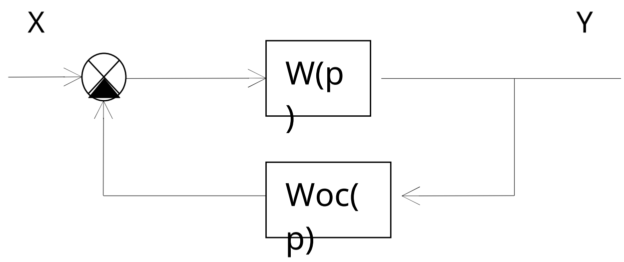

Рисунок 1 – Структурная схема САУ

В качестве передаточной функции W(p) задано следующее выражение:

$$W(p)=\frac{b_1 p+b_0}{p^3+a_2 p^2+a_1 p+a_0}.$$

В качестве передаточной функции обратной связи задано выражение:

$$W(p)=\frac{n}{p+m}.$$

Коэффициенты имеют следующие значения:

$a_0=1;\ a_1=1,74;\ a_2=0,21;\ b_0=4;\ b_1=3,56;\ n=3,7;\ m=0,7.$

Исследовать систему на устойчивость с помощью различных критериев.

1. Исследование устойчивости системы с использованием критерия Гурвица.

Для данной САУ, которая является САУ с обратной отрицательной связью, необходимо найти передаточную функцию разомкнутой системы, которая находится из выражения:

$$W_{раз}(p)=W(p)\cdot W_{ос}(p)=\frac{(b_1 p+b_0)\cdot n}{(p\text{¿¿}3+a_2 p^2+a_1 p+a_0)\cdot(p+m)=\frac{K(p)}{D(p)}.\text{¿}}$$

Для того чтобы исследовать систему на устойчивость по критерию Гурвица необходимо получить передаточную функцию замкнутой системы, которая находится из выражения:

$$W_{зам}(p)=\frac{W_{раз}(p)}{1+W_{раз}(p)}=\frac{K(p)}{K(p)+D(p)}.$$

Для нахождения характеристического уравнения САУ приравниваем к нулю знаменатель $W_{зам}(p)$:

$$K(p)+D(p)=0.$$

Обозначая знаменатель передаточной функции как С(р) характеристическое уравнение принимает вид:

$$C(p)=K(p)+D(p),$$

$$C(p)=c_n p^n+c_{n-1} p^{n-1}+c_{n-2} p^{n-2}+\ldots+a_0=0.$$

Проведя математические преобразования, получена передаточная функция замкнутой системы:

$$W_{зам}(p)=\frac{(b_1 p+b_0)\cdot n}{p^4+(a_2+m)\cdot p^3+(a_2 m+a_1)p^2+(a¿¿0+a_1 m+b_1 n)p+a_0 m+b_0 n¿}$$

Полученное выражение передаточной функции замкнутой системы позволяет провести расчёт коэффициентов полинома:

$c_0=a_0 m+b_0 n=15.5;$

$c_1=(a¿¿0+a_1 m+b_1 n)=18.362;¿$

$c_2=a_2 m+a_1=1.887;$

$c_3=a_2+m=0.91;$

$c_4=1.$

Главный определитель Гурвица для САУ имеет следующий вид:

$$\Delta_n=\begin{vmatrix} c_{n-1} & c_{n-3} & 0 & 0 \\ c_n & c_{n-2} & c_{n-4} & 0 \\ 0 & c_{n-1} & c_{n-3} & 0 \\ 0 & c_n & c_{n-2} & c_{n-4} \end{vmatrix}$$

$$\Delta_1=|c_{n-1}|=c_3=0.91$$

$$\Delta_2=\begin{vmatrix} c_{n-1} & c_{n-3} \\ c_n & c_{n-2} \end{vmatrix}=c_{n-1}\cdot c_{n-2}-c_{n-3}\cdot c_n=c_3\cdot c_2-c_4\cdot c_1=-16.64483<0$$

При расчёте получилось, что главный диагональный минор определителя Гурвица меньше нуля. А это значит, что САУ неустойчивая.

2. Исследование устойчивости системы с использованием критерия Рауса.

Используя все коэффициенты с первого пункта, составим таблицу Рауса.

Таблица 1 – Таблица Рауса

r	Строки	Столбцы		
		1	2	3

-	1	1	1,887	15,5
-	2	0,91	18,362	0
1, 098	3	$-18,58$	15,5	0
	4		0	0
	5	0	0	0

$$r_3=\frac{c_4}{c_3}=1{,}098;\ d_{13}=c_{21}-r_3\cdot c_{23}=-18,58;$$

Так как коэффициент первого столбца меньше нуля, то система не устойчивая и дальнейший расчёт не имеет смысла.

