

ĐỀ THI (cuối học kỳ)

Môn thi: **BIẾN ĐỔI NĂNG LƯỢNG ĐIỆN CƠ**

Ngày thi: **02/06/2013.**

Thời gian thi: **90 phút.**

Ký tên

(Sinh viên được phép sử dụng tài liệu riêng của mình)

Họ & tên SV:

MSSV:

Bài 1. Một máy phát điện đồng bộ 3 pha, **50 kVA**, nối **Y**, **50 Hz**, **440 V**, **4** cực, có điện kháng đồng bộ là **1,2 Ω /pha**. Dòng điện kích từ được điều chỉnh sao cho điện áp đầu cực của máy khi không tải là **480 V**. Bỏ qua điện trở dây quấn phần ứng. Hãy xác định:

- a) Tốc độ quay của máy phát (tính bằng vòng/phút). (1 đ)
- b) Điện áp đầu cực của máy phát nếu máy cung cấp dòng điện định mức cho tải có hệ số công suất là **0,8** trễ. (1 đ)
- c) Độ thay đổi điện áp của máy phát nếu một bộ tụ điện 3 pha có công suất là **60 kVAr** được mắc song song với tải ở câu b). (1 đ)

Bài 2. Một động cơ không đồng bộ 3 pha, **22 kW**, nối **Y**, **50 Hz**, **400 V**, **4** cực, có các tham số của mạch tương đương một pha **chính xác** như sau: $R_a = 0,2 \Omega$; $x_{ls} = 0,6 \Omega$; $x'_{lr} = 0,25 \Omega$; $x_M = 25 \Omega$; $R'_r = 0,12 \Omega$. Tổng tổn hao do ma sát và lõi thép là **990 W** và được coi là không đổi trong các câu a) và b) dưới đây.

- a) Ở độ trượt $s = 0,03$, xác định tốc độ của động cơ, mômen hữu ích đầu trục, và hệ số công suất ngõ vào. (1,5 đ)
- b) Xác định tốc độ định mức, mômen định mức và hiệu suất định mức của động cơ. Biết công suất điện từ khi đó là **23459 W**. (1,5 đ)
- c) Xác định tốc độ ứng với mômen điện từ cực đại, và giá trị mômen cực đại đó. (1 đ)

Bài 3. Một máy điện DC kích từ độc lập có dòng điện kích từ được điều chỉnh sao cho điện áp hở mạch do máy phát ra ứng với tốc độ **3000** vòng/phút là **220 V**. Máy có điện trở phần ứng $R_a = 0,5 \Omega$, và dòng điện kích từ được giữ nguyên ở giá trị nói trên trong các điều kiện vận hành dưới đây.

- a) Đặt điện áp **200 V** vào mạch phần ứng và động cơ mang tải sao cho dòng điện phần ứng là **30 A**, xác định tốc độ động cơ và mômen cơ được tạo ra. (1 đ)
- b) Đặt điện áp **100 V** vào mạch phần ứng và tải của động cơ được điều chỉnh sao cho dòng điện phần ứng là **40 A**, xác định tốc độ động cơ và mômen cơ được tạo ra. (1 đ)
- c) Với điện áp **200 V** đặt vào mạch phần ứng, xác định dòng điện (phần ứng) mở máy lý thuyết. Đề xuất **các** giải pháp để có dòng điện mở máy bằng **40 A**. (1 đ)

HẾT

Bài 1:

$$a) n = \frac{60f}{p} = 1500 \text{ vòng/phút (1 đ)}$$

$$b) I_{adm} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3}V_{dm}} = \frac{50000}{\sqrt{3}(440)} = 65,61 \text{ A}$$

Khi không tải, điện áp đầu cực có giá trị bằng với điện áp cảm ứng (giá trị dây), tức là $E_{a(L-L)} = 480 \text{ V}$

Dựa vào giản đồ vector, có thể suy ra công thức tính điện áp pha dưới đây

$$V_a = \sqrt{E_a^2 - (x_s I_{adm} \cos(\theta))^2} - x_s I_{adm} \sin(\theta) = \sqrt{480^2 / 3 - (62,99)^2} - 47,24 = 222,6 \text{ V}$$

Điện áp dây tương ứng là 385,6 V. (1 đ)

c) Công suất của tải trước khi mắc bộ tụ = 40 + j30 kVA

Sau khi mắc thêm bộ tụ, tổng công suất của tải sẽ là 40 + j30 - j60 = 40 - j30 kVA (Tải có hệ số công suất thay đổi từ tính cảm sang tính dung).

Có thể thấy, công suất biểu kiến của tải vẫn không đổi, suy ra dòng điện phản ứng của máy phát vẫn có giá trị như ở câu b).

Vẽ lại giản đồ vector cho trường hợp hệ số công suất 0,8 sớm, có thể suy ra công thức tính điện áp pha

$$V_a = \sqrt{E_a^2 - (x_s I_{adm} \cos(\theta))^2} + x_s I_{adm} \sin(\theta) = \sqrt{480^2 / 3 - (62,99)^2} + 47,24 = 317,1 \text{ V}$$

Điện áp dây tương ứng là 549,3 V! Có thể thấy việc bù công suất phản kháng quá mức có khả năng gây nguy hiểm cho tải. (0,5 đ)

Độ thay đổi điện áp:

$$\Delta V\% = \frac{480 - 549,3}{549,3} \times 100\% = -12,62\% \quad (0,5 \text{ đ})$$

Bài 2:

