

ĐỀ KIỂM TRA GIỮA KỲ MÔN CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐIỆN

Học kỳ 2, năm học 2017-2018 - Ngày thi: 22/03/2018

Đề thi gồm 2 trang. Thời lượng: 90 phút

(Sinh viên chỉ được mang theo tài liệu tự viết tay trên 4 trang giấy A4)

BÀI TOÁN 1: Nguồn ba pha cân bằng, thứ tự thuận, có điện áp dây **380 V** và tần số **50 Hz** dùng cấp nguồn cho một tải ba pha cân bằng đấu Δ có tổng trở pha là **$9,6 + jX (\Omega)$** (tải có tính cảm). Cho biết tổng trở đường dây không đáng kể và tải ba pha đang tiêu thụ công suất **7,8 kW**

Câu 1: Tính giá trị của **X** (1 đ)

Câu 2: Tính dòng điện dây hiệu dụng tiêu thụ bởi tải (1 đ)

Câu 3: Mắc song song một bộ tụ điện (gồm 3 tụ **C** đấu Δ) với tải để nâng hệ số công suất tải lên **0,93 trễ**. Tính giá trị tụ **C**. (1 đ)

BÀI TOÁN 2: Cho mạch từ có các kích thước thể hiện như trong **Hình 1**, **a = 20 mm**, chiều dày **d = 40 mm**. Khe hở không khí có khoảng cách **x** (với $x \ll a$ và $x \ll d$); bỏ qua từ thông tản. Giả sử độ từ thẩm của lõi mạch từ rất lớn ($\mu_r \rightarrow \infty$). Cuộn dây có **N = 1000** vòng, mang dòng điện **i**. Phần trên có cuộn dây quấn được gắn cố định, phần dưới có thể di chuyển theo phương thẳng đứng (phương **x**, *lên và xuống*).

Câu 4: Vẽ sơ đồ tương đương của mạch từ và viết các công thức tính từ trở (L.O.4) (0,5 đ)

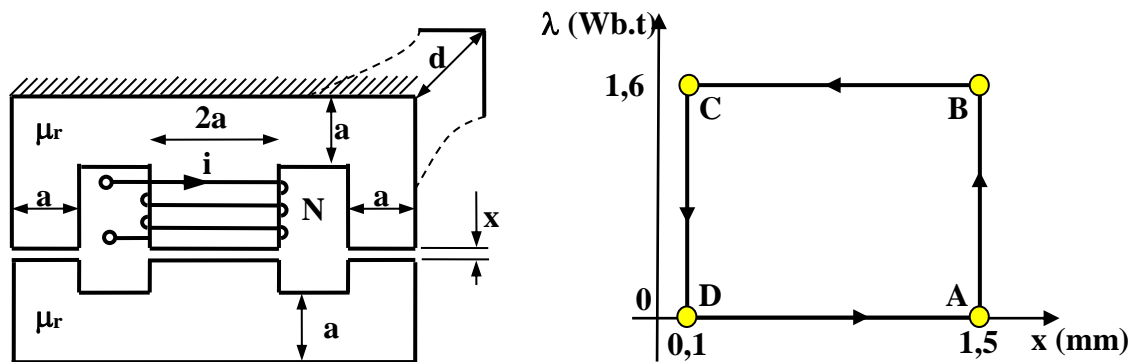
Câu 5: Viết công thức tính từ thông móc vòng qua cuộn dây (L.O.4) (0,5 đ)

Câu 6: Biết cảm ứng từ định mức **B_{đm} = 1 T**, tính từ thông $\Phi_{đm}$ qua nhánh mạch từ có cuộn dây và từ thông móc vòng $\lambda_{đm}$ (L.O.4) (0,5 đ)

Câu 7: Viết công thức tính đồng năng lượng, và công thức tính lực từ giữa hai phần mạch từ theo phương **x** (L.O.4) (0,5 đ)

Câu 8: Ở trạng thái **C**: tính dòng điện, lực từ và năng lượng từ trường tích lũy (L.O.4) (1 đ)

Câu 9: Tính năng lượng từ điện **EFE** và năng lượng từ cơ **EFM** khi hệ chuyển trạng thái theo chu trình kín **A→B→C→D→A**. Nhận xét. (L.O.4) (1 đ)



