

**ĐỀ THI GIỮA HỌC KỲ 2, NĂM HỌC 2013-2014.**  
**MÔN THI: MÁY ĐIỆN.**  
*Sinh viên chỉ được sử dụng tài liệu là một tờ A4 viết tay.*  
*Thời gian: 65 phút*

---

**Câu 1. Máy biến áp**

Cho một máy biến áp ba pha được thiết kế theo quyết định số 1094EVN/ĐL2.4, có tổ đấu dây  $\Delta/Y_0-11$ , cấp điện áp 22/0.4kV, công suất biểu kiến định mức 100kVA. Các thí nghiệm không tải và ngắn mạch đều được đo đặc phía cao áp có các thông số sau:

- Thử nghiệm không tải:
    - o Tồn hao không tải:  $P_0=205W$
    - o Dòng điện không tải phần trăm:  $i_0\%=2\%$ .
  - Thử nghiệm ngắn mạch:
    - o Tồn hao ngắn mạch: 1258W
    - o Điện áp ngắn mạch phần trăm:  $u_N\%=5\%$ .
- a) Tính các thông số và vẽ mạch tương đương một pha gần đúng (mạch hình  $\Gamma$ ) của máy biến áp quy về sơ cấp. (1 điểm)
- b) Cấp nguồn phía sơ cấp 22kV, tính công suất tải cần thiết mà máy biến áp phải cung cấp, sao cho điện áp phía thứ cấp là 380V. Biết rằng hệ số công suất của tải là 0,8 trễ. (2 điểm)
- c) Trong trường hợp Câu b), hãy tính tổn hao đồng và tổn hao sắt từ trong máy biến áp. Từ đó tính hiệu suất của máy biến áp trên. (2 điểm)

*Gợi ý: Sinh viên được phép dùng công thức gần đúng bên dưới (với  $\beta$  là hệ số tải)*

$$\% \Delta V = \beta (u_{nr} \% \cos(\theta_2) + u_{nx} \% \sin(\theta_2)) \times 100\%$$

```
clc
clear
P0 = 205;
Pn = 1258;
Sdm = 100000;
U1dm = 22000;
U2dmd = 400;
%cau a
I1dmd = Sdm/(sqrt(3)*U1dm)
I1dmf = I1dmd/sqrt(3)
I10f=0.02*I1dmf
U1n = 0.05*U1dm

P0f = P0/3
Pnf=Pn/3

R1c = U1dm^2/P0f
Ir = U1dm/R1c
Ix = sqrt(I10f^2 - Ir^2)
X1m = U1dm/Ix

R1n = Pnf/I1dmf^2
Z1n = U1n/I1dmf
X1n = sqrt(Z1n^2-R1n^2)
%cau b
U2 =380;
cos_phi2 = 0.8;
d_U = 100*(U2dmd-U2)/U2dmd
sin_phi2 = sqrt(1- cos_phi2^2)
Unr = 100*I1dmf*R1n/U1dm
Unx = 100*I1dmf*X1n/U1dm
beta = d_U/(Unr*cos_phi2 + Unx*sin_phi2)
S2 = beta*Sdm
```

```

%cau c
P2 = S2*cos_phi2
Pcu = beta^2*Pn
Pfe = P0
eff = 100*P2/(P2+Pcu + Pfe)

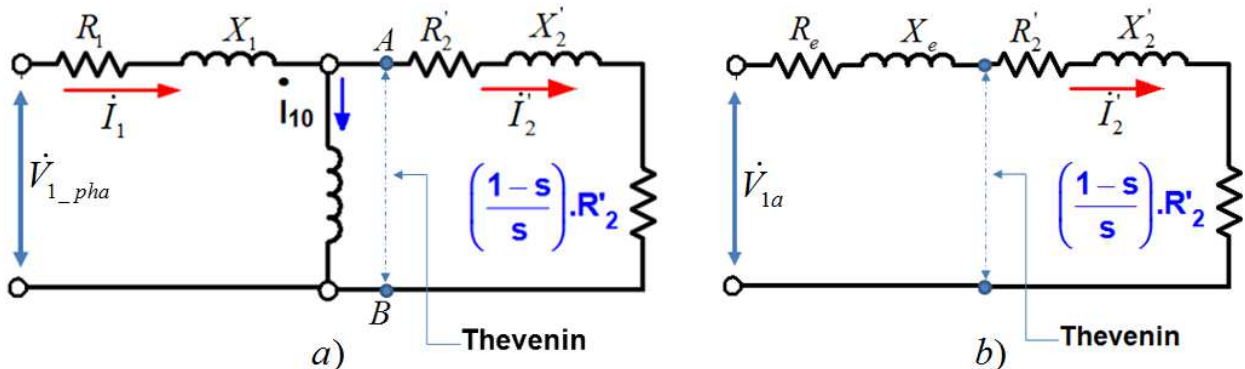
```

