

ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ ЈЕДНОСМЕРНЕ СТРУЈЕ

– ПРЕДРОК - ЈУН 2009 –

Београд 24.5.2009.

1. Нацртати комплетну развијену шему простог двослојног валовитог десног намотаја генератора ЈС са $2p = 4$, $Q = Q_{el} = 13$ и $\alpha = 0,769$.
2. ЈС мотор са независном побудом и намотајем као у претходном задатку али са $Q = 40$ има следеће конструкцијске податке: дужина међугвожђа 1,7 mm, пречник индукта 200 mm, ширина правоугаоних жлебова 6,5 mm, аксијална дужина 100 mm и број проводника индукта 400. Одредити *млс* индуктора ако је контраелектромоторна сила мотора 192 V и ако се магнетни отпор гвожђа може занемарити.
3. За мотор ЈС са подацима из претходног задатка одредити *млс* помоћних полова која је потребна за компензацију попречне реакције индукта која се има када машина ради са $I_n = 50$ A, $I_{pn} = 3,4$ A ако су четкице закренуте за једну колекторску кришку у смеру обртања. Колико износи уздужна реакција индукта и како се она може компензовати?
4. Мотор ЈС са паралелном побудом има следеће номиналне податке: $P_n = 5,4$ kW, $U_n = 220$ V, $I_n = 30$ A, $I_p = 1$ A, $R_a = 0,8$ Ω , $R_p = 220$ Ω , $n_n = 1500$ $^{\circ}/_{min}$. Занемарујући пад напона на четкицама, додатне губитке и реакцију индукта, за константан номиналан напон напајања одредити: а) Корисну снагу при раду са максималним степеном искоришћења снаге; б) Процентуалну промену флукса услед реакције индукта ако је при номиналном оптерећењу мерењем утврђена стварна брзина од 1520 $^{\circ}/_{min}$.
5. Редни мотор ЈС ради са $U = 220$ V, $I = 20$ A, $n = 1500$ $^{\circ}/_{min}$, $R_a + R_p = 1,2$ Ω , оптерећен моментом од 30 Nm који је линеарно сразмеран брзини обртања. Одредити напон и струју мотора при брзини од 2400 $^{\circ}/_{min}$ ако је карактеристика магнећења машине линеарна до струје од 24 A када наступа zasiћење. Сматрати да је $M_{em} \approx M_{op}$.
6. Генератор ЈС са независном побудом има следеће податке: $P_n = 11$ kW, $U_n = 220$ V, $R_a = 0,4$ Ω , $R_p = 110$ Ω , $n_n = 1500$ $^{\circ}/_{min}$. Побудна струја генератора износи $I_{pn} = 2$ A. Колики је напон на крајевима генератора када је преоптерећен за 30 %? На који начин се у овом случају може постићи номинални напон на његовим крајевима?
7. Нацртати шему генератора ЈС са сложеном адитивном побудом за леви смер обртања са ознакама свих крајева и смерова струја.
8. Последице магнетске реакције индукта.
9. Карактеристика празног хода и карактеристика оптерећења генератора ЈС са редном побудом и како се добијају.
10. Начини кочења и реверзирања ЈС мотора са независном побудом.

**Испит траје 165min. Споена = 120. Сваки задатак доноси 12 поена.
Дозвољено је коришћење само једне свеске за рад и концепт.**

Проф. др Радован Љ. Радосављевић

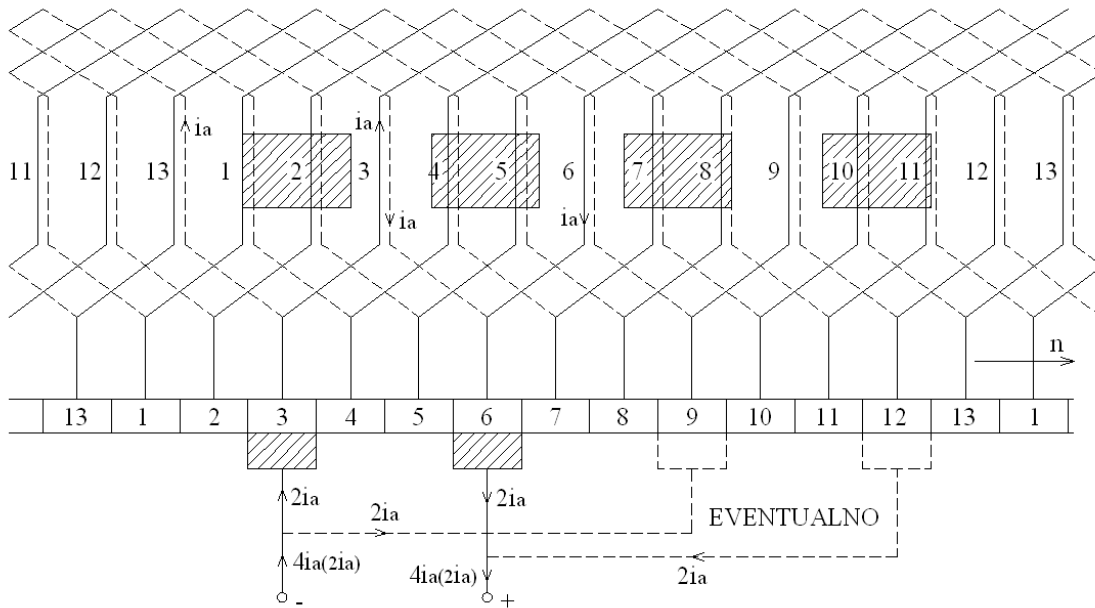
ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ ЈЕДНОСМЕРНЕ СТРУЈЕ
– КОЛОКВИЈУМ - ЈУН 2009 –