Hình 1

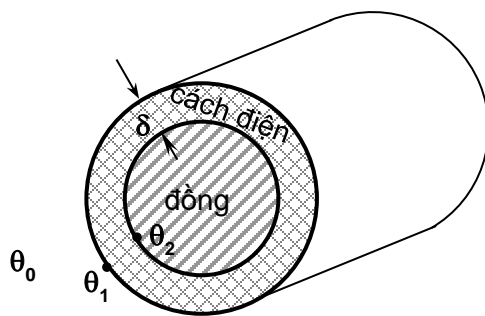
BÀI TOÁN 3: Cho dây dẫn đồng rất dài có tiết diện tròn 70 mm^2 , có điện trở suất ở nhiệt độ 20°C là $\rho_{20} = 1,68 \cdot 10^{-8} (\Omega \cdot \text{m})$, hệ số nhiệt điện trở $\alpha = 0,00393 (1/^\circ\text{C})$.

Dây dẫn được bọc lớp cách điện bằng vật liệu **XLPE** dày $\delta = 3 \text{ mm}$ như trong **Hình 2**, nhiệt độ cho phép của cách điện là 90°C , hệ số dẫn nhiệt của cách điện $\lambda = 0,25 \text{ W/}^\circ\text{C} \cdot \text{m}$.

Dây dẫn đặt trong môi trường có nhiệt độ $\theta_0 = 40^\circ\text{C}$; hệ số toả nhiệt $K_T = 5 \text{ W/}^\circ\text{C} \cdot \text{m}^2$.

Câu 10: Tính dòng điện dài hạn lớn nhất cho phép chạy trong dây dẫn (1,5 đ)

Câu 11: Trong trường hợp dòng điện **Câu 10** tăng thêm **20%**, tính nhiệt độ vật liệu cách điện. Nhận xét. (1,5 đ)



Hình 2

--- Hết ---

Bộ môn duyệt

DÁP ÁN SƠ BỘ:

Bài toán 1:

Cau 2: (1 đ)

$$I_f = \sqrt{\frac{P/3}{R}} = \sqrt{\frac{7800/3}{9,6}} = 16,46 \text{ A}$$

$$I_d = \sqrt{3} * I_f = 28,5 \text{ A}$$

Cau 1: (1 đ)

$$Z = \frac{V_f}{I_f} = \frac{380}{16,45} = 23,1 \Omega$$

$$X = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{23,1^2 - 9,6^2} = 21 \Omega$$

Cau 3: (1 đ)

Trước bù: $Q_1 = 3X * I_f^2 = 3 * 21 * 16,46^2 = 17069 \text{ VAr}$ hay $Q_1 = P \frac{X}{R} = 7800 \frac{21}{9,6} = 17063 \text{ VAr}$

Sau bù: $P_1 = P_2 = 7,8 \text{ kW} = \text{const.}$ PF = 0,93 trở:

$$\Rightarrow S_2 = \frac{P}{\text{PF}} = \frac{7800}{0,93} = 8387 \text{ VA}$$

$$\Rightarrow Q_2 = \sqrt{S_2^2 - P_2^2} = \sqrt{8387^2 - 7800^2} = 3083 \text{ VAr}$$

Tụ bù: $Q_{bu} = Q_2 - Q_1 = 17069 - 3083 = 13986 \text{ VAr}$

$$\Rightarrow Q_{bu_pha} = \frac{13986}{3} = 4662 \text{ VAr}$$

$$\Rightarrow C_{bu_pha} = \frac{Q_{bu_pha}}{2\pi f \cdot V_f^2} = \frac{4662}{2 * \pi * 50 * 380^2} = 102,77 \mu\text{F}$$

