

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: [REDACTED]

Группа [REDACTED]

Проверил: [REDACTED]

Дата сдачи работы на проверку: 27.09.2021

Москва, 2021

Исходные данные:

$U_n := 220$ - номинальное напряжение двигателя, В;

$P_n := 2400$ номинальная мощность двигателя, кВт;

$n_n := 1500$ - номинальная частота вращения ротора, об/мин;

$\eta := 0.85$ - к.п.д. (при номинальной нагрузке), %

$R_{\text{я}} := 0.4$ - сопротивление обмотки якоря, Ом;

$R_{\text{доб}} := 0.3$ - сопротивление обмотки дополнительных полюсов, Ом;

$R_{\text{возб}} := 45$ сопротивление обмотки возбуждения, Ом.

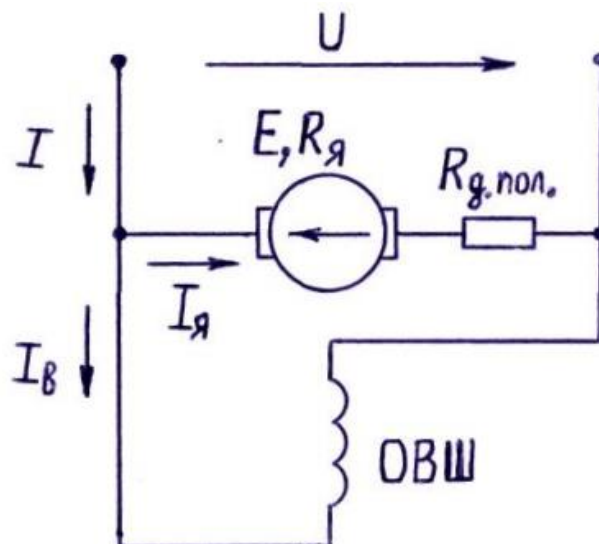
$k := 0.5$

$q_1 := 0.7$

$q_2 := 2$

$h_1 := 1.4$

$h_2 := 0.45$



1) Находим номинальный вращающий момент двигателя:

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

Номинальная электрическая мощность, потребляемая в сети двигателем

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

Номинальный ток двигателя

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

Номинальный ток возбуждения:

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

Номинальный ток обмотки якоря:

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

Найдем постоянные коэффициенты:

$$C_{\text{мФ}} := \frac{M_H}{I_{\text{я}}} = 1.923 \quad \frac{\text{Нм}}{\text{А}}$$
$$C_{\text{еФ}} := \frac{[U_H - I_{\text{я}} \cdot (R_{\text{я}} + R_{\text{доб}})]}{n_H} = 0.143 \quad \frac{\text{В}}{\frac{\text{об}}{\text{мин}}}$$

Частота(скорость) вращения в режиме холостого хода:

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

Момент сопротивления:

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

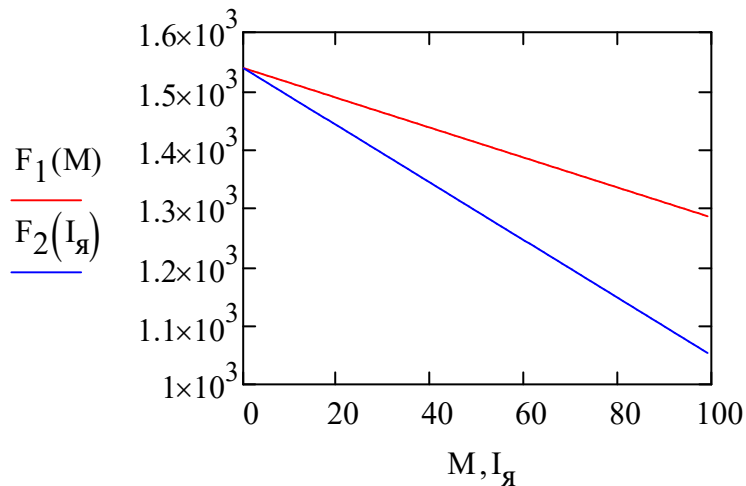
Скорость вращения ДПТ при данном моменте

$$n_D := \frac{U_H}{C_{\text{еФ}}} - \frac{M_D \cdot (R_{\text{я}} + R_{\text{доб}})}{C_{\text{еФ}} \cdot C_{\text{мФ}}} = 1.519 \times 10^3 \quad \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

2. Уравнение естественной механической характеристики
естественной электромеханической характеристики

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

$$M := 0.1 \dots 100 \quad I_{\text{я}} := 0.1 \dots 100$$



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

$$I_{\text{я.пуск}} := \frac{U_H}{(R_{\text{я}} + R_{\text{доб}})} = 314.286 \quad \text{А}$$

