МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Звіт з лабораторної роботи № 3

з предмету «Основи управління складними системами»

Виконав:

Студент групи КН-36а

Кулик В.В.

Перевірив:

Голоскоков О.Є.

Харків 2018

**Лабораторная работа 3.**

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗОМКНУТОЙ ЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ

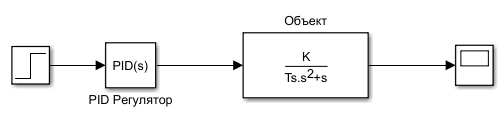
**Цель**: освоение методов анализа одномерной линейной непрерывной системы с помощью среды MATLAB.

**Ход работы:**

1. **Описание системы**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант |  |  |  |  |  |  |
| 8 | 1.7 | 1.36 | 0.204 | 1.1857 | 0.7673 | 0.4592 |

Исследуется система, описываемая математической моделью в виде передаточной функции:



Исследуемая система (1)

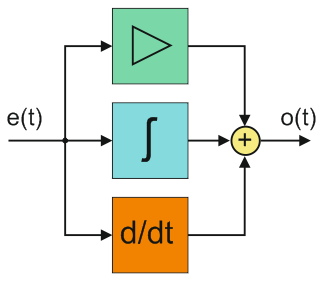


Схема регулятора (2)

Мы исследуем линейную систему(1) описаную выше и получаем результаты исследования.

1. **Результаты исследования**

Вводим передаточную функцию в объект **tf**, используя таблицу с коэффициентами, приведенную выше.

**Переда́точная фу́нкция** — один из способов математического описания динамической системы.

Извлекаем из этого объекта числитель и знаменатель передаточной функции с помощью следующих команд. Записываем коэффициенты в переменные. .

**Знаменатель** и **числитель** передаточной функции — это характеристические полиномы дифференциального уравнения движения линейной системы (1). Полюсами передаточной функции называют корни характеристического полинома знаменателя, нули — корни характеристического полинома числителя.

n = [1.7 1.36 0.204]

d = [1 1.1857 0.7673 0.4592]

f = tf ( n, d )

f =

1.7 s^2 + 1.36 s + 0.204

-----------------------------------

s^3 + 1.186 s^2 + 0.7673 s + 0.4592

А затем для извлечения используем следующую команду:

Команада *tfdata* извлекает из этого объекта числитель и знаменатель передаточной функции.

[n1,d1] = tfdata ( f, 'v' )

На выходе получаем числитель и знаменатель:

n1 = 0.2040

d1 = 0.4592

Находим нули и полюса передаточной функции.

**Нули** — корни характеристического полинома числителя. **Полюса** передаточной функции это корни характеристического полинома знаменателя

z =

-0.6000

-0.2000

p =

-0.9000 + 0.0000i

-0.1428 + 0.6999i

-0.1428 - 0.6999i

Определяем полосу пропускания системы (1) (наименьшую частоту, на которой АЧХ становится меньше, чем дБ).

**Полоса пропускания** - диапазон частот, в пределах которого амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) достаточно равномерна для того, чтобы обеспечить передачу сигнала без существенного искажения его формы.

b = 5.4549

Строим модель системы (1) в пространстве состояния (3).

Рисунок 2 – модель системы в пространстве состояний(f\_ss)

Приравниваем коэффициент прямой передачи звена регулятора (2) для системы (1) единице.

**Коэффициент передачи** для системы (1) (также коэффициент преобразования) — отношение некой величины на выходе той или иной системы, предназначенной для передачи электрических сигналов, соответственно, к мощности, напряжению или току на входе системы.

D =

u1

y1 1

Находим новый коэффициент усиления звена регулятора (2) в установившемся режиме. 

k1 =

1.4443

Команда «*zp»* строит модель исходной системы (1) в форме «нули-полюса».

Строим модель исходной системы (1) в форме «нули-полюса».

f\_zp =

1.7 (s+0.6) (s+0.2)

--------------------------------

(s+0.9) (s^2 + 0.2857s + 0.5102)

Проверяем какие есть переменные в рабочем пространстве.

Команда *who*

Команда *who* или whos проверяет, какие переменные есть в рабочем пространстве.

Your variables are:

b d d1 f f\_ss f\_zp k k1 ksi n n1 p wc z

Команда whos

Name Size Bytes Class Attributes

b 1x1 8 double

d 1x4 32 double

d1 1x1 8 double

f 1x1 873 tf

f\_ss 1x1 706 ss

f\_zp 1x1 881 zpk

k 1x1 8 double

k1 1x1 8 double

ksi 3x1 24 double

n 1x3 24 double

n1 1x1 8 double

p 3x1 48 double complex

wc 3x1 24 double

z 2x1 16 double

Строим на графике расположение нулей и полюсов системы (1).