Cau 1: (1 đ)

$$X = 21.0002 \text{ Ohm}$$

Cau 2: (1 đ)

$$\text{PF} = 0.4158$$

$$I_d = 28.5044 \text{ A}$$

Cau 3: (1 đ)

$$\tan_phi_n = 0.3952$$

$$C = 1.0272e-004 \text{ F} = 102.7 \mu\text{F}$$

(Bài giải dùng Matlab)

```
clear
clc
disp('bai cong suat ba pha')
P3p = 7800;
Vd = 380;
Vp = Vd;
f = 50;

disp('cau a')
%P3p = 3*Vp^2*real(1/conj(Zp))
X2 = 3*Vp^2*9.6/P3p - 9.6^2
X = sqrt(X2)
```

```

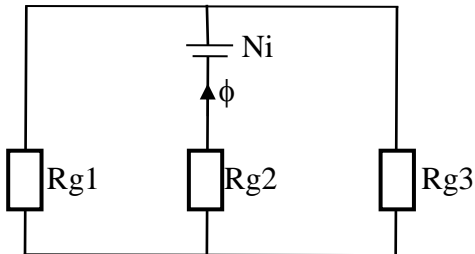
disp('cau b')
Zp = 9.6 + i*X;
PF = 9.6/abs(Zp)
%cos(angle(Zp))
Id = P3p/(sqrt(3)*Vd*PF)

disp('cau c')
PFn = 0.93;
tan_phi_n = sqrt(1-PFn^2)/PFn
w = 2*pi*f;
C = P3p*(X/9.6 - tan_phi_n)/(3*w*Vp^2)

```

Bài toán 2: -----

Cau 4: (0,5 đ)



Từ trở các khe hở: $R_{g1} = R_{g3} = \frac{x}{\mu_0(ad)}$, $R_{g2} = \frac{x}{\mu_0(2ad)}$

Từ trở tương đương của mạch từ: $R_{gtd} = \frac{x}{\mu_0 ad}$

Cau 5: (0,5 đ)

Từ thông: $\Phi = \frac{Ni}{R_{gtd}} = \mu_0 ad N \frac{i}{x}$

Từ thông móc vòng: $\lambda = N\Phi = \frac{N^2 i}{R_{gtd}} = (\mu_0 ad N^2) \frac{i}{x} \approx 10^{-3} \frac{i}{x}$

Cau 6: (0,5 đ)

Từ thông định mức: $\Phi_{dm} = B_{dm} \cdot 2a \cdot d = 1 \cdot 0,04 \cdot 0,04 = 0,0016 \text{ (Wb)}$

Từ thông móc vòng định mức: $\lambda_{dm} = N\Phi_{dm} = 1000 \cdot 0,0016 = 1,6 \text{ (Wb.t)}$

Cau 7: (0,5 đ)

Đồng năng lượng $W'_m = \int_0^i \lambda(i, x) di = \frac{\mu_0 ad N^2 i^2}{2x}$

Lực điện từ: $f^e = \frac{\partial W'_m}{\partial x} = -\frac{\mu_0 ad N^2}{2} \frac{i^2}{x^2}$

Cau 8: (1 đ)

Dòng điện ở C: $I_C = 10^3 x \lambda = 10^3 \cdot 0,0001 \cdot 1,6 = 0,16 \text{ (A)} = 160 \text{ (mA)}$

Lực điện từ ở C: $f_C^e = -\frac{\mu_0 ad N^2}{2} \frac{0,16^2}{0,0001^2} = -1287 \text{ (N)}$

Năng lượng từ trường tích lũy ở C: $W_{mC} = \frac{1}{2} \lambda i = 1,6 \cdot 0,16 = 0,1280 \text{ (J)}$

Cau 9: (1 đ) $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ **Tính EFE:**

$$\lambda = N\phi = \frac{N^2 i}{R_{\text{gtd}}} = (\mu_0 a d N^2) \frac{i}{x} \Rightarrow i = \frac{1}{\mu_0 a d N^2} x \lambda$$

$$\text{EFE}_{A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A} = \int_{\lambda_A}^{\lambda_B} i d\lambda + \int_{\lambda_B}^{\lambda_C} i d\lambda + \int_{\lambda_C}^{\lambda_D} i d\lambda + \int_{\lambda_D}^{\lambda_A} i d\lambda = \frac{1}{\mu_0 a d N^2} \left(\int_{\lambda_A}^{\lambda_B} 0,0015 * \lambda d\lambda + 0 + \int_{\lambda_C}^{\lambda_D} 0,0001 * \lambda d\lambda + 0 \right)$$

$$\text{EFE}_{A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A} = \frac{1}{\mu_0 a d N^2} \left(0,0015 * \frac{\lambda^2}{2} \Big|_{\lambda_A}^{\lambda_B} + 0,0001 * \frac{\lambda^2}{2} \Big|_{\lambda_C}^{\lambda_D} \right) = 10^3 \left(0,0015 * \frac{1,6^2}{2} - 0,0001 * \frac{1,6^2}{2} \right)$$

$$\text{EFE}_{A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A} = 1,78(\text{J})$$

$$\Rightarrow \text{EFM}_{A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A} = -1,78(\text{J})$$

❖ Nhận xét: $\oint \text{EFE} > 0$, hệ tiêu thụ điện.

