

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский университет ИТМО»

Практическая работа №3

по дисциплине: «Моделирование и управление в технических системах»

Выполнил студент группы R41771

Рагулин А.А.

Проверил преподаватель:

Ловлин С.Ю.

Санкт-Петербург

2021

Вариант 8.

1. Математическая модель

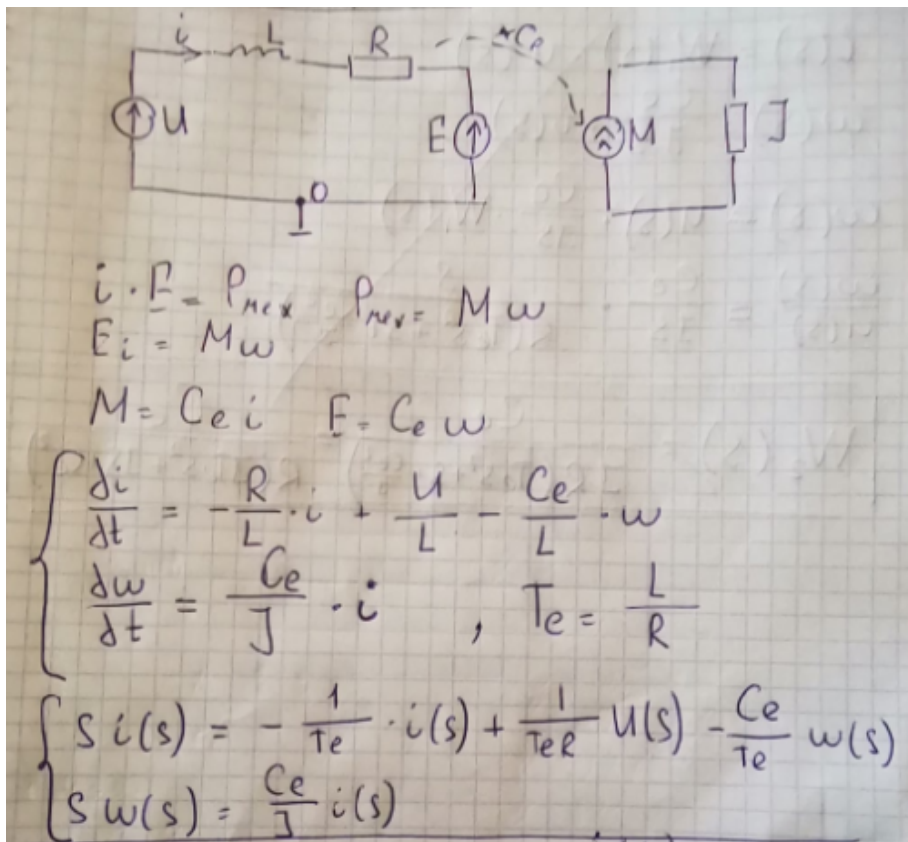


Рис 1. Получение математической модели и СДУ.

2. Модели вход-выход.

1) $i(s)$ от $U(s)$ $W_1(s) = \frac{i(s)}{U(s)}$
 $s i(s) + \frac{1}{T_e} i(s) = -\frac{C_e^2}{T_e J s} i(s) + \frac{1}{T_e R} U(s)$
 $i(s) \left(\frac{T_e s^2 + s + \frac{C_e^2}{J}}{s} \right) = U(s) - \frac{1}{R}$

$$\boxed{\frac{i(s)}{U(s)} = W_1(s) = \frac{s}{R (T_e s^2 + s + \frac{C_e^2}{J})}}$$

Рис 2. Расчет передаточной функции от напряжения к току.

$$\begin{aligned}
 2) \quad W_2(s) &= \frac{\omega(s)}{u(s)} \\
 \begin{cases} s \dot{i}(s) = \frac{1}{T_e} i(s) - \frac{1}{T_e R} u(s) - \frac{C_e}{T_e} \omega(s) \\ s \omega(s) = \frac{C_e}{J} i(s) \end{cases} \\
 \Rightarrow \dot{i}(s) &= \frac{1}{R(T_e s + 1)} u(s) - \frac{C_e}{R T_e s + 1} \omega(s) \\
 s \omega(s) &= \frac{C_e}{J R (T_e s + 1)} u(s) - \frac{C_e^2}{J (T_e s + 1)} \omega(s) \\
 \frac{\omega(s)}{u(s)} &= \frac{C_e}{J R T_e s^2 + J R s + C_e^2} \\
 W_2(s) &= \frac{1/C_e}{\frac{T_e J R}{C_e^2} s^2 + \frac{R J}{C_e^2} s + 1}
 \end{aligned}$$

Рис 3. Расчет передаточной функции от напряжения к угловой скорости.

