

KOLEKTORSKI STROJEVI

Zadaci za auditorne vježbe

K5. Istosmjerni nezavisno uzbuđeni motor za 110 V, 2000 W, ima otpor armature 0,2 Ω.

Kolika struja teče namotom armature:

- a) ako se motor vrti brzinom pri kojoj se inducira napon od 106 V;
- b) u trenutku direktnog priključka mirnog motora na mrežu od 110 V?
- c) Koliko treba dodati otpora u seriju s namotom armature motora da struja u trenutku priključka motora na mrežu od 110 V ne bude veća od 20 A?

IM nezavisno uzbuđen

$$U = 110 \text{ V}$$

$$P = 2000 \text{ W}$$

$$R_a = 0,2 \Omega$$

$U_b = 2 \text{ V}$ – bez obzira na broj četkica, napon na četkicama uvijek je 2 V.

a)

$$E = 106 \text{ V}$$

$$E = U - I_a \cdot R_a - U_b \Rightarrow I_a = \frac{U - E - U_b}{R_a} = 10 \text{ A}$$

b)

$$n = 0 \text{ o/min} \Rightarrow E = k_E \Phi n = 0 \text{ V}$$

$$I = \frac{U - U_b}{R_a} = 540 \text{ A}$$

c)

$$I_k = 20 \text{ A} \rightarrow \text{dozvoljena struja kratkog spoja}$$

$$I_k = \frac{U - U_b}{R_a + R_{ad}} = 20 \text{ A}$$

$$R_a + R_{ad} = \frac{U - U_b}{I_k}$$

$$R_{ad} = 5,4 - R_a = 5,2 \Omega$$

K10. Serijski motor na mreži od 220 V vrti se brzinom od 700 o/min kad je opterećen toliko da uzima struju od 20 A. Motor je nezasićen, otpor svih u seriju spojenih namota je 0,5 Ω, pad napona na svakoj četkici je 1 V. Kolika će biti brzina vrtnje kad motor bude opterećen toliko da uzima struju od 10 A?

IM serijski

$$U = 220 \text{ V}$$

$$n = 700 \text{ o/min}$$

$$I = 20 \text{ A}$$

$$\Phi = k_I \cdot I \text{ nezasićen motor}$$

$$R_{ser} = 0,5 \Omega \text{ (otpor armature + uzbude + \dots)}$$

$$U_b = 2 \text{ V}$$

$$I' = 10 \text{ A}$$

$$E = k_E \cdot \Phi \cdot n$$

$$\Phi = k_I \cdot I$$

$$I_f = I = I_a - \text{kod serijskog motora}$$

$$\Phi' = k_I \cdot I'$$

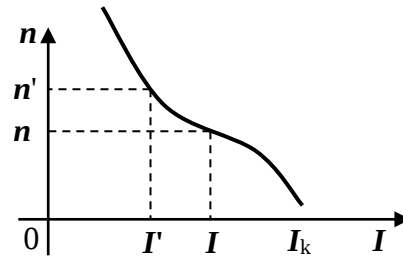
$$E = k_E \cdot k_I \cdot I \cdot n \quad k_{EI} = k_E \cdot k_I$$

$$k_{EI} \cdot I \cdot n = U - I \cdot R_{ser} - U_b$$

$$k_{EI} = \frac{U - I \cdot R_{ser} - U_b}{I \cdot n} = 0,014857 \frac{\text{V}}{\text{A}} \cdot \text{min}$$

$$k_{EI} \cdot I' \cdot n' = U - I' \cdot R_{ser} - U_b$$

$$n = \frac{U - I' \cdot R_{ser} - U_b}{I' \cdot n'} = 1434 \text{ o/min}$$



K11. Poredni istosmjerni motor na mreži od 220 V vrti se, neopterećen, brzinom od 1200 o/min. Pri opterećenju od 100 A i vrti se brzinom od 1040 o/min. Kolik je otpor armature motora? Pad napona na četkicama je 2 V, a reakciju armature treba zanemariti.