- a) Các giá trị của sơ đồ tương đương:
- Điện trở nhánh từ hóa:  $R_{1c} = 7.0829e+006$  (Ohms)
  - Điện kháng nhánh từ hóa:  $X_{1m} = 7.2984e+005$  (Ohms)
  - Điện trở ngắn mạch:  $R_{1n} = 182.6616$  (Ohms)
  - Điện kháng ngắn mạch:  $X_{1n} = 702.6455$  (Ohms)
- b) Công suất tải:  $S_2 = 1.2788e+005$  (VA)
- c) Tổn hao và hiệu suất
- Tổn hao đồng:  $P_{cu} = 2.0573e+003$  (W)
  - Tổn hao sắt:  $P_{fe} = 205$  (W)
  - Hiệu suất:  $eff\% = 97.8365\%$

## Câu 2. Máy điện không đồng bộ

Cho một động cơ không đồng bộ 3 pha 275kW, 600V, sáu cực, 50Hz, tốc độ định mức 966 vòng/phút, có các thông số sau (tính bằng Ohms/pha, đã quy đổi về stator, có sơ đồ tương đương 1 pha như Hình 1a)):

$R_1 = 0,0139$ ,  $R'_2 = 0,036$ ,  $X_1 = 0,129$ ,  $X'_2 = 0,125$ ,  $X_m = 4,33$ , bỏ qua tổn hao sắt từ.



Hình 1. a) Sơ đồ tương đương 1 pha của Động cơ không đồng bộ; b) Sơ đồ thay thế Thevenin của Động cơ không đồng bộ

- a) Xác định tần số dòng điện trong rotor, và giá trị dòng điện chạy trong dây quấn stator khi động cơ vận hành ở chế độ định mức. (1 điểm)
- Sử dụng động cơ trên để kéo một máy bơm nước, cánh quạt và hệ truyền động được thiết kế sao cho ở mọi trạng thái hoạt động (kể cả trạng thái định mức) công suất tỉ lệ bậc 3 với tốc độ ( $P_2 = \alpha n^3$ ), cho tổn hao do ma sát và quạt gió cũng tỉ lệ bậc 3 với tốc độ ( $P_{mq} = \beta n^3$ ).
- b) Tính các thông số của mạch tương đương một pha như Hình 1b) (thay thế Thevenin nhìn từ hai điểm AB). (1 điểm)
- c) Xác định công suất điện từ truyền từ stator vào rotor của động cơ khi động cơ vận hành ở chế độ định mức và các hệ số  $\alpha$ ,  $\beta$ . (1,5 điểm)
- d) Thay đổi điện áp đặt vào động cơ (giữ nguyên tần số 50Hz) sao cho động cơ làm việc ở moment điện từ cực đại (độ trượt đạt giá trị tới hạn) khi kéo tải bơm nước như trên. Tính giá trị điện áp đặt vào động cơ. (1.5 điểm)

Đáp án:

- a. Hệ số trượt định mức.

$$\circ s_{dm} = \frac{n_1 - n}{n_1} \Big|_{n_1 = \frac{60f_1}{p} = 1000 \text{ v/p}} = \frac{1000 - 966}{1000} = 0.034$$

- Tần số dòng điện rotor

$$\circ f_2 = s_{dm} f_1 = 0.034 \times 50 = 1.7 \text{ Hz} \quad (0,5 \text{ đ})$$

- Tổng trở tương đương nhìn từ stator

$$\circ Z_{td} = R_1 + jX_1 + \frac{\left( \frac{R_2'}{s_{dm}} + jX_2' \right) jX_m}{\frac{R_2'}{s_{dm}} + jX_2' + jX_m} = 0.9607 + j0.4755 \text{ (Ohms)}$$