Рисунок 1 – График расположения нулей и полюсов

Функция на рисунке 1 показывает расположение нулей и полюсов передаточной функции на комплексной плоскости S.

Определите коэффициенты демпфирования и собственные частоты для всех элементарных звеньев (первого и второго порядка).

**Коэффициент демпфирования** представляет собой процент критического демпфирования. Значение 100 % коэффициента демпфирования означает, что модель критически демпфирована и не может свободно колебаться. Коэффициент демпфирования, равный 1 %, означает, что амплитуда затухнет примерно на 6 % за один период колебания. При помощи этого элемента можно назначить коэффициенты демпфирования для форм анализа.

Звенья, передаточные функции которых имеют вид простых множителей или простых дробей, называют типовыми или элементарными звеньями. Элементарные множители, представляющие собой полиномы первого и второго порядка, преобразовываются к стандартному виду, принятому в теории автоматического управления:

wc =

0.7143

0.7143

0.9000

ksi =

0.2000

0.2000

1.0000

p =

-0.1428 + 0.6999i

-0.1428 - 0.6999i

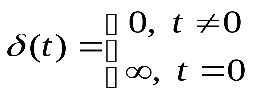
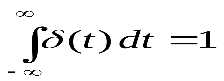
-0.9000 + 0.0000i

Запускаем модуль LTIViewer (ltiview). Загружаем модель f. Строим импульсную характеристику (весовую функцию) системы (1).



Рисунок 2 - Импульсная характеристика

Импульсной характеристикой(весовой функцией)https://studfiles.net/html/2706/217/html_rG5RZu0Aie.ETG4/img-8GU1BA.pngназывается реакция системы на единичный бесконечный импульс (дельта-функцию или функцию Дирака) при нулевых начальных условиях. Дельта-функция определяется равенствами

,.

Подключите обе системы (1) (3). Постройте переходные характеристики систем. Характеристика f\_ss построена по модели пространства состояний (3).



Рисунок 3 – Переходнные характеристики модели f(синий) и модели f\_ss(красный)

**Переходная характеристика системы** – это реакция на единичное ступенчатое воздействие при нулевых начальных условиях объекта управления и характеризует его динамические свойства. Получение переходной характеристики экспериментальным путем с последующим получением параметров ОУ – первый шаг на пути к определению настроек ПИД-регулятора, ПИ-регулятора, П-регулятора.



Рисунок 4 – Переходная характеристика с указанием характеристик

Отмечаем на графике (для модели f) :

* Максимум (2,81)
* Перерегулирование – 94.4%
* время переходного процесса – 29.6
* время нарастания – 0,221
* установившееся значение – 1,44

Отмечаем на графике (для модели f\_ss) :

* Максимум (1,81)
* Перерегулирование – 94.4%
* время переходного процесса – 29.6
* время нарастания – 0,221
* установившееся значение – 0,444

Создаем массив частот для построения частотной характеристики (100 точек в интервале от  до  с равномерным распределением на логарифмической шкале). Рассчитываем частотную характеристику исходной системы (1) и строим ее на осях с логарифмическим масштабом по оси абсцисс.



Рисунок 5 – Частотная характеристика

Частотная характеристика определяется как реакция системы на комплексный экспоненциальный сигнал. Для ее построения надо использовать подстановку в передаточной функции. Выражение называется частотной передаточной функцией или амплитудно-фазовой частотной характеристикой системы (АФЧХ).

Строим сигнал, имитирующий прямоугольные импульсы единичной амплитуды с периодом 4 секунды (всего 5 импульсов).

ans =

0 0

0 0.0625

0 0.1250

0 0.1875

0 0.2500

0 0.3125

1. 0.3750

……………………………

1.0000 19.8125

1.0000 19.8750

1.0000 19.9375

0 20.0000

Выполняем моделирование и построим на графике сигнал выхода системы (1) f при данном входе.



Рисунок 6 – Сигнал выхода системы (1)

Одна из важнейших характеристик линейной системы ¬– коэффициент усиления в установившемся режиме или статический коэффициент усилении (static gain, DC-gain). Его можно определить как установившееся **значение сигнала выхода** при постоянном входном сигнале, равном единице. Размерность этой величины равна отношению размерностей сигналов выхода и выхода.

**Висновок:** В результаті виконаної лабораторної роботи ми ознайомилися з программним додатком Simulink пакета MATLAB. Дослідили систему (1), описану у вигляді математичної моделі передаточної функції методами аналізу середи пакету MATLAB.