

(<https://yadi.sk/i/4X7HKc6cm6WvD>)

Лабораторная работа №4

Моделирование Двигателя Постоянного Тока в MatLab SIMULINK

1. Распространенные в автоматизированном машиностроении двигатели постоянного тока (ДПТ) преобразуют электрическую энергию источника питания, к которому подключен двигатель, в энергию механического движения ротора и связанного с ним объекта управления. Принцип работы ДПТ основан на взаимодействии магнитного поля, создаваемого, например, постоянными магнитами, и находящегося в этом поле проводника с током. Математическая модель ДПТ, как динамической системы, может быть построена на базе его достаточных уравнений. В них должны быть учтены как электрическая, так и механическая части двигателя. Электрическая якорная цепь содержит источник питания с напряжением постоянного тока U , активное сопротивление R и индуктивность L якорной обмотки, а также противо ЭДС двигателя E . Она возникает в соответствии с законами электромагнитной индукции, согласно которым в проводнике, движущимся в магнитном поле, индуцируется электродвижущая сила (ЭДС). В ДПТ данная ЭДС направлена против внешнего напряжения U .

Введите команду type lab4-2.m

2. При составлении дифференциальных уравнений ДПТ для электрической цепи используется второй закон Кирхгофа, согласно которому:

$$U - E = I \cdot R + L(dI/dt),$$

где $E = k \cdot w$, k - коэффициент пропорциональности, называемый постоянной ЭДС двигателя, w - угловая скорость вращения вала двигателя. Составляющая $I \cdot R$ характеризует падение напряжения на активном сопротивлении якорной цепи в соответствии с законом Ома, а $L(dI/dt)$ отражает наличие ЭДС самоиндукции, возникающей в обмотке при изменении тока якоря. Дифференциальное уравнение механической части двигателя составляется на основании второго закона Ньютона:

$$\begin{aligned} M_d - M_v &= J(dw/dt), \\ M_d &= K \cdot I, \end{aligned}$$

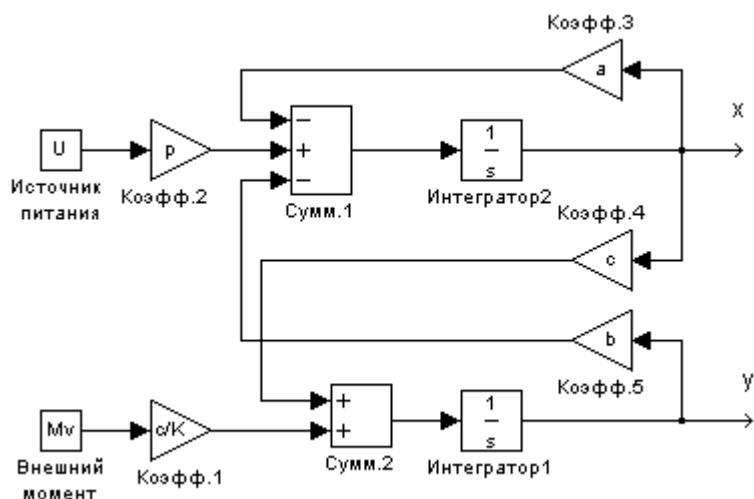
где M_d - момент двигателя, K - коэффициент пропорциональности, называемый постоянной момента двигателя, M_v - момент внешних сил.