IM poredni

$$U = 220 \text{ V}$$

$$n_0 = 1200 \text{ o/min}$$

$$I = 100 \text{ A}$$

$$n = 1040 \text{ o/min}$$

$$R_a = ?$$

$$U_b = 2 \text{ V}$$

$$I_a = I - I_f$$

Uz zanemarenje I_f možemo reći $E \approx U - I_a \cdot R_a - U_b$

$$E = k_E \cdot \Phi \cdot n$$

$$E = U - I_a \cdot R_a - U_b$$

Prazni hod :

$$n_0 = 1200 \text{ o/min}$$

$$E = k_E \cdot \Phi \cdot n_0 = U$$

$$k_E \cdot \Phi = \frac{U}{n_0} = 0,1833 \text{ Vmin}$$

$$E = k_E \cdot \Phi \cdot n$$

$$n = 1040 \text{ o/min}$$

$$E \approx U - I \cdot R_a - U_b$$

$$R_a = \frac{U - E - U_b}{I} = \frac{U - k_E \cdot \Phi \cdot n - U_b}{I} = 0,273 \Omega$$

K12. Istosmjerni stroj s nezavisnom uzбудom priključen je na mrežu od 220 V i u praznom hodu se vrti brzinom od 1460 o/min. Otpor armature je 1,4 Ω , pad napona na četkicama 2 V, a utjecaj reakcije armature na tok je zanemariv.

a) Kojom brzinom treba potjerati stroj da bi u mrežu slao struju od 10 A?

b) Ako ga opteretimo kao motor tako da uzima iz mreže struju od 10 A, kojom će se brzinom vrtjeti?

IS - nezavisna uzbuđa

$$U = 220 \text{ V}$$

$$n_0 = 1460 \text{ o/min}$$

$$R_a = 1,4 \Omega$$

$$U_b = 2 \text{ V}$$

a) Generatorski rad stroja jer daje struju u mrežu!

$$I = 10 \text{ A}$$

$$E = k_E \cdot \Phi \cdot n_0$$

$$E = U$$

$$k_E \cdot \Phi = \frac{U}{n_0} = 0,15068 \text{ Vmin}$$

$$E = U + I_a \cdot R_a + U_b$$

$$I_a = I \quad - \text{ za nezavisno uzbuđen stroj}$$

$$k_E \cdot \Phi \cdot n = U + I_a \cdot R_a + U_b$$

$$n = \frac{U + I_a \cdot R_a + U_b}{k_E \cdot \Phi} = 1566 \text{ o/min}$$

$$n > n_0 \text{ za generator}$$

b) Motorski rad stroja jer uzima struju iz mreže!

$$I' = 10 \text{ A}$$

$$n' = \frac{U - I_a \cdot R_a - U_b}{k_E \cdot \Phi} = 1354 \text{ o/min}$$

$$n' < n_0 \text{ za motor}$$

K15. Istosmjerni serijski motor od 5 kW, 220 V, 26.7 A i 1000 o/min priključen je na istosmjernu mrežu 220 V napona. Pri tome radi na nezasićenom dijelu karakteristike magnetiziranja, a služi za pogon centrifugalnog ventilatora. Motor je potpuno opterećen. Ako napon mreže padne 10 %, potrebno je odrediti:

- brzinu vrtnje ventilatora,
- struju motora ako je stupanja djelovanja nepromijenjen!

