

Лабораторная работа №1

Передаточная функция и временные характеристики

Вариант: определяется по номеру бригады (7ая бригада берет 1ый вариант и так далее).

ПО и язык программирования: MATLAB.

Задание: построить передаточные функции (TF) и их временные характеристики (step, impulse), варьируя значения параметров. Меняется ли принципиально внешний вид? Найти нули и полюса (полюсами передаточной функции называют корни характеристического полинома знаменателя, нули — корни характеристического полинома числителя). Построить графики, провести сравнения.

Наименование звена	Параметры звена	Численные значения параметров по вариантам					
		1	2	3	4	5	6
Интегрирующее	k	1,0	4,0	2,0	3,0	10	2,5
	$k_{oc} оос$	1,7	0,5	0,9	1,0	0,5	1,0
	$k_{oc} пос$	0,6	0,5	0,9	1,0	0,6	1,5
Апериодическое	k	3,0	4,0	5,0	1,0	2,5	2,0
	T	1,0	0,25	0,4	2,0	0,2	1,0
	$k_{oc} оос$	0,5	0,9	1,0	5,0	2,0	3,0
	$k_{oc} пос$	0,3	0,2	0,25	1,5	0,4	0,5
Колебательное	k	3,0	2,0	1,0	5,0	1,0	2,0
	T_1	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,25
	T_2	0,6	0,7	0,3	0,4	0,1	0,3
Реально дифференцирующее	k	2,0	1,0	0,6	0,5	1,2	0,5
	T	0,1	0,08	0,05	0,12	0,01	0,03
Звено запаздывания	τ	2,0	1,0	0,6	0,5	1,2	0,5

Примечания: оос — отрицательная обратная связь, пос — положительная обратная связь.

Лабораторная работа №2

Устойчивость по Гурвицу, наблюдаемость, управляемость

ПО и язык программирования: MATLAB (среда Simulink).

Задание: задать следующие параметры двигателя: $R_a = 2 \text{ Ом}$, $L_a = 0.5 \text{ Гн}$, $J = 0.02 \text{ Н} \cdot \text{м/А}$, $K_m = K_b = 0.015 \text{ Н} \cdot \text{м/А}$, $K_v = 0.2 \text{ Н} \cdot \text{м/с}$. Исследовать работу двигателя в MATLAB: составить ABCD-модель и найти передаточную функцию двигателя; промоделировать структурную схему в Simulink и исследовать переходную характеристику системы.

Двигатель, управляемый по цепи якоря

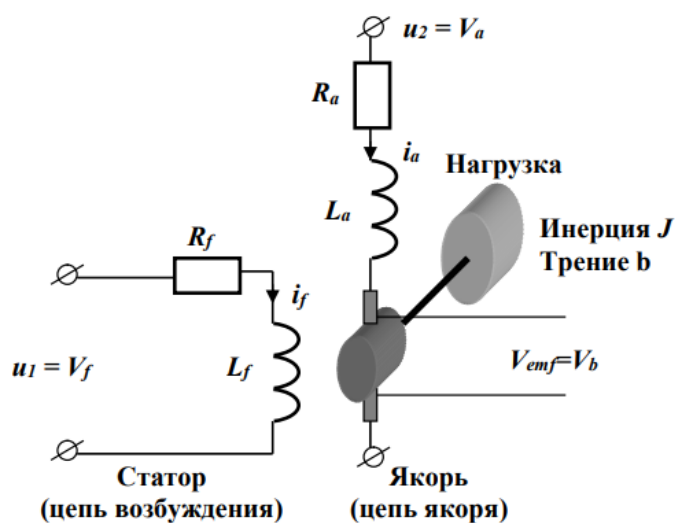


Рисунок 1. Модель двигателя постоянного тока

Построим математическую модель двигателя, управляемого по цепи якоря. Уравнение Кирхгофа для цепи якоря запишется в виде:

$$v_a(t) = L_a \frac{di_a(t)}{dt} + R_a i_a(t) + v_b(t), \quad (1)$$

где $v_b(t)$ – противоЭДС, возникающая на щётках, пропорциональная скорости вращения, равная:

$$v_b(t) = K_b \omega(t). \quad (2)$$

Уравнения вращательного движения с учётом коэффициента трения K_v :

$$\begin{cases} J \frac{d\omega(t)}{dt} = K_m i_a(t) - K_v \omega(t) \\ \dot{\varphi}(t) = \omega(t) \end{cases} \quad (3)$$

Уравнения (1)-(3) дают систему уравнений для величин i_a , ω , φ , которые, и являются переменными состояния:

$$\begin{aligned}\frac{di_a(t)}{dt} &= -\frac{R_a}{L_a}i_a - \frac{K_b}{L_a}\omega + \frac{1}{L_a}v_a(t); \\ \frac{d\omega}{dt} &= \frac{K_m}{J}i_a - \frac{K_v}{J}\omega; \\ \frac{d\varphi}{dt} &= \omega;\end{aligned}\quad (4)$$

Выходной переменной является угол поворота вала, поэтому уравнение выхода имеет вид:

$$y = \varphi. \quad (5)$$

Уравнения (4)-(5) можно записать ABCD-модели:

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i_a \\ \omega \\ \varphi \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R_a}{L_a} & -\frac{K_b}{L_a} & 0 \\ \frac{K_m}{J} & -\frac{K_v}{J} & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} i_a \\ \omega \\ \varphi \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L_a} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} * v_a(t); \quad (6)$$

$$y = [0 \quad 0 \quad 1] * \begin{bmatrix} i_a \\ \omega \\ \varphi \end{bmatrix} + [0] * v_a(t); \quad (7)$$

Рассмотренная модель используется в пакете MATLAB в качестве демонстрационного примера, описывающего работу MATLAB по моделированию систем управления в пространстве состояний.

Подвергнув уравнения (4)-(5) преобразованию Лапласа, можно получить передаточную функцию, которая в данном случае имеет вид:

$$G(s) = \frac{\Theta(s)}{V_a(s)} = \frac{K_m}{s[(Js + K_v)(L_a s + R_a) + K_b K_m]}. \quad (8)$$

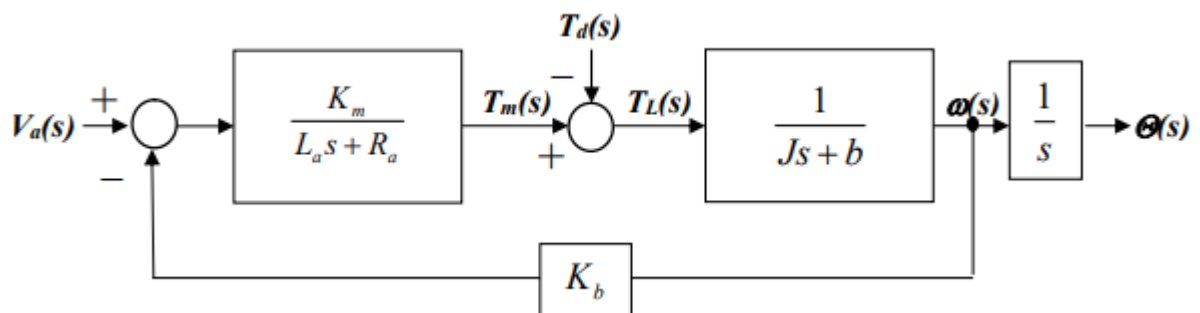


Рисунок 2. Структурная схема двигателя, управляемого по цепи якоря