На основании данных уравнений, вводя обозначения $I = x$, $w = y$, $1/L = p$, $R/L = a$, $k/L = b$, $K/J = c$, $1/J = c/K$, получаем систему дифференциальных уравнений двигателя в нормальной форме Коши:

$$\begin{aligned} dx/dt &= -ax - by + pU \\ dy/dt &= cx - (c/K)M_v \end{aligned}$$

Введите команду type lab4-3.m

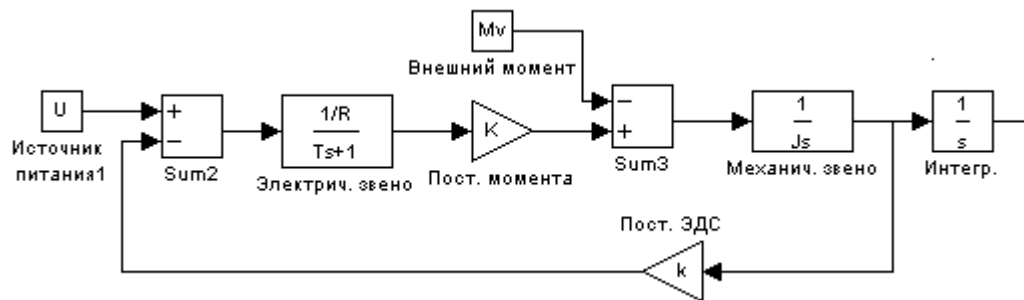
3. Нетрудно заметить, что уравнения, рассмотренные выше приводят к модели 1 вида: (для отображения Модели1 введите команду imshow('Model1.bmp'))



Введите команду `type lab4-4.m`

4. В теории САУ модель электропривода принято представлять в следующем эквивалентном виде:

(для отображения модели2 введите команду `imshow('Model2.bmp')`)



Введите команду `type lab4-5.m`

5. В электрическом звене постоянная времени T составляет $T = L/R$. Оконечный интегратор введен для получения значения угла поворота вала двигателя.

Задание: перерисуйте в отчет рассмотренные две модели. Объясните, как получена вторая модель из первой, которая в свою очередь составлена непосредственно по уравнениям ДПТ в нормальной форме Коши.

Введите команду `type lab4-6.m`

6. Соберите на рабочей форме SIMULINK модель3, используя следующие численные значения:

$U = 1$, $M_v = 0.05$, $T = 0.01$, $K = 0.1$, $k = 0.1$, $J = 0.01$, R – задаётся преподавателем.

Подключите виртуальные осциллографы: 1) к выходной координате вала двигателя (углу поворота); 2) через смеситель M_{ux} к координатам тока и скорости двигателя.

Введите команду `type lab4-7.m`

7. При данных величинах напряжения на якорной обмотке U и внешнего момента M_v получите и зарисуйте в отчет осциллограммы координат тока, скорости и угла поворота вала двигателя. Затем получите аналогичные осциллограммы при значениях $M_v = 0$ и $M_v = 0.15$. Сделайте соответствующий вывод о влиянии момента внешних сил на характер переходного процесса вращения вала двигателя.

Введите команду `type lab4-8.m`

8. Теперь при $M_v = 0$ задайте следующие значения напряжений якорной обмотки $U = 0.5; 1.5; 2$. Получите и зарисуйте осциллограммы скорости и угла вала двигателя. Сделайте надлежащие выводы.

Введите команду `type lab4-9.m`

9. Для $U = 1$ проведите моделирование переходного процесса по скорости вала двигателя для значений $J = 0.05; 0.1; 0.15$. Сделайте вывод о влиянии момента инерции вала на скоростные качества двигателя. Сделайте вывод, "насколько" медленнее вращается вал двигателя при увеличении момента инерции (по осциллограммам угла поворота вала дв.). Если необходимо, дополнительно задайте значения J помимо выше указанных.

Введите команду `type lab4-10.m`

10. Представим, что момент внешних сил пропорционален с коэффициентом $k = 0.005$:
1) скорости вращения вала дв.; 2) углу поворота вала. Исследуйте моделированием влияние таких связей на переходные процессы двигателя по скорости и повороту для $U = 1, J = 0.03$.
Ответьте на вопрос: как изменятся эти процессы, если коэффициент пропорциональности внешнего момента увеличить в 3 раза?

Введите команду `type lab4-11.m`

11. Данная лабораторная работа закончена, проверьте наличие всех необходимых графиков, моделей и выводов для оформления отчёта.