Chú ý: Có thể tính EFM:

$$f^e = -\frac{\mu_0 a d N^2 i^2}{2x^2} = -\frac{1}{2\mu_0 a d N^2} \lambda^2$$

$$\text{EFM}_{A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A} = -\int_{x_A}^{x_B} f^e dx - \int_{x_B}^{x_C} f^e dx - \int_{x_C}^{x_D} f^e dx - \int_{x_D}^{x_A} f^e dx = -\int_{x_B}^{x_C} f^e dx - \int_{x_D}^{x_A} f^e dx$$

$$\text{EFM}_{A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A} = \frac{1}{2\mu_0 a d N^2} \left(\lambda_B^2 \Big|_{x_B}^{x_C} + 0 \right) = \frac{1}{2\mu_0 a d N^2} 1,6^2 (x_C - x_B) = -1,78(\text{J})$$

$$\Rightarrow \text{EFE}_{A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A} = 1,78(\text{J})$$

Bài toán 3: -----

Cau 10: (1,5 đ)

Tính dòng điện dài hạn lớn nhất cho phép chạy trong dây dẫn:

Đường kính dây dẫn

$$d = 9,44 \cdot 10^{-3} m$$

Các nhiệt trở vách cách điện và nhiệt trở do tỏa nhiệt

$$R_{T_2} = \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{d+2\delta}{d} = 0,3132 \text{ } ^\circ C/W$$

$$R_{T_1} = \frac{1}{k_T S} = \frac{1}{k_T \pi (d+2\delta) \cdot 1} = 4,123 \text{ } ^\circ C/W$$

Điện trở

$$R_{90} = \frac{\rho_{90} \cdot 1}{q} = 3,06 \cdot 10^{-4} \text{ } \Omega$$

Công suất tổn hao hay nhiệt thông

$$\phi_T = P = R_{90} I^2 = \frac{\theta_1 - \theta_0}{R_{T_2} + R_{T_1}} = 11,27 \text{ W}$$

Dòng điện dài hạn lớn nhất cho phép

$$I = \sqrt{\phi_T / R_{90}} = 191,9 \text{ A}$$

Cau 11: (1,5 đ)

Tính nhiệt độ vật liệu cách điện:

Dòng điện quá tải trong dây dẫn

$$I_{qua\ tai} = I \cdot 1,2 = 230,28 \text{ A}$$

Công suất tổn hao hay nhiệt thông

$$\phi_T = P = \frac{\rho_{\theta_2} \cdot 1}{q} I_{qua\ tai}^2$$

Nhiệt độ vách cách điện bên trong và bên ngoài:

$$\theta_2 = \phi_T (R_{T_2} + R_{T_1}) + \theta_0$$

$$\rightarrow \theta_2 = 118,81 \text{ } ^\circ C$$

$$\rightarrow \theta_1 = \theta_2 - \phi_T R_{T_2} = 113,23 \text{ } ^\circ C$$

Nhận xét: nhiệt độ vật liệu cách điện vượt quá nhiệt độ cho phép $90 \text{ } ^\circ C \rightarrow$ giảm tuổi thọ dây dẫn điện.

Chú ý:

Công suất tổn hao hay nhiệt thông

$$\phi_T = P = R_{\theta_2} I_{qua\ tai}^2 = 1,68.10^{-8} [1 + 0,00393(\theta_2 - 20)] / 70.10^{-6} . 230,28^2 = 11,72 + 0,05089\theta_2$$

$$\theta_2 = \phi_T (R_{T_2} + R_{T_1}) + \theta_0$$

$$\theta_2 = 91,99 + 0,2258.\theta_2$$

$$\theta_2 = 118,81 \text{ } ^\circ C$$