Для исследования САУ по приведённым выше критериям в среде Matlabнеобходимо воспользоваться функцией, текст которой приведён ниже:

```
function [Ust, Mnrs, Mtrx] = raus_gur(D)

ifisa(D, 'lti')

  [B, D] = tfdata(D, 'v');

end

Ust = 1;

if length(D(:)) < 4

Mtrx = NaN; Mnrs = NaN;

if any(D(:) <= 0)

Ust = 0;

end

return

end

D = D(:);

n = length(D) - 1; % Размеры матрицы Гурвица

A = [zeros(n-1, 1); D(end:-1:1); zeros(n-2, 1)];
```

```
Mtrx = zeros(n, n); % Заготовка матрицы Гурвица
Mnrs = zeros(n-2, 1); % Векторминоров
fori = 1:n
Mtrx(:, i) = A((n - i)*2 + 1:3*n - 2*i);
end
fori = 2:n-1
Mnrs(i-1) = det(Mtrx(1:i,1:i));
end
if any([D(:); Mnrs(:)] <= 0)
Ust = 0;
end
```

Для вызова этой функции необходимо в командной строке прописать :

```
>> [A, B] = raus_gur([1 0.91 1.887 18.362 15.5])
```

После чего программа начнёт работу и выдаст следующие результаты работы:

```
A =     0
B =  -16.6448
     -318.4679
>>
```

Приведённые результаты свидетельствуют о том, что система не устойчива.

3. Исследование устойчивости системы с использованием критерия Михайлова.

Исходя из начальных условий, построим годограф Михайлова в среде Matlab. Текст программы для построения годографа:

```
a0=15,5;

a1 = 18,362;

a2 =1,887;

a3=0,91;

a4=1;

Re=[];Im=[];

for w=0.01:1:45,

Njw=a4*((w*j)^4)+ a3*((w*j)^3)+a2*((w*j)^2)+a1*(w*j)+(a0);

  Re = real(Njw);

Im = imag(Njw);

plot(Re, Im, 'k.')

xlabel('Re(W)')

ylabel('Im(W)')

hold on

end

hold off

grid on
```

Результат работы:

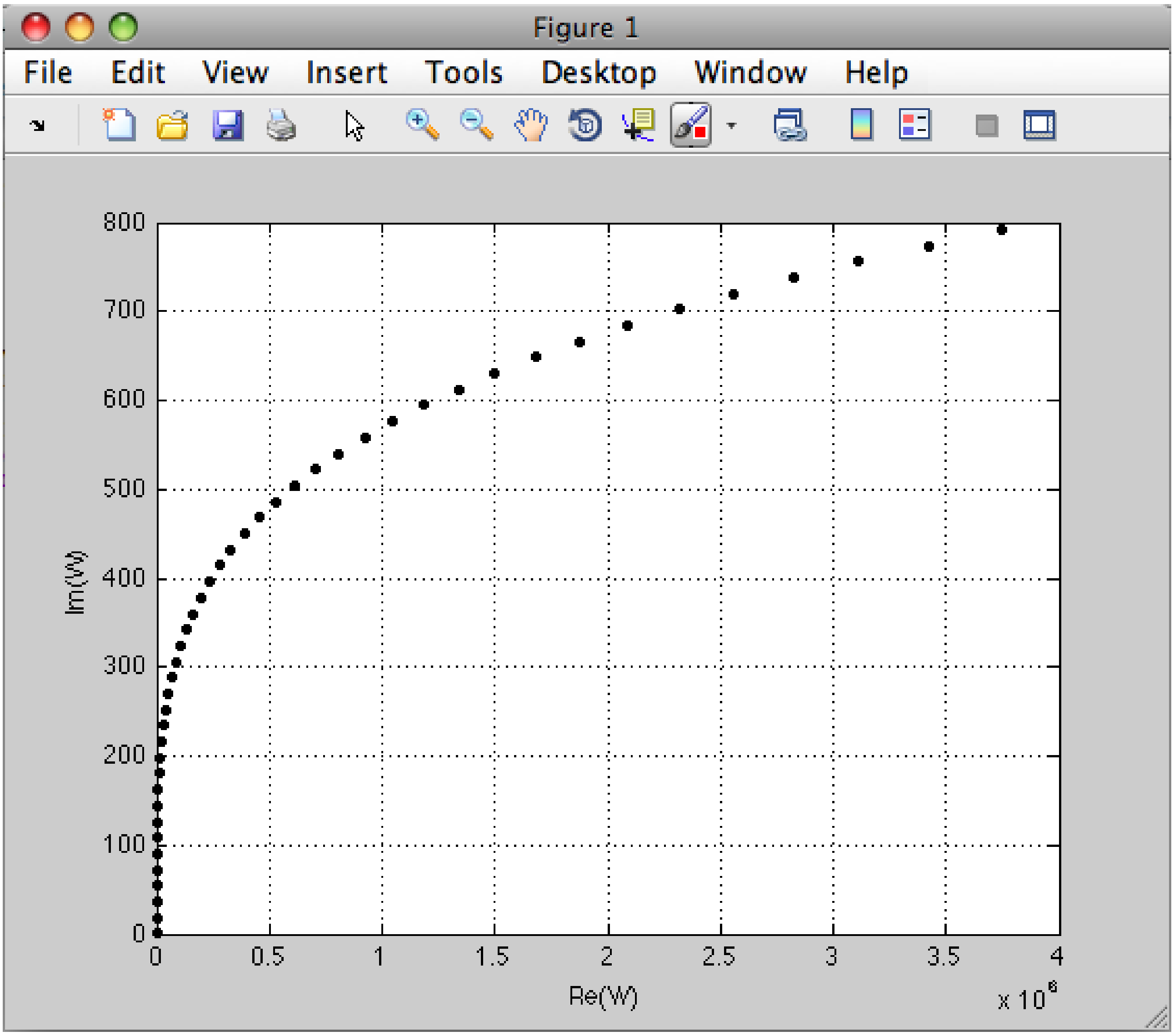

Рисунок 2 – Годограф Михайлова в среде Matlab

С рисунка видно, что годограф не обходит nквадрантов в положительном направлении, из чего следует вывод, что САУ не устойчивая.

