

Московский государственный технический университет
имени Н. Э. Баумана

Кафедра электротехники и промышленной электроники ФН7

Домашнее задание №1

по курсу «Электротехника и электроника» на тему:

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Вариант №1

Выполнил:

Группа

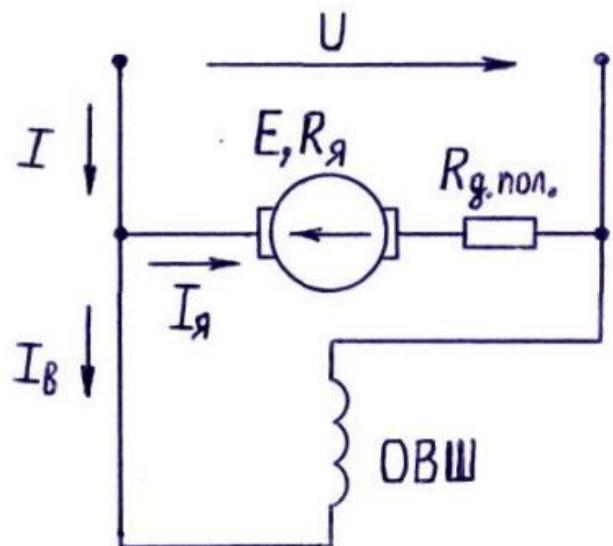
Проверил:

Дата сдачи работы на проверку: 27.09.2021

Москва, 2021

Исходные данные:

Ун:=220 - номинальное напряжение двигателя, В;
Рн:=2400 номинальная мощность двигателя, кВт;
нн:=1500 - номинальная частота вращения ротора, об/мин;
 $\eta:=0.85$ - к.п.д. (при номинальной нагрузке), %
Rя:=0.4 - сопротивление обмотки якоря, Ом;
Rдоб:=0.3 - сопротивление обмотки дополнительных полюсов, Ом;
Rвозд:=45 сопротивление обмотки возбуждения, Ом.
k:=0.5
q1:=0.7
q2:=2
h1:=1.4
h2:=0.45



1) Находим номинальный вращающий момент двигателя:

$$M_H := 9.55 \cdot \frac{P_H}{n_H} = 15.28 \text{ Нм}$$

Номинальная электрическая мощность, потребляемая в сети двигателем

$$P_{1H} := \frac{P_H}{\eta} = 2.824 \times 10^3 \text{ Вт}$$

Номинальный ток двигателя

$$I_H := \frac{P_{1H}}{U_H} = 12.834 \text{ А}$$

Номинальный ток возбуждения:

$$I_{BH} := \frac{U_H}{R_{возб}} = 4.889 \text{ А}$$

Номинальный ток обмотки якоря:

$$I_y := I_H - I_{BH} = 7.945 \text{ А}$$

Найдем постоянные коэффициенты:

$$C_{m\Phi} := \frac{M_H}{I_y} = 1.923 \frac{\text{Нм}}{\text{А}}$$

$$C_{e\Phi} := \frac{[U_H - I_y \cdot (R_y + R_{\text{доб}})]}{n_H} = 0.143 \frac{\text{В}}{\frac{\text{об}}{\text{мин}}}$$

Частота(скорость) вращения в режиме холостого хода:

$$n_0 := \frac{U_H}{C_{e\Phi}} = 1.539 \times 10^3 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Момент сопротивления:

$$M_D := M_H \cdot k = 7.64 \text{ Нм}$$

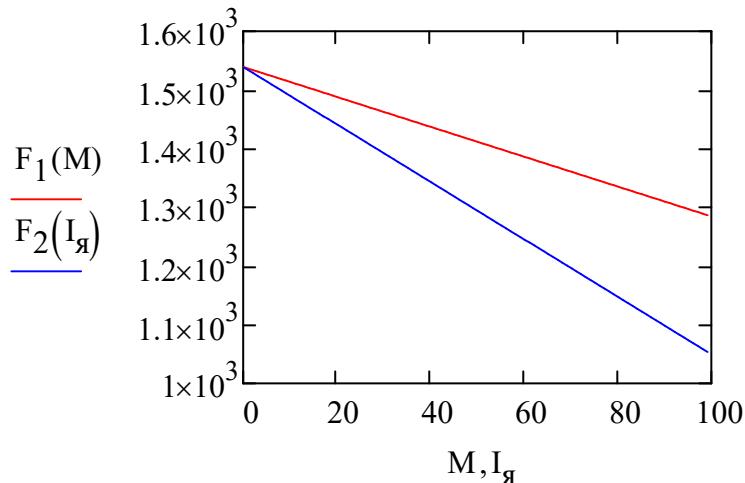
Скорость вращения ДПТ при данном моменте

$$n_D := \frac{U_H}{C_{e\Phi}} - \frac{M_D \cdot (R_y + R_{\text{доб}})}{C_{e\Phi} \cdot C_{m\Phi}} = 1.519 \times 10^3 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