IM serijski

$$P_n = 5 \cdot 10^3 \text{ W}$$

$$U_n = 220 \text{ V}$$

$$I_n = 26.7 \text{ A}$$

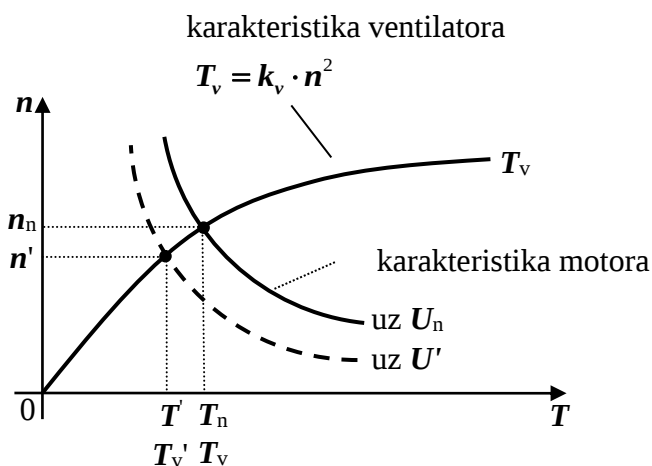
$$n_n = 1000 \text{ o/min}$$

$$\Phi = k_I \cdot I_a \text{ nezasićen motor}$$

$$I_a = I = I_f - \text{serijska uzbuda}$$

$$\Phi = k_I \cdot I$$

$$U' = 0.9 \cdot U_n$$



Inducirani napon:

$$E = k_E \cdot \Phi \cdot n$$

$$E_n = k_E \cdot k_I \cdot I_n \cdot n_n$$

$$E' = k_E \cdot k_I \cdot I' \cdot n'$$

$$\frac{E_n}{E'} = \frac{I_n}{I'} \cdot \frac{n_n}{n'}$$

Uz zanemarenje padova napona u motoru vrijedi:

$$\frac{E_n}{E'} \approx \frac{U_n}{U'}$$

$$\frac{I_n}{I'} = \frac{E_n}{E'} \cdot \frac{n'}{n_n}$$

Momenti motora:

$$T = k_T \cdot \Phi \cdot I = k_T \cdot k_I \cdot I^2$$

$$T_n = k_{TI} \cdot I_n^2$$

$$T' = k_{TI} \cdot I'^2$$

$$\frac{T_n}{T'} = \left(\frac{I_n}{I'} \right)^2$$

$$\frac{T_n}{T'} = \left(\frac{E_n}{E'} \cdot \frac{n'}{n_n} \right)^2 = \left(\frac{U_n}{U'} \cdot \frac{n'}{n_n} \right)^2$$

Momenti ventilatora:

$$T_v = k_v \cdot n^2$$

$$\frac{T_v}{T'} = \left(\frac{n}{n'} \right)^2 = \left(\frac{n_n}{n'} \right)^2$$

U stacionarnom radu moraju momenti motora i ventilatora biti jednaki:

$$T = T_v$$

$$\frac{T_n}{T'} = \frac{T_v}{T'}$$

$$\left(\frac{U_n}{U'} \cdot \frac{n'}{n_n} \right)^2 = \left(\frac{n_n}{n'} \right)^2$$

$$n' = n_n \cdot \sqrt{\frac{U'}{U_n}} = 948,7 \text{ o/min}$$

$$\frac{T_n}{T'} = \frac{T_v}{T'}$$

$$\left(\frac{I_n}{I'} \right)^2 = \left(\frac{n_n}{n'} \right)^2$$

$$I' = I_n \cdot \frac{n'}{n_n} = 25,33 \text{ A}$$

- K16. Istosmjerni poredni motor od 10 kW, 220 V, 52 A i 800 o/min služi za pogon centrifugalnog ventilatora i potpuno je opterećen. Kolika će biti brzina vrtnje motora i koliku će struju uzimati iz mreže (uz nepromijenjeni stupanj djelovanja i uz zanemarenje struje magnetiziranja) ako napon mreže poraste za 10 % kad:
a) motor radi na nezasićenom dijelu karakteristike magnetiziranja,
b) motor radi na sasvim zasićenom dijelu karakteristike magnetiziranja!

IM poredna uzbuda

$$P_n = 10 \cdot 10^3 \text{ W}$$

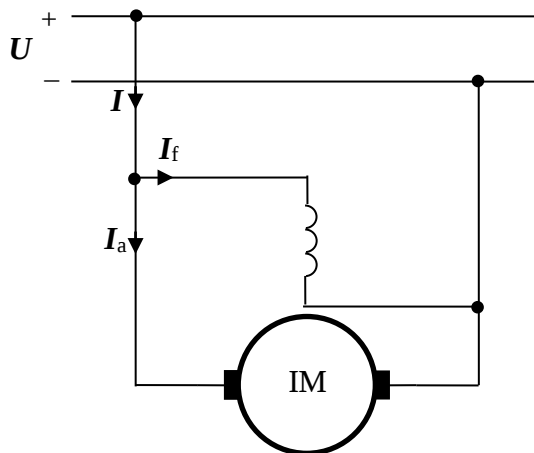
$$U_n = 220 \text{ V}$$

$$I_n = 50 \text{ A}$$

$$n_n = 800 \text{ o/min}$$

$$I_f \ll$$

$$U' = 1,1 \cdot U$$



$$\text{Uz } I_f \ll I \Rightarrow I_a \approx I$$

a)

$$\Phi = k_I \cdot I_f \text{ nezasićen motor}$$

$$\frac{T_v}{T'} = \left(\frac{n_n}{n'} \right)^2 \dots \text{ventilator}$$

Moment motora:

$$T = k_T \Phi I_a$$

$$\frac{T_n}{T'} = \frac{\Phi}{\Phi'} \cdot \frac{I_n}{I'}$$

Uzbudni naponi:

$$U_f = U_n$$

$$U_f' = U'$$

Inducirani naponi:

$$\frac{E}{E'} = \frac{U_n}{U'} = \frac{\Phi}{\Phi'} \cdot \frac{n_n}{n'}$$

Magnetski tok je proporcionalan uzbuđnoj struji, a uzbuđna struja je proporcionalna uzbuđnom naponu:

$$\frac{\Phi}{\Phi'} = \frac{I_f}{I_f'} = \frac{U_n}{U'}$$

Iz omjera induciranih napona slijedi:

$$\begin{aligned}\frac{U_n}{U'} &= \frac{\Phi}{\Phi'} \cdot \frac{n_n}{n'} \\ \frac{U_n}{U'} &= \frac{U_n}{U'} \cdot \frac{n_n}{n'} \\ \frac{n_n}{n'} &= 1 \\ n' &= n_n\end{aligned}\qquad\begin{aligned}\frac{T_n}{T'} &= \frac{T_v}{T_v'} \\ \frac{\Phi}{\Phi'} \cdot \frac{I_n}{I'} &= \left(\frac{n_n}{n'}\right)^2 \\ \frac{U_n}{U'} \cdot \frac{I_n}{I'} &= 1 \\ I' &= I_n \cdot \frac{U_n}{U'} = 47,27 \text{ A}\end{aligned}$$

b)

$\Phi' = \Phi$ - zasićen stroj

$$\frac{E}{E'} = \frac{U_n}{U'} = \frac{\Phi}{\Phi'} \cdot \frac{n_n}{n'}$$

$$\frac{\Phi}{\Phi'} = 1$$

$$\frac{U_n}{U'} = \frac{n_n}{n'} \Rightarrow n' = n_n \cdot \frac{U'}{U_n} = 880 \text{ o/min}$$

$$\frac{\Phi}{\Phi'} = 1$$

$$\frac{T_n}{T'} = \frac{I_n}{I'}$$

$$\frac{T_n}{T'} = \frac{T_v}{T_v'}$$

$$\frac{I_n}{I'} = \left(\frac{n_n}{n'}\right)^2 \Rightarrow I' = I_n \cdot \left(\frac{n'}{n_n}\right)^2 = 62,92 \text{ A}$$