מכונות חשמל והנע לטכנאים

פתרון מבחן 93619 ,97163 קיץ תשפ״ה – 2025 – מועד א׳

שאלה 1:

א.

$$Pconv = E \cdot Ia = 225 \cdot 50 = 11250W$$
$$Pin = V \cdot Ia = 240 \cdot 50 = 12000W$$
$$Pcu = Ia^2 \cdot Ra = 50^2 \cdot 0.3 = 750W$$
$$\eta = Pmech / Pin = 11250 / 12000 = 93.75\%$$

ב.

$$\omega = 2\pi \cdot n / 50 = 2\pi \cdot 1200 / 60 = 125.66 rad / s$$
$$T = Pmech / \omega = 11250 / 125.66 = 89.54 Nm$$

ג.

כאשר העומס המכני על מנוע DC בעירור זר גדל באופן פתאומי, המהירות של המנוע יורדת מעט בתחילה. הירידה במהירות גורמת לירידה בכא״מ מכיוון שהכא״מ פרופורציונלי למהירות הסיבוב.

כתוצאה מהירידה בכא״מ, ההפרש בין מתח ההזנה לכא״מ גדל. זה גורם לעלייה בזרם העוגן.

העלייה בזרם העוגן גורמת לעלייה במומנט המגנטי של המנוע שמאזן את העומס החדש. המנוע מתייצב במהירות חדשה, מעט איטית יותר, שבה המומנט המתפתח שווה למומנט העומס.

שאלה 2:

א.

$$S = P/\ pf = 6.5M\ /\ 0.9 = 7.22MVA$$
$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = 7.22^2 - 6.5^2 = 3.15MVAR$$

ב.

$$Vph = 6600\ /\ \sqrt{3} = 3810.5V$$
$$I_L = \frac{S}{\sqrt{3}V_L} = \frac{7.22M}{\sqrt{3}\cdot 6600} = 631.5A = Iph$$

ג.

$$I = 631.5\angle -25.84\circ, A$$
$$E_A = Vph + I \cdot Zs = 3810.5 + 631.5\angle -25.84° * (0.1 + j1.8) = 4474.91\angle 12\circ, V$$

ד.

$$E_{Anew} = 1.2 \cdot 4474.91 = 5369.89V$$
$$Vtnew = E_{Anew} - \Delta V = 5369.89 - 631.5\angle -25.84° * (0.1 + j1.8) = 4919.4V$$

שאלה 3:

א.

$$n_s = 120 \cdot f\ /\ p = 120 \cdot 50/\ 4 = 1500rpm$$
$$\omega_s = 2\pi \cdot n_s / 60 = 2\pi \cdot 1500/\ 60 = 157.1rad/s$$
$$n_r = n_s(1 - s) = 1500 \cdot (1 - 0.03) = 1455rpm$$

ב.

$$Pgap = \frac{Pout}{1 - s} = 30,000\ /\ 0.97 = 30928.8W$$
$$Pcu_2 = s \cdot Pgap = 0.03 \cdot 30928 = 927.8W$$

ג.

$$Z_2' = R_2'/\ s + jX_2' = 0.2\ /\ 0.03 + j0.7 = 6.67 + j0.7, \Omega$$
$$Pgap = 3 \cdot I_2^{\,2} \cdot \frac{R_2'}{s}$$
$$I_2 = \sqrt{\frac{Pgap}{3 \cdot (R_2'/\ s)}} = \sqrt{\frac{30928.8}{3 \cdot (0.2\ /\ 0.03)}} = 39.3A$$

שאלה 4:

א.

$$\frac{S_T}{S_{n1}/U_{k1}+S_{n2}/U_{k2}+S_{n3}/U_{k3}}=\frac{850}{300/3+350/4+200/3.5}=3.47$$

$$S_1=\frac{3.47}{3}*300=347kVA, S_2=\frac{3.47}{4}*350=303.6kVA, S_3=\frac{3.47}{3.5}*200=198.28kVA$$

ב. שנאי 1 מעמוס מעל ההספק הנקוב שלו.

ג.

משנה דרגות הוא מנגנון בשנאי שמאפשר שינוי במספר הליפופים הפעילים בליפוף הראשוני (ולפעמים גם במשני), במטרה להתאים את מתח היציאה של השנאי לתנאי העומס או הרשת.

שאלה 5:

א.

$$I_{load}=P_{load}/V=18000/250=72A$$
$$If=250/100=2.5A$$
$$I_A=72+2.5=74.5A$$
$$Pcu=I_A^2\cdot R_A+I_F^2\cdot RF=72^2\cdot 0.15+2.5^2*100=1457W$$

ב.

$$Eg=V+I_{load}\cdot Rtotal=250+74.5\cdot 0.15=250+18=261V$$

ג.

$$I_{L_new}=0.5\cdot 72=36A$$
$$I_{A_new}=36+2.5=38.5A$$
$$V=Eg-\Delta V=261-38.5\cdot 0.15=255V$$

<u>שאלה 6:</u>

א.

$$I_{load} = P/(V \cdot pf) = 4200/(105 \cdot 0.85) = 47.05A$$

ב.

$$I_2^{'} = 47.05/2 = 23.52A$$
$$Pcu = I_{load}^2 \cdot Req = 23.52^2 \cdot 0.45 = 248.9W$$
$$Pin = Pload + Pcu + Pcore = 4200 + 248.9 + 80 = 4528.9W$$
$$\eta = Pload/Pin = 4200/4528.9 = 92.7\%$$

ג.

$$S_{load} = P/pf = 4200/0.85 = 4941VA$$

העומס הנקוב הוא 6kVA ולכן השנאי לא מועמס מעל המותר.

ד.

- **ONAN (Oil Natural Air Natural)**

החום מועבר מהליפופים לשמן, ומהשמן לדפנות המיכל ומשם לאוויר – באופן טבעי

- **ONAF (Oil Natural Air Forced)**

החום מתפזר לשמן באופן טבעי, והאוויר מקורר ע"י מאווררים חיצוניים

- **OFAF (Oil Forced Air Forced)**

משאבות שמן ומאווררי אוויר מזרזים את פיזור החום

- **OFWF (Oil Forced Water Forced)**

משאבות שמן ומחליף חום מים לקירור בשנאים גדולים במיוחד (כמו בתחנות כו')