2. Уравнение естественной механической характеристики
естественной электромеханической характеристики

$$F_1(M) := \frac{U_H}{C_{e\Phi}} + \frac{-M \cdot (R_J + R_{\text{доб}})}{C_{e\Phi} \cdot C_{m\Phi}} \quad F_2(I_J) := \frac{U_H}{C_{e\Phi}} + \frac{-I_J \cdot (R_J + R_{\text{доб}})}{C_{e\Phi}}$$

$$M := 0.1 .. 100 \quad I_J := 0.1 .. 100$$



Стартовые обороты

$$n_0 := \frac{U_H}{C_{e\Phi}} = 1.539 \times 10^3 \quad \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Пусковой ток при нулевых боротах

$$I_{J,\text{пуск}} := \frac{U_H}{(R_J + R_{\text{доб}})} = 314.286 \quad \text{А}$$

Пусковой момент

$$M_{\text{пуск}} := C_{m\Phi} \cdot I_{J,\text{пуск}} = 604.416 \quad \text{Н*м}$$

Момент сопротивления на валу двигателя

$$M_D := M_H \cdot k = 7.64 \quad \text{Н*м}$$

Скорость вращения двигателя, соответствующая моменту нагрузки на валу (сопротивления)

$$n_D := \frac{U_H}{C_{e\Phi}} + \frac{-M_D \cdot (R_J + R_{\text{доб}})}{C_{e\Phi} \cdot C_{m\Phi}} = 1.519 \times 10^3 \quad \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

3. Расчет механических характеристик для ДПТ

a) Якорное управление

уменьшение напряжения, приложенного к обмотке якоря

$$U_{H1} := U_H \cdot q_1 = 154 \text{ В}$$

Стартовые обороты

$$n_{01} := \frac{U_{H1}}{C_{e\Phi}} = 1.077 \times 10^3 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

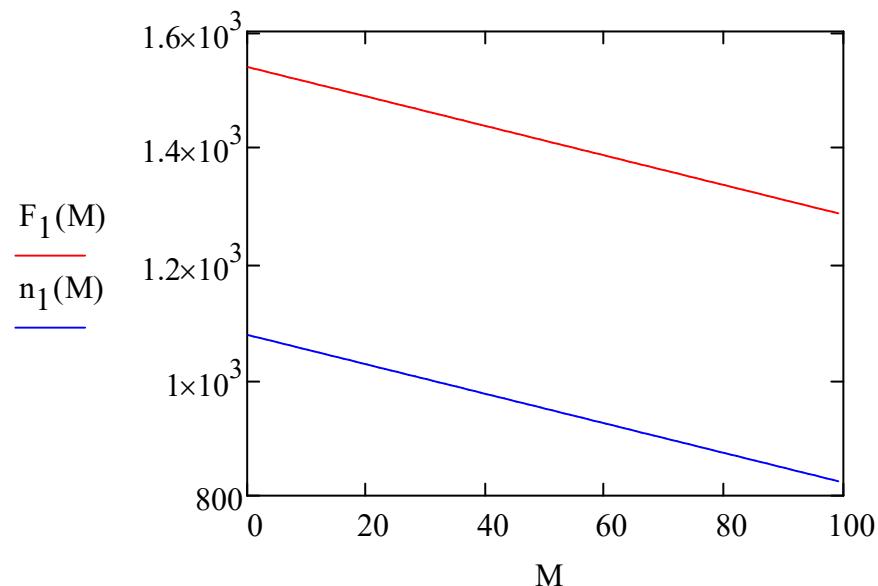
Скорость вращения двигателя, соответствующая моменту нагрузки на валу (сопротивления)

$$n_{D1} := \frac{U_{H1}}{C_{e\Phi}} + \frac{-M_D \cdot (R_{я} + R_{доб})}{C_{e\Phi} \cdot C_{m\Phi}} = 1.058 \times 10^3 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Коэффициент регулирования

$$k_{D1} := \frac{n_{D1}}{n_D} = 0.696$$

$$n_1(M) := \frac{U_{H1}}{C_{e\Phi}} + \frac{-M \cdot (R_{я} + R_{доб})}{C_{e\Phi} \cdot C_{m\Phi}}$$



