

Лабораторная работа №3

Управление двигателем постоянного тока

1 Методические рекомендации

До начала работы студент должен выполнить предыдущие работы этого цикла. Необходимо знание основ теории автоматического управления.

2 Теоретические сведения

В предыдущей лабораторной работе мы получили модель второго порядка для двигателя НХТ.

$$W(s) = \frac{1/k_\omega}{T_e T_m s^2 + T_m s + 1}. \quad (1)$$

Главной целью предыдущей было получение связи напряжения и угловой скорости. Для задачи управления двигателем по углу мы можем воспользоваться моделью первого порядка. Если измерить индуктивность, она действительно окажется достаточно маленькой, поэтому положим $L = 0 \Rightarrow T_e = 0$:

$$W(s) = \frac{1/k_\omega}{T_m s + 1}. \quad (2)$$

Если нам необходимо получить на выходе не скорость, а угол, то мы должны проинтегрировать функцию оригинал, а в образе Лапласа просто домножить на $\frac{1}{s}$ (соответствующие математические выкладки можно найти в книге «Интегральное преобразование и операционное исчисление» И. К. Волков):

$$W(s) = \frac{1/k_\omega}{s(T_m s + 1)}. \quad (3)$$

Теперь один из корней равен 0, и график не сходится к нулю.

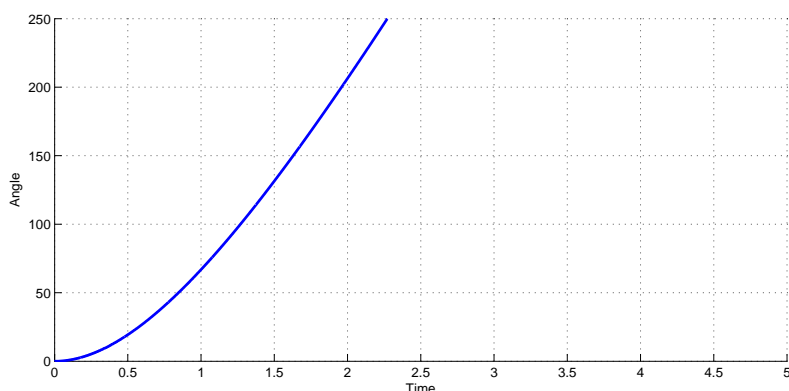


Рис. 1. Неустойчивая система.

Если подать на двигатель постоянное напряжение, он будет вращаться с постоянной скоростью, а угол будет все время увеличиваться. Для того, чтобы стабилизировать значение угла, нам необходимо синтезировать регулятор (релейный, П, ПД или ПИД). Рассмотрим

П-регулятор. Для этого введем отрицательную обратную связь по ошибке, умноженную на пропорциональный коэффициент К:

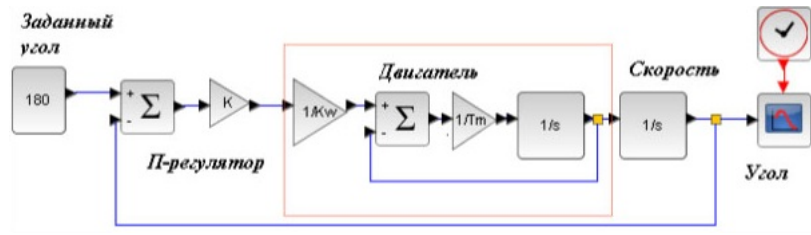


Рис. 2. Система с отрицательной обратной связью.

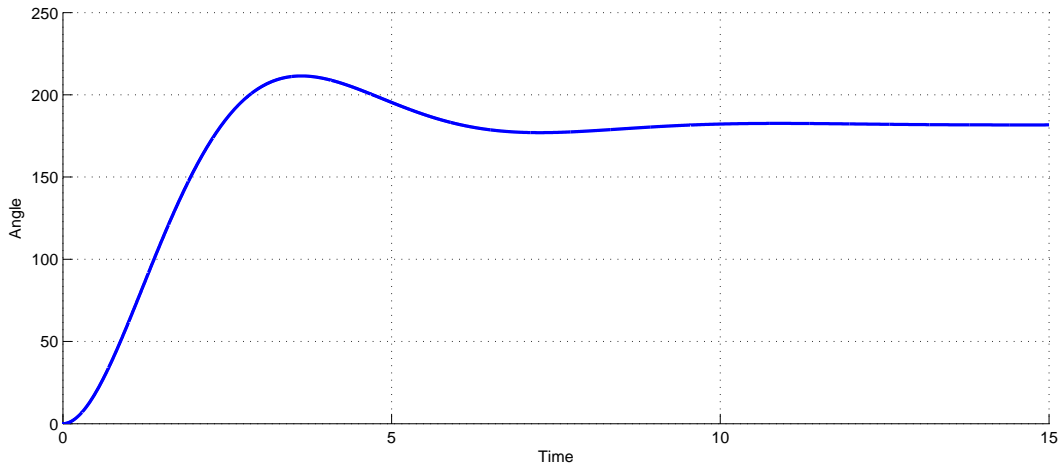


Рис. 3. График отработки заданного угла.

Теперь получим передаточную функцию по ошибке:

$$W(s) = \frac{\frac{1/k_\omega}{s(T_ms + 1)}}{1 + \frac{1/k_\omega}{s(T_ms + 1)}K} = \frac{1/k_\omega}{T_ms^2 + s + K/k_\omega}. \quad (4)$$

Найдем полюса функции:

$$s_{1,2} = \frac{-1 \pm \sqrt{1 - 4T_m K/k_\omega}}{2T_m} \Rightarrow -1 \pm \sqrt{1 - 4T_m K/k_\omega} < 0 \Rightarrow -4T_m K/k_\omega < 0. \quad (5)$$

Следует вывод, для обеспечения устойчивости объекта с отрицательной обратной связью необходимо, чтобы коэффициент обратной связи был положительным.

3 Цель работы

Реализовать алгоритм отработки двигателем заданного угла. Получить показания угла двигателя при различных значениях задержки. Провести моделирование непрерывной и дискретной систем. Вывести в одном окне экспериментальные данные и графики переходного процесса непрерывной и дискретной систем.

4 Порядок выполнения работы

1 Снятие показаний с двигателя NXT.

1.1 Соберите конструкцию так же как в первой работе.

1.2 Реализуйте программу в среде разработки, которая выполняет следующие действия: организует управление двигателем по углу; снимает показания угла поворота двигателя.

1.3 Получите показания угла при различных значениях интервала задержки и коэффициента обратной связи.

2 Проверка расчетов.

2.1 Постройте схему полученной математической модели, используя Xcos.

2.2 Осуществите моделирование системы.

2.3 Сравните графики, полученные в результате снятия экспериментальных данных и математического моделирования.

3 Обработка данных.

3.1 Выведите графики экспериментальных значений вместе с графиками моделирования.

5 Содержание отчета

1 Исходный код написанной программы.

2 Полученные данные угла.

3 Параметры математической модели.

4 Переходная функция и уравнения математической модели двигателя NXT.

5 Схема моделирования и график, полученные при математическом моделировании.