4. Исследование устойчивости системы с использованием критерия Найквиста.

Исходя из начальных условий, построим годограф Найквиста в среде Matlab.Текст программы для построения годографа:

```
t=tf([3.56 4], [1 0.21 1.74 1]);
nyquist(t)
```

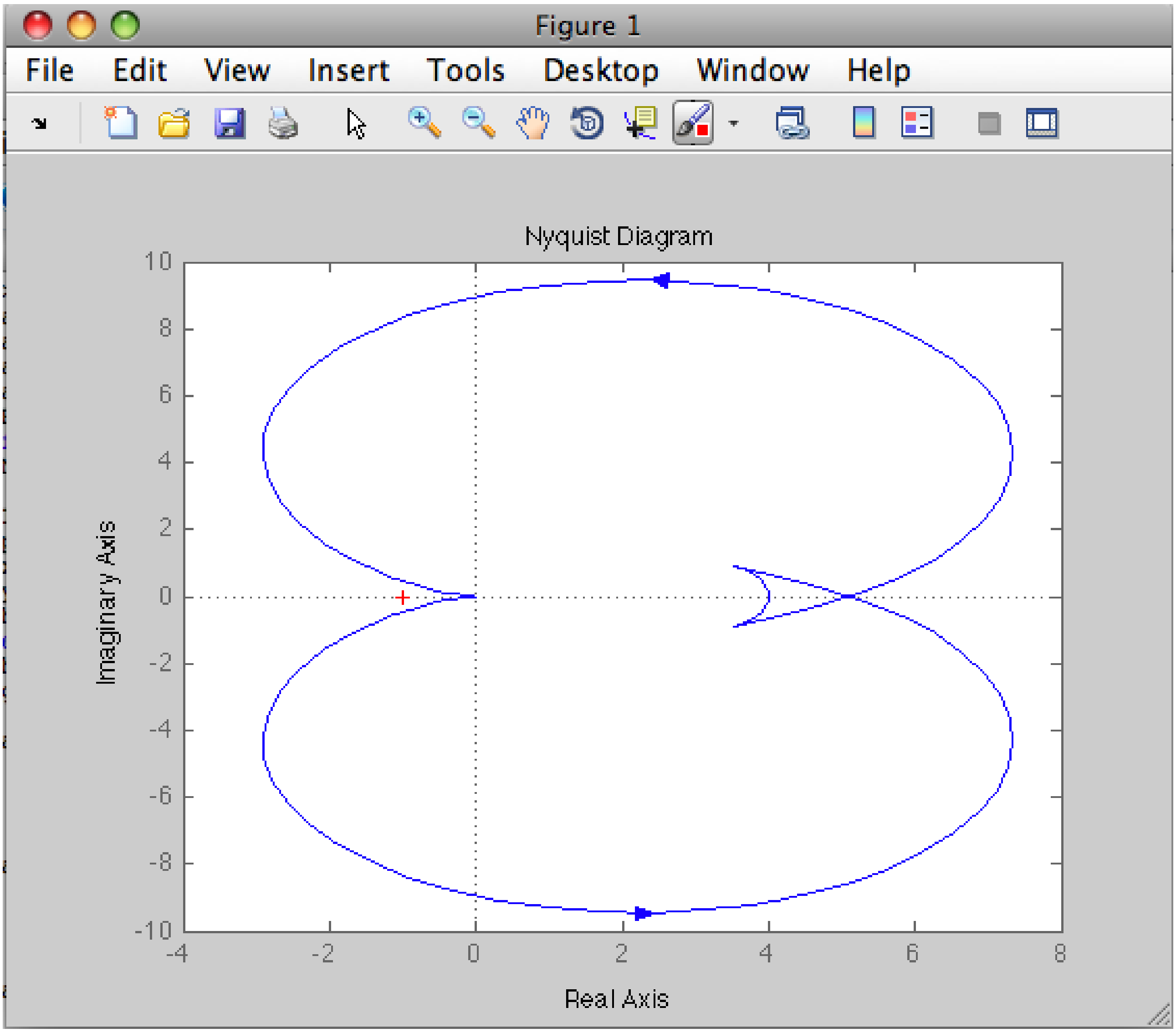

Рисунок 3 – Годограф Найквиста в среде Matlab

С рисунка видно, что годограф охватывает начало координат, что свидетельствует о том, что система не устойчива.

Вывод

При исследовании САУ на устойчивость использовались четыре критерия, которые показали, что с данными варианта 1 система не устойчива.