Nguồn Thevenin một pha tương đương

$$\bar{V}_{th} = \bar{V}_a \frac{jx_M}{R_a + j(x_{ls} + x_M)} = \frac{400}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ \frac{j25}{0,2 + j(0,6 + 25)} = 225,5 \angle 0,4476^\circ \text{ V}$$

$$Z_{th} = \frac{(R_a + jx_{ls})jx_M}{R_a + j(x_{ls} + x_M)} = 0,1907 + j0,5874 \Omega$$

a) Tốc độ của động cơ:

$$n = (1 - s)n_s = (1 - s) \frac{60f}{p} = 1455 \text{ vòng/phút (0,5 đ)}$$

$$\bar{I}'_r = \frac{\bar{V}_{th}}{Z_{th} + \frac{R'_r}{s} + jx'_{lr}} = 52,77 \angle -10,85^\circ \text{ A}$$

$$P_m = (1 - s)3 \frac{R'_r}{s} (I'_r)^2 = 32415 \text{ W}$$

$$P_2 = P_m - (P_{rot} + P_i) = 31425 \text{ W}$$

$$\text{Mômen hữu ích đầu trục: } T_2 = \frac{P_2}{2\pi n / 60} = 206,2 \text{ N.m (0,5 đ)}$$

$$\text{Điện áp trên hai đầu nhánh từ hóa: } \bar{V}_{ab} = \left(\frac{R'_r}{s} + jx'_{lr} \right) \bar{I}'_r = 211,5 \angle -7,277^\circ \text{ V}$$

$$\text{Dòng điện ngõ vào: } \bar{I}_a = \frac{\bar{V}_{ab}}{jx_M} + \bar{I}'_r = 53,96 \angle -19,85^\circ \text{ A}$$

$$\text{Hệ số công suất ngõ vào: } PF = \cos(19,85^\circ) = 0,94 \text{ trễ (0,5 đ)}$$

b) Ở chế độ làm việc định mức, công suất cơ đầu trục là 22 kW. Nếu công suất điện từ đã biết, ta có $23459(1 - s_{dm}) = P_{2dm} + (P_{rot} + P_i) = 22000 + 990$

$$\text{Suy ra: } s_{dm} = 0,02$$

Tốc độ của động cơ lúc này: $n_{dm} = (1 - s_{dm})n_s = 1470$ vòng/phút (0,5 đ)

Mômen định mức: $T_{2dm} = \frac{P_{2dm}}{2\pi n_{dm} / 60} = 142,9$ N.m (0,5 đ)

$$\bar{I}_a = \frac{\bar{V}_a}{(R_a + jx_{ls}) + \frac{\left(\frac{R'_r}{s_{dm}} + jx'_{lr}\right)(jx_M)}{\left(\frac{R'_r}{s_{dm}} + jx'_{lr} + jx_M\right)}} = 37,46 \angle -20,63^\circ \text{ A}$$

$$P_{1dm} = 3R_a(I_a)^2 + P_{agdm} = 24301 \text{ W}$$

Hiệu suất định mức: $\eta_{dm} = \frac{P_{2dm}}{P_{1dm}} = 0,9049 = 90,5\%$ (0,5 đ)

$$c) s_{mT} = \frac{R'_r}{\sqrt{\text{Re}(Z_{th})^2 + (x'_{lr} + \text{Im}(Z_{th}))^2}} = 0,1397$$

$$n_{\max T} = (1 - s_{mT})n_s = 1290 \text{ vòng/phút (0,5 đ)}$$

$$T_{\max}^e = \frac{P}{(2\pi f) \left(\frac{R'_r}{s_{mT}} + \text{Re}(Z_{th})\right)^2 + (x'_{lr} + \text{Im}(Z_{th}))^2} = 462,7 \text{ N.m (0,5 đ)}$$

Bài 3:

$$(GI_f) \frac{2\pi n}{60} = 220 \text{ V, suy ra } (GI_f) = 0,7003 \text{ H}$$

a) Ta có: $V_a = (GI_f)\omega_{m1} + R_a I_a$ hay $200 = (GI_f)\omega_{m1} + 0,5(30)$

Tốc độ của động cơ: $\omega_{m1} = \frac{200 - 15}{0,7003} = 264,2 \text{ rad/s (0,5 đ)}$

$$\text{Hay } n_1 = \frac{\omega_{m1}(60)}{2\pi} = 2523 \text{ vòng/phút}$$

Mômen cơ được tạo ra:

$$T_1^e = (GI_f)I_a = 21 \text{ N.m (0,5 đ)}$$

b) Tương tự như câu a), ta có:

$$\omega_{m2} = \frac{100 - 20}{0,7003} = 114,2 \text{ rad/s (0,5 đ)}$$

$$\text{Hay } n_2 = \frac{\omega_{m2}(60)}{2\pi} = 1091 \text{ vòng/phút}$$

Mômen cơ được tạo ra:

$$T_1^e = (GI_f)I_a = 28 \text{ N.m (0,5 đ)}$$

c) Dòng điện (phản ứng) mở máy lý thuyết:

$$I_{amm} = \frac{V_{amm}}{R_{amm}} = \frac{200}{0,5} = 400 \text{ A (0,5 đ)}$$

Để giảm giá trị này xuống còn 40 A (tức là giảm đi 10 lần), ta có thể giảm điện áp đặt vào phản ứng 10 lần, hoặc tăng điện trở mạch phản ứng khi mở máy lên 10 lần (thêm $4,5 \Omega$ vào mạch phản ứng khi mở máy), hoặc kết hợp cả hai biện pháp trên. (0,5 đ)