2. Вывод формул для параметров.

$$W_2(s) = \frac{0 \cdot \pi \cdot \Lambda}{C_e} = \frac{1}{J R T_0 s^2 + J R s + C_e^2}$$

$$= \frac{\frac{T_e J R}{C_e^2} s^2 + \frac{R J}{C_e^2} s + 1}{s^2 + \frac{R J}{C_e^2} s + 1}$$

$$s_1 = -1/T_e \quad s_2 = -\frac{C_e^2}{J R}$$

$$s \rightarrow 0$$

$$\omega(\infty) = \frac{u(\infty)}{c_e} \quad \left[C_e = \frac{u(\infty)}{\omega(\infty)} \right]$$

$$\tau_2 = \frac{J R}{C_e^2} \quad \left[J = \tau_2 \frac{C_e^2}{R} \right]$$

Знаем, что

$$R = \frac{u(\infty) + \omega(\infty) C_e}{\dot{u}(\infty)}$$

$$T_e = \frac{L}{R} \Rightarrow \underline{L = T_e \cdot R}$$

Рис 4. Вывод формул для параметров.

3. Расчёт параметров J, Ce, L и R.

$$R = (\max(u) + B \cdot C_e) / A;$$

$$L = T_e \cdot R;$$

$$C_e = \max(u) / B;$$

$$J = \tau^2 \cdot C_e^2 / R.$$

Где, A, B, T_e - значения, полученные по данным графикам.

Где, A, B - амплитудные характеристики, а T_e - временная постоянная LR звена.

Получено.

$$L = 0.0190 \text{ Гн};$$

$$C_e = 2.0408;$$

$$R = 1.9417 \text{ Ом};$$

$$J = 0.9438 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

4. Определение адекватности модели. Расчет СКО.

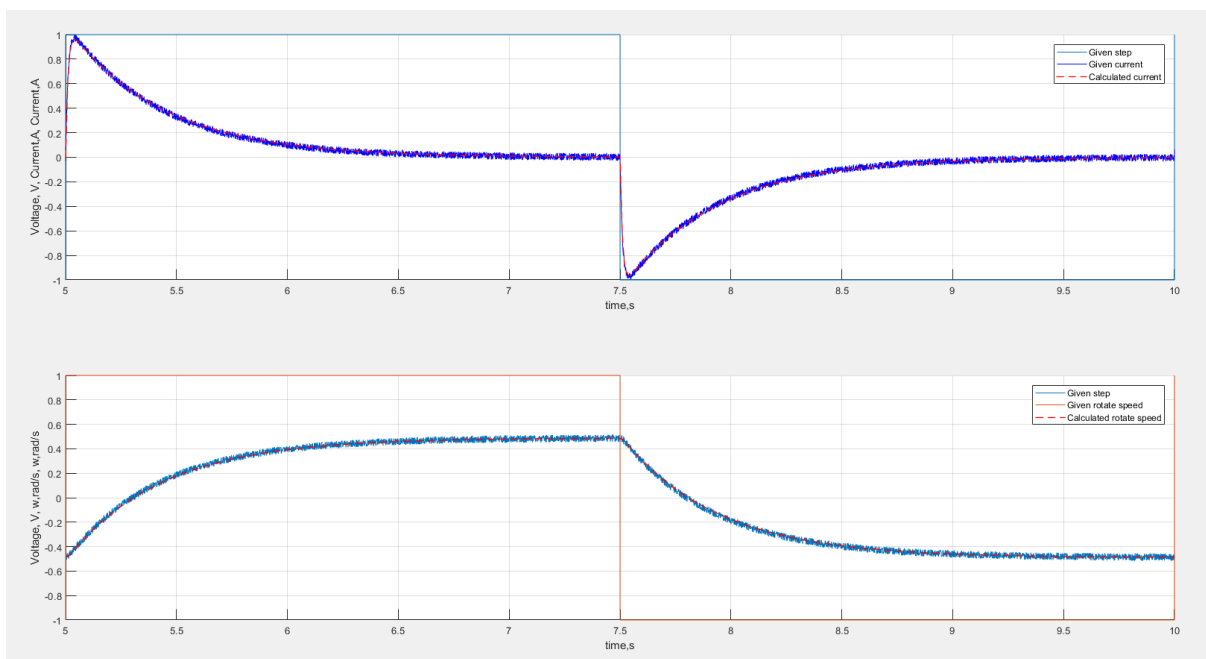


Рис 5. Графики переходных процессов.

$СКО = 0.0285$, что примерно равно амплитуде шумовых колебаний.
Следовательно, модель адекватна.

Вывод: в ходе данной работы было найдено подтверждение тому, что пакет Матлаб/Симулинк предоставляет пользователю возможности для “склейки” систем разных типов без потери в точности. В данном случае механической и электрической.