б) При реостатном регулировании

$$R_{я2} := R_я \cdot q_2 = 0.8 \text{ Ом}$$

Стартовые обороты

$$n_{02} := \frac{U_H}{C_{e\Phi}} = 1.539 \times 10^3 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

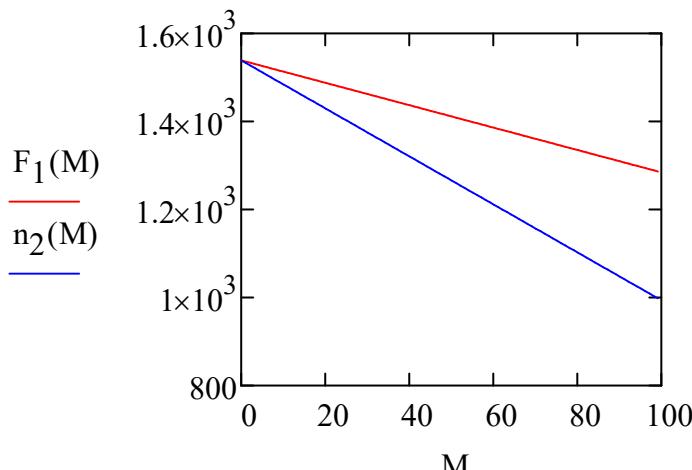
Скорость вращения двигателя

$$n_{D2} := \frac{U_H}{C_{e\Phi}} + \frac{-M_D \cdot (R_{я2} + R_я + R_{доб})}{C_{e\Phi} \cdot C_{m\Phi}} = 1.497 \times 10^3 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Коэффициент регулирования

$$k_{D2} := \frac{n_{D2}}{n_D} = 0.985$$

$$n_2(M) := \frac{U_H}{C_{e\Phi}} + \frac{-M \cdot (R_{я2} + R_я + R_{доб})}{C_{e\Phi} \cdot C_{m\Phi}}$$



в) Полюсное управление

$$n_3(M) := \frac{U_H}{C_{e\Phi} \cdot q_1} + \frac{-M \cdot (R_я + R_{доб})}{C_{e\Phi} \cdot C_{m\Phi} \cdot q_1^2}$$

Стартовые обороты

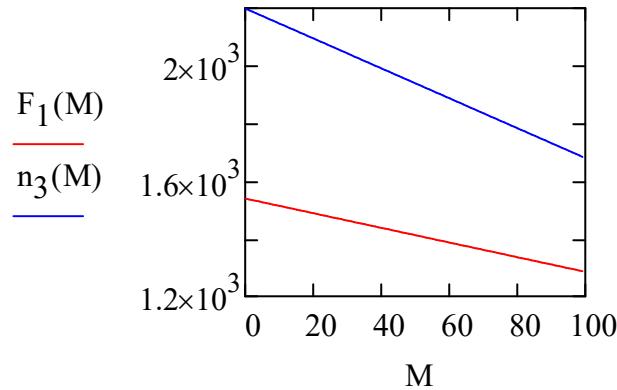
$$n_{03} := \frac{U_H}{C_{e\Phi} \cdot q_1} = 2.198 \times 10^3 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Скорость вращения двигателя

$$n_{D3} := \frac{U_H}{C_{e\Phi} \cdot q_1} + \frac{-M_D \cdot (R_я + R_{доб})}{C_{e\Phi} \cdot C_{m\Phi} \cdot q_1^2} = 2.159 \times 10^3 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Коэффицент регулирования

$$k_{D3} := \frac{n_{D3}}{n_D} = 1.421$$



4. (4.3) Мех. характеристики при торможении противовключением

$$M_t := -M_H \cdot k = -7.64 \quad H^* M$$

$$n_m := n_D = 1.519 \times 10^3$$

$$R_{\text{доб.п}} := \frac{\left(n_m \cdot \frac{U_H}{C_{e\Phi}} \right) \cdot (C_{e\Phi} \cdot C_{m\Phi})}{M_t} + -R_{\text{я}} + -R_{\text{доб}} = -8.415 \times 10^4$$

$$n_m(M) := \frac{M \cdot (R_{\text{доб.п}} + R_{\text{я}} + R_{\text{доб}})}{C_{e\Phi} \cdot C_{m\Phi}} \quad n_{mE}(M) := \frac{M \cdot (R_{\text{я}} + R_{\text{доб}})}{C_{e\Phi} \cdot C_{m\Phi}}$$

