

Домашнее задание 1. Модели в пространстве состояний и их связь с моделями передаточных функций

Часть 1. Моделирование разомкнутой системы

1. Придумать модель в виде передаточной функции заданного порядка заданного типа (см. варианты на сайте). Для этого задаться корнями характеристического многочлена, которые пересчитать в полином. Задаться небанальным коэффициентом усиления (не равным единице). *Замечание.* Для задания п.ф. использовать функцию `tf()`.
2. Посчитать отклик объекта, заданного п.ф., на единичный скачок (функция `step`). Убедиться, что у модели коэффициент усиления соответствует заданному, а характер процесса соответствует типу передаточной функции (колебательная, апериодическая).
3. На основе своей передаточной функции вывести сначала непрерывную, а затем дискретную модель в пространстве состояний методом, описанным на лекции. Оформить это в виде отдельной функции, которая на вход принимает период дискретизации `dt`.
4. Сделать то же самое функциями Матлаба. Использовать функцию `ss()` для перевода п.ф. в непрерывную модель в ПС. И затем функцию `c2d()` для перевода непрерывной модели в ПС в дискретную.
5. Построить отклик на единичный скачок обеих получившихся дискретных моделях в ПС.
6. Сравнить отклик на единичный скачок модели п.ф. с откликами дискретных моделей ПС. **Для этого все три переходных процесса вывести на один график.**
7. По графикам убедиться, что система имеет заданный в п.1 коэффициент усиления. Если заданный коэффициент усиления не обеспечен, провести коррекцию передаточной функции, не изменяя корни характеристического многочлена.
Указание. Используйте расчет установившегося значения, основанный на теореме о предельном значении.

Часть 2. Моделирование замкнутой системы

1. Написать функцию `u = p_controller(Kc, e)`, которая на основании сигнала рассогласования `e` рассчитывает управляющее воздействие по П-закону регулирования. По формуле:
$$u_k = K_c e_k + u_0$$
`u0` – смещение управляющего сигнала (если не знаете зачем оно нужно, можно положить равным нулю).
2. На основе кода, моделирующего реакцию разомкнутой системы в ПС на скачок, разработать код, моделирующий переходной процесс в замкнутой системе. **Не нужно рассчитывать п.ф. замкнутой системы!** Нужно сделать управляющее воздействие расчетным по П-закону, а не заданным заранее, на каждой итерации цикла.
Для этого:
 - a. В коде до цикла моделирования задать:
 - i. уставку `SP = 10`,
 - ii. коэффициент пропорциональности `Kc = 0.1`.
 - b. На каждом шаге моделирования рассчитать `e = SP - y`, после чего рассчитать управляющее воздействие `u = p_controller(Kc, e)`.
 - c. Записать полученное управление в `U(:, i)`
 - d. Построить графики регулируемой величины и управляющего воздействия в одном окне, но на разных графиках (используйте `subplot`).
 - e. Убедиться, что моделирование проходит корректно. Процесс не расходится, `Kc` влияет на время регулирования.
3. Подобрать максимальное `Kc`, обеспечивающее приемлемое перерегулирование.

Вопросы к защите

1. Что такое SISO и что такое MIMO?

2. Как связаны передаточная функция и дифференциальное уравнение?
3. Каким образом можно записать дифференциальное уравнение в виде системы дифференциальных уравнений (можно на примере)?
4. Понятие вектора состояния системы.
5. Общий вид модели в пространстве состояний в векторном виде. Что представляют собой матрицы A , B , C ? Какие два типа уравнений составляют модель в пространстве состояний?
6. Переход к дискретной модели в пространстве состояний. Разностная аппроксимация.
7. Как обеспечить требуемый коэффициент усиления для передаточной функции?
8. Каким образом смоделировать переходной процесс в разомкнутой системе в пространстве состояний (ответ в виде набросков кода)?
9. Зачем в МРС используются модели в пространстве состояний?
10. Формула П-регулятора.
11. Моделирование замкнутой системы с П-регулятором и моделью в пространстве состояний.