- Dòng điện định mức cấp vào stator

$$\circ I_{dm} = \frac{U_{1\_pha}}{Z_{td}} = \frac{600}{0.9607 + j0.4755} = 289.63 - j143.36 \text{ A}$$

$$\circ \Rightarrow I_{dm} = 323.173 \text{ (A)} \quad (0,5 \text{ đ})$$

b. Sơ đồ tương đương Thevenin

- Tổng trở tương đương

$$\circ Z_e = R_e + jX_e = \frac{(R_1 + jL_1) jX_m}{R_1 + jL_1 + jX_m} = 0.0131 + j0.1253 \text{ (Ohms)} \quad (0,5 \text{ đ})$$

- Điện áp tương đương (chọn  $U_{1\_pha}$  làm gốc tọa độ)

$$\circ \dot{U}_{1a} = U_{1\_pha} \frac{jX_m}{R_1 + jL_1 + jX_m} = 336.39 + j1.0486 \text{ (Volts)} \quad (0,5 \text{ đ})$$

c. Công suất điện từ (có thể giải bằng nhiều cách khác nhau, trong đáp án này chỉ đưa ra một cách để tham khảo), các hệ số  $\alpha, \beta$

- Dòng điện rotor quy đổi

$$\circ \dot{I}'_{2dm} = \frac{\dot{U}_{1a}}{R_e + jX_e + \frac{R_2'}{s_{dm}} + jX_2'} = 297.80 - j68.562 \text{ (A)}$$

$$\circ \Rightarrow I'_{2dm} = 305.5928 \text{ (A)}$$

- Công suất điện từ khi tải định mức

$$\circ P_{dt} = 3 \frac{R_2'}{s_{dm}} (I'_{2dm})^2 = 296640 \text{ (W)} \quad (0,5 \text{ đ})$$

- Hệ số  $\alpha, \beta$

$$\circ \alpha = \frac{P_2}{n^3} = \frac{275000}{966^3} = 3.0507 \times 10^{-4} \quad (0,5 \text{ đ})$$

- Hệ số  $\beta$

o Công suất cơ

$$\bullet P_{co\_dm} = (1 - s_{dm}) P_{dt} = 286560 \text{ (W)}$$

o Tổn hao ma sát quạt gió

$$\bullet P_{mqdm} = P_{co\_dm} - P_{2dm} = 286560 - 275000 = 10086 \text{ (W)}$$

$$\circ \beta = \frac{P_{mqdm}}{n^3} = \frac{10086}{966^3} = 1.2819 \times 10^{-5} \quad (0,5 \text{ đ})$$

d. Điện áp đặt vào động cơ (điểm làm việc của hệ là điểm giao nhau giữa hai đặc tính: đặc tính moment của động cơ theo tốc độ, và đặc tính moment của tải theo tốc độ)

- Hệ số trượt tới hạn ứng với moment cực đại (theo đặc tính động cơ)

$$\circ s_{th} = \frac{R_2'}{\sqrt{R_e^2 + (X_e + X_2')^2}} = 0.1436$$

$$\circ \Rightarrow n_{th} = (1 - s_{th}) * \frac{60f_1}{p} = 856.3745 (v / p) \quad (0,5 \text{ đ})$$

- Giá trị moment tại điểm tới hạn (theo đặc tính tải)

$$\circ M_{co} = 9.55 \times \frac{P_{co}}{n_{th}} = 9.55 (\alpha + \beta) n_{th}^2 = 2226.4 (\text{Nm})$$

- Điện áp tương đương (theo sơ đồ Thevenin) cần thiết đặt vào động cơ

$$\circ U_{1a\_new} = \sqrt{\frac{2}{3}} M_{co} \frac{n_1}{9.55} \left( R_e + \sqrt{R_e^2 + (X_e + X_2')^2} \right) = 202.4698 (V) \quad (0,5 \text{ đ})$$

- Điện áp cần thiết khi cấp cho động cơ

$$\circ \dot{U}_{1\_new} = (R_1 + jX_1 + jX_m) \frac{U_{1a\_new}}{jX_m} = 208.5 - j0.65 (V)$$

$$\circ \Rightarrow U_{1\_new} = 208.5028 (V) \quad (\text{điện áp pha}) \quad (0,5 \text{ đ})$$