Пусковой момент

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

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)

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

3. Расчет механических характеристик для ДПТ

а) Якорное управление

уменьшение напряжения, приложенного к обмотке якоря

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

Стартовые обороты

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

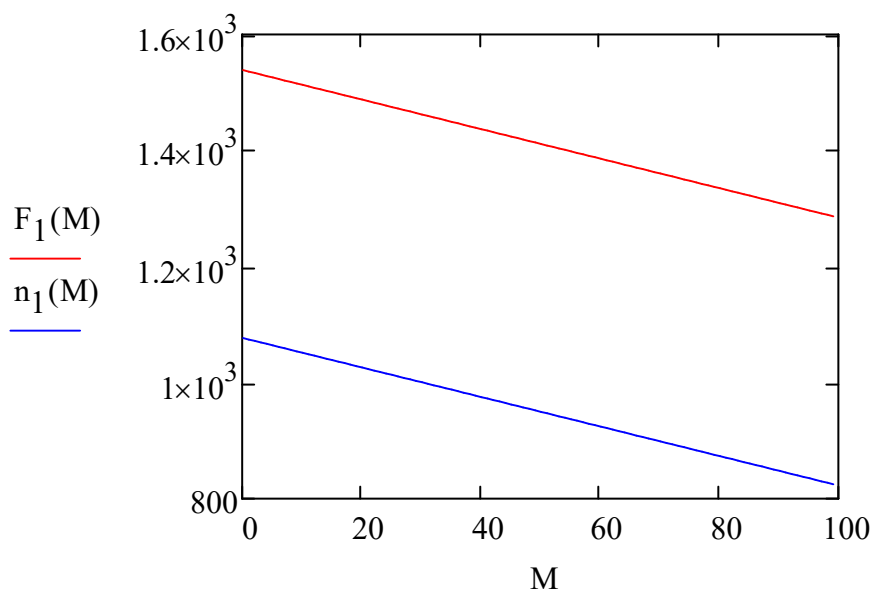
Скорость вращения двигателя, соответствующая моменту нагрузки на валу (сопротивления)

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

Коэффициент регулирования

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

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



б) При реостатном регулировании

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

Стартовые обороты

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

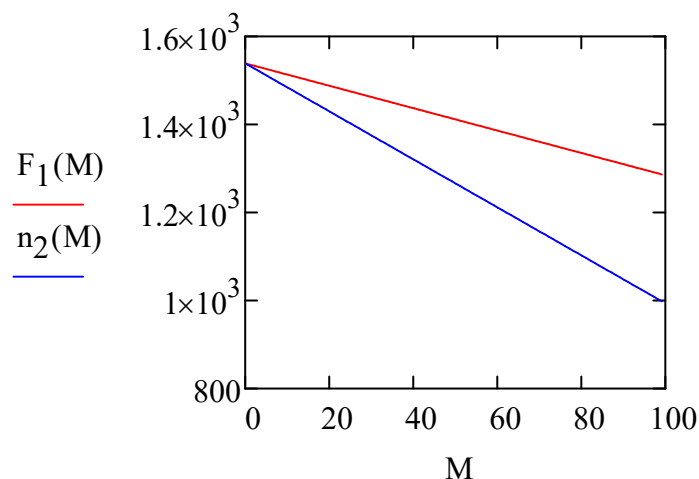
Скорость вращения двигателя

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

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) Полосное 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

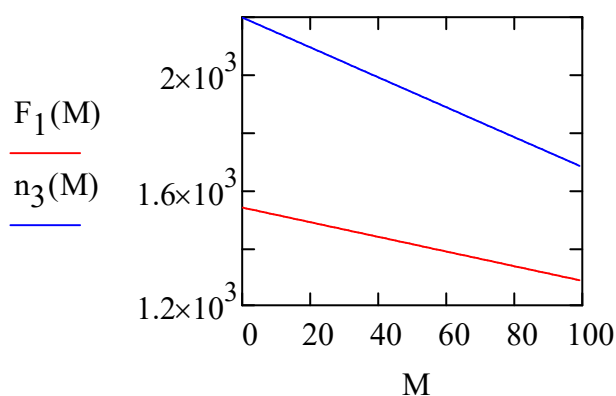
$$n_{03} := \frac{U_H}{C_{e\Phi} \cdot q_1} = 2.198 \times 10^3 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Скорость вращения двигателя

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

Коэффициент регулирования

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



4. (4.3) Мех. характеристики при торможении противовключением

$$M_t := -M_H \cdot k = -7.64 \quad \text{Н}^* \text{М}$$

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

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

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