Београд 24.05.2009.

РЕШЕЊА

$$1. \quad y_1 = \frac{Q}{2p} \pm \xi = \frac{13}{4} \pm \xi = 4, \quad y = y_k = \frac{Q \pm s}{p} = \frac{13 \pm 1}{2} = 7, \quad y_2 = y_k - y_1 = 7 - 4 = 3$$

$$a = s = 1, \quad b_{pp} = \alpha \cdot \frac{Q}{2p} = 0,769 \cdot \frac{13}{4} = 2,5$$



$$2. \quad E = \frac{Z}{60} \cdot \frac{p}{a} \cdot \Phi_p \cdot n, \quad \Phi_p = \frac{E}{n} \cdot \frac{60}{Z} \cdot \frac{a}{p} = \frac{192}{900} \cdot \frac{60}{400} \cdot \frac{1}{2} = 0,016 \text{ Wb}$$

$$F_p \approx F_\delta = \frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{k_\delta \cdot \delta}{S_p} \cdot \Phi_p, \quad F_p = N_p \cdot I_p$$

$$k_\delta = \frac{t_1 + 10\delta}{b_{z1} + 10\delta}, \quad t_1 = \frac{\pi D_a}{Q} = \frac{\pi \cdot 200}{40} = 15,7 \text{ mm}, \quad b_{z1} = t_1 - b_z = 15,7 - 6,5 = 9,2 \text{ mm}$$

$$k_\delta = \frac{15,7 + 10 \cdot 1,7}{9,2 + 10 \cdot 1,7} = 1,248, \quad \delta' = k_\delta \cdot \delta = 1,248 \cdot 1,7 = 2,12 \text{ mm}$$

$$S_p = \alpha \cdot \frac{\pi D_a}{2p} \cdot L = 0,769 \cdot \frac{\pi \cdot 200}{4} \cdot 100 = 12079 \text{ mm}^2$$

$$F_\delta = \frac{1}{4\pi \cdot 10^{-7}} \cdot \frac{2,12 \cdot 10^{-3}}{12079 \cdot 10^{-6}} \cdot 0,016 = 2235 \text{ Anav / polu}, \quad F_p = 2235 \text{ Anav / polu}$$

$$3. \quad a = s = 1, \quad i_a = \frac{I_n - I_p}{2a} = \frac{50 - 3,4}{2} = 23,3 \text{ A},$$

$$A = \frac{Z \cdot i_a}{\pi \cdot D} = \frac{400 \cdot 23,3}{\pi \cdot 200} = 14,83 \text{ Aprov / mm}, \quad b_k' = b_c = \frac{\pi \cdot D_a}{K} = \frac{\pi \cdot 200}{40} = 15,7 \text{ mm}$$

$$F_{ad} = 2 \cdot b_c \cdot A = 2 \cdot 15,7 \cdot 14,83 = 466 \text{ Anav / paru polova}$$

$$F_{aq} = (\tau - 2b_c) \cdot A = \left(\frac{\pi \cdot D_a}{2p} - 2b_c \right) \cdot A = \left(\frac{\pi \cdot 200}{4} - 2 \cdot 15,7 \right) \cdot 14,83 = 1864 \text{ Anav} / \text{ paru polova}$$

$$F_{kpp} = F_{aq}, \quad N_{gp} = \frac{F_{ad}}{2I_n} = \frac{466}{2 \cdot 50} = 4,66 \approx 5 \text{ nav} / \text{ polu}$$

4. a) $I_a = I_n - I_p = 30 - 1 = 29 \text{ A}$, $P_{em} = UI_a - R_a I_a^2 = 220 \cdot 29 - 0,8 \cdot 29^2 = 5707 \text{ W}$
 $P_0 = (P_{Fe} + P_{fv}) + UI_p = (P_{em} - P) + UI_p = (5707,2 - 5400) + 220 \cdot 1 = 527 \text{ W}$

$$\eta_m : P_0 = P_{Cu} \Rightarrow I_{am} = \sqrt{\frac{P_0}{R_a}} = \sqrt{\frac{527}{0,8}} = 25,7 \text{ A} \Rightarrow I_m = I_{am} + I_p = 26,7 \text{ A}$$

$$P_m = UI_m - 2P_0 = 220 \cdot 26,7 - 2 \cdot 527 = 4,82 \text{ kW}$$

b) za $I_{an} : E = const \Rightarrow \frac{\Phi_0}{\Phi_1} = \frac{n_1}{n_0} = \frac{1520}{1500}$

$$\frac{\Delta\Phi}{\Phi_0} = \frac{(\Phi_1 - \Phi_0)}{\Phi_0} = \frac{1500}{1520} - 1 = -0,013, \quad \frac{\Delta\Phi}{\Phi_0} \cdot 100 = -1,33\%$$

5. $k_{op} = \frac{M_{op}}{n} = \frac{30}{1500} = 0,02 \frac{\text{Nm}}{\text{o/min}}$, $M_{op1} = 0,02 \cdot 2400 = 48 \text{ Nm}$, $M_{em} \approx M_{op}$

$$\left. \begin{array}{l} M_{em} = kI^2 \\ M_{em1} = kI_1^2 \end{array} \right\} \Rightarrow I_1 = I \sqrt{\frac{M_{em1}}{M_{em}}} = 20 \sqrt{\frac{48}{30}} = 25,3 \text{ A} > 24 \text{ A} \Rightarrow \text{motor zasicen}$$

$$M_{em} = k\Phi I \Rightarrow k\Phi = \frac{M_{em}}{I} = \frac{30}{20} = 1,5$$

$$k\Phi_z = k\Phi \frac{I_z}{I} = 1,5 \cdot \frac{24}{20} = 1,8 \Rightarrow I_1 = \frac{M_{em1}}{k\Phi_z} = \frac{48}{1,8} = 26,7 \text{ A}$$

$$E_1 = k \cdot \Phi_z \cdot n_1 \cdot \frac{\pi}{30} = 452,4 \text{ V} \Rightarrow U_1 = E_1 + (R_a + R_p) \cdot I_1 = 452,4 + 1,2 \cdot 26,7 = 484,4 \text{ V}$$

6. $I_n = \frac{P_n}{U_n} = \frac{11000}{220} = 50 \text{ A}$, $E_n = U_n + R_a I_{an} = 220 + 0,4 \cdot 50 = 240 \text{ V}$

$$U_1 = E_n - 1,3 \cdot R_a \cdot I_n = 240 - 1,3 \cdot 0,4 \cdot 50 = 214 \text{ V}$$

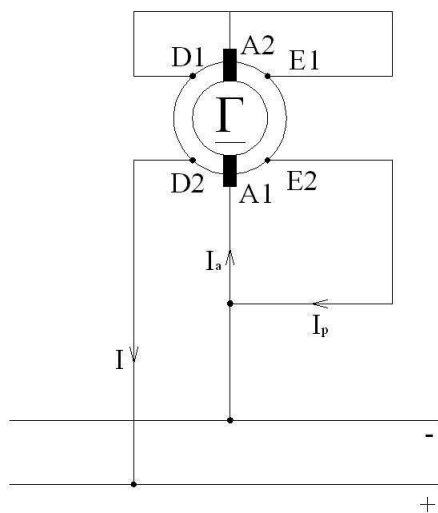
$$E_1 = U_n + 1,2 \cdot R_a \cdot I_n = 220 + 1,3 \cdot 0,4 \cdot 50 = 246 \text{ V}$$

повећањем брзине: $\frac{E_1}{E_n} = \frac{n_1}{n_n} \Rightarrow n_1 = 1500 \cdot \frac{246}{240} = 1538 \text{ o/min}$

повећањем побудне струје:

$$\frac{\Phi_1}{\Phi_n} = \frac{I_{p1}}{I_{pn}} = \frac{E_1}{E_n} \Rightarrow I_{p1} = 2 \cdot \frac{246}{240} = 2,05 \text{ A}$$

7. Једно од решења дато је на следећој слици:



8, 9 и 10 - теорија