

## ĐỀ KIỂM TRA GIỮA KỲ MÔN CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐIỆN

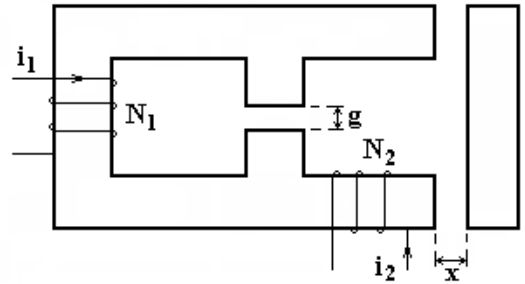
Học kỳ 2, năm học 2016-2017 - Ngày thi: 15/03/2017

Đề thi gồm 2 trang. Thời lượng: 75 phút

(Sinh viên chỉ được mang theo tài liệu tự viết tay trên 2 trang giấy A4)

### PHẦN BẮT BUỘC

**BÀI TOÁN 1:** Cho mạch từ như hình bên, hai cuộn dây có số vòng  $N_1$ ,  $N_2$  lần lượt mang dòng  $i_1$ ,  $i_2$  có chiều như hình vẽ. Các khe hở không khí có chiều dài là  $g$  và  $x$ . Tiết diện các khe hở không khí là như nhau và bằng  $A$ , bỏ qua từ trở của lõi thép.



**Câu 1:** Vẽ sơ đồ tương đương của mạch từ, ghi công thức từ trở trên các nhánh (0,5 đ)

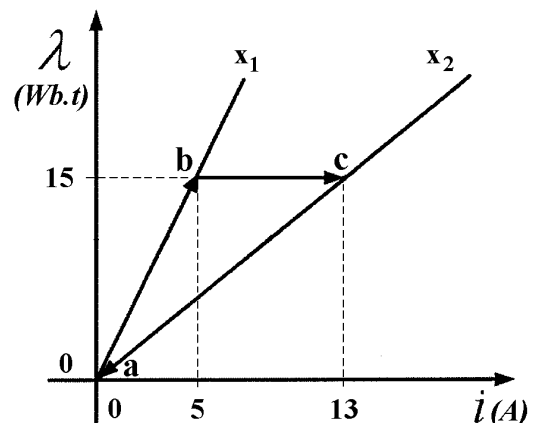
**Câu 2:** Viết công thức tính từ thông qua các nhánh, và từ thông móc vòng qua các cuộn dây (1,0 đ)

**Câu 3:** Tìm biểu thức của đồng năng lượng (0,5 đ)

**Câu 4:** Tìm biểu thức của lực từ tác động lên phần tử di động theo phương  $x$  (0,5 đ)

**BÀI TOÁN 2:** Một hệ thống điện cơ có mối quan hệ  $\lambda$ - $i$  như sau:  $\lambda = \frac{0,09}{(0,03 + x)} i$ . Hệ thống này hoạt động theo

chu kỳ từ điểm  $a$  (gốc) thẳng đến điểm  $b$ , đến  $c$ , rồi về lại điểm  $a$  như hình vẽ. Trên đoạn  $a$ - $b$ , và  $c$ - $a$ , khoảng cách  $x$  nhận các giá trị không đổi lần lượt là  $x_1$  và  $x_2$ .



**Câu 5:** Tính các giá trị  $x_1$  và  $x_2$  (0,5 đ)

**Câu 6:** Tính năng lượng từ điện EFE và năng lượng từ cơ EFM khi hệ đi từ  $a$  đến  $b$  (0,5 đ)

**Câu 7:** Tính năng lượng từ điện EFE và năng lượng từ cơ EFM khi hệ đi từ  $b$  đến  $c$  (0,5 đ)

**Câu 8:** Hệ này hoạt động như máy phát hay động cơ? Giải thích. (0,5 đ)

**Câu 9:** Tính lực từ khi hệ trên đường từ  $c$  về  $a$  và nhận dòng 10 A (0,5 đ)

**BÀI TOÁN 3:** Một nguồn áp ba pha cân bằng, thứ tự thuận, cung cấp điện cho tải thông qua đường dây có tổng trở  $1,5 \angle 75^\circ \Omega/\text{dây}$ . Tải ba pha cân bằng đấu  $\Delta$ , hiện đang tiêu thụ công suất 100 kVA, ở hệ số công suất 0,8 trễ, với điện áp dây ở tải là 380 V. Hãy tính:

**Câu 10:** Dòng pha và dòng dây tiêu thụ của tải (0,5 đ)

**Câu 11:** Áp dây phát ra của nguồn (1,0 đ)

**Câu 12:** Công suất phức phát ra của nguồn (0,5 đ)

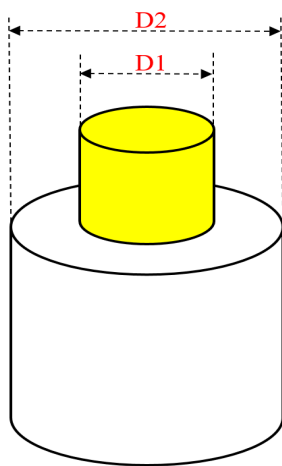
**Câu 13:** Điện dung mỗi pha của bộ tụ cần dùng để nâng hệ số công suất tải lên 0,95 trễ, với điện áp dây của tải vẫn giữ ở mức 380 V. Biết bộ tụ đấu  $\Delta$ , và tần số của nguồn điện là 50 Hz (0,5 đ)

**PHẦN TỰ CHỌN - Sinh viên chọn một trong hai bài sau:**

**BÀI TOÁN 4a:** Cho một dây điện hình trụ tròn rất dài, có ruột bằng đồng, được bao xung quanh bằng lớp vỏ cách điện có khả năng làm việc đến 105 °C. Dây có đường kính ruột  $D1 = 5$  mm, đường kính tổng  $D2 = 7$  mm (như hình vẽ). Đồng có điện trở suất là  $1,72 \times 10^{-8} \Omega m$  ở 20 °C, hệ số nhiệt điện trở là 0,004 ( $1/^\circ C$ ), hệ số dẫn nhiệt rất lớn. Lớp vỏ cách điện có hệ số dẫn nhiệt là 0,15 W/(m.°C), hệ số tỏa nhiệt là 10 W/(m<sup>2</sup>.°C). Tính dòng điện lớn nhất khi ruột dây dẫn