МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт цифровых технологий, электроники и физики

Кафедра вычислительной техники и электроники (ВТиЭ)

Лабораторная работа № 1

**Исследование разомкнутой линейной системы.**

**Вариант 11.**

Выполнил студент 595 гр.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.В. Лаптев

Проверил:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Я.С. Сергеева

Лабораторная работа защищена

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2021 г.

Оценка \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Барнаул 2021

1. **Описание системы**

Исследуется система, описываемая в виде передаточной функции

1. **Результаты исследования**

* Адрес файла:

E:\MAT\LAB\toolbox\control\control\@tf\tf.m

* Нули передаточной функции

-0.6000

0.3000

* Полюса передаточной функции

-0.7000 + 0.0000i

-0.2500 + 0.5728i

-0.2500 - 0.5728i

* Коэффициент усиления звена в установившемся режиме

k = -1.3168

* Полюса пропускания системы

b = 2.2531 рад/сек

* Модель системы в пространстве состояний

a =

-1.2 -0.7406 -0.5468

1 0 0

0 0.5 0

b =

2

0

0

c =

1 0.3 -0.36

d =

0

* Статический коэффициент усиления после изменения матрицы *D*

k1 = -0.3168

Связь между k и k1 объясняется тем, что размерность данного коэффициента равна отношению размерностей сигналов выхода и входа.

* Модель в форме «нули-полюса»

2 (s+0.6) (s-0.3)

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

(s+0.7) (s^2 + 0.5s + 0.3906)

* Коэффициенты демпфирования и частоты среза

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Полюс передаточной функции | Собственная частота, рад/сек | Постоянная времени, сек | Коэффициент демпфирования |
| -0.2500+0.5728i  -0.2500-0.5728i  -0.7000+0.0000i | 0.6250  0.6250  0.7000 | 1.6000  1.6000  1.4285 | 0.4000  0.4000 1.0000 |

* Импульсные характеристики систем f и f\_ss получились одинаковые, потому что импульсная характеристика отражает соотношения вход-выход при нулевых начальных условиях и не описывает динамику системы полностью.
* Переходные процессы исходной и модифицированной систем



*Рис. 1. Переходные процессы исходной и модифицированной систем.*

* Амплитудная частотная характеристика



*Рис. 2. АЧХ системы.*

* Для того, чтобы найти статический коэффициент усиления по АЧХ, надо найти предельное значение переходной функции.
* Для того, чтобы найти полосу пропускания по АЧХ, надо найти диапазон частот, в пределах которого АЧХ наиболее равномерна.
* Реакция на сигнал из прямоугольных импульсов



*Рис. 3. Реакция системы на сигнал из прямоугольных импульсов.*

Ответы на вопросы:

1. Что такое

* передаточная функция – это отношение преобразования Лапласа выхода к преобразованию Лапласа входа при нулевых начальных условиях
* нули и полюса передаточной функции - нулями называются корни числителя, полюсами – корни знаменателя.
* импульсная характерист­­­­ика (весовая функция) – это реакция системы на единичный бесконечный импульс (дельта-функцию или функцию Дирака) при нулевых начальных условиях.
* переходная функция – это реакция системы (при нулевых начальных условиях) на единичный ступенчатый сигнал (единичный скачок)
* частотная характеристика – это реакция системы на комплексный экспоненциальный сигнал .
* модель в пространстве состояний - для автоматических вычислений более пригодны методы, основанные на моделях в пространстве состояний, поскольку они используют вычислительно устойчивые алгоритмы линейной алгебры.
* модель вида «нули-полюса» - используется>>f\_zpk = zpk(f)
* коэффициент усиления в статическом режиме - его можно определить, как установившееся значение сигнала выхода при постоянном входном сигнале, равном единице. Размерность этой величины равна отношению размерностей сигналов выхода и выхода.
* полоса пропускания системы – это частота, после которой значение АЧХ уменьшается ниже 0 дБ (коэффициент усиления меньше 1, сигнал ослабляется), называется частотой среза системы. Частота, после которой значение АЧХ падает ниже -3 дБ (коэффициент усиления меньше, чем 0.708).
* время переходного процесса – это это время, после которого сигнал выхода отличается от установившегося значения не более, чем на заданную малую величину (в среде Matlab по умолчанию используется точность 2%).
* частота среза системы – это частота, после которой значение АЧХ уменьшается ниже 0 дБ (коэффициент усиления меньше 1, сигнал ослабляется)
* собственная частота колебательного звена – это частота .
* коэффициент демпфирования колебательного звена - параметр .

1. В каких единицах измеряются

* коэффициент усиления в статическом режиме
* полоса пропускания системы - герц
* время переходного процесса - секунды
* частота среза системы - децибел
* собственная частота колебательного звена - рад/сек
* коэффициент демпфирования колебательного звена

1. Как связана собственная частота с постоянного времени колебательного звена?

Чтобы вычислить собственную частоту, требуется знать T (постоянная времени).

1. Может ли четверка матриц



быть моделью системы в пространстве состояний? Почему? Какие соотношения между матрицами должны выполняться в общем случае?

Модель в пространстве состояний можно построить не для всех передаточных функций, а только для *правильных*, у которых степень числителя не выше, чем степень знаменателя. Наш пример – неправильная функция, она не может быть преобразована в модель в пространстве состояний.

1. Как получить краткую справку по какой-либо команде Matlab?

При помощи команды helptf

1. В чем разница между командами Matlab
2. Who – выводит список определённых переменных

Whos – выводит список переменных с указанием их размера и объема занимаемой памяти

b)clear all – очищаетпамятьMatlab

clc – очищает окно Matlab

1. Как ввести передаточную функцию ?

f = tf ([2 3], [1 4 5]);

1. Как влияет изменение коэффициента прямой передачи (матрицы  в модели в пространстве состояний) на статический коэффициент усиления?

Если передаточная функция правильная, но не строго правильная, коэффициент прямой передачи с входа на выход (матрица  модели в пространстве состояний) не равен нулю, поэтому бесконечный импульс на входе в момент  передается на выход.

1. Какие возможности предоставляет модуль **LTIViewer**?

С помощью данного инструмента можно построить частотные характеристики исследуемой системы, получить её отклики на единичные ступенчатое и импульсное воздействия, найти нули и полюса системы.

1. Что можно сказать об импульсной характеристике системы f\_ss? Почему она не была построена верно?

Для преобразования передаточной функции в модель в пространстве состояний используется команда**>> f\_ss = ss (f).**

Она не была построена верно, так как матрица D не была равна 0. Программа приравнивает ее нулю, строя после этого импульсную характеристику преобразованной системы. Причина в том, что понятие импульсной характеристики используется главным образом для систем, передаточные функции которых строго правильные.

1. Как найтикоэффициент усиления в установившемся режиме по АЧХ - **>> k = dcgain ( f )**

полосу пропускания системы по АЧХ - **>> b = bandwidth ( f )**

1. Как скопировать график из окна Matlab в другую программу?

При помощи команды print –dmeta.

1. Как построить массив из 200 значений в интервале от  до  с равномерным распределением на логарифмической шкале?

w = logspace(-3, 3, 200);

1. Какие величины откладываются по осям на графике АЧХ?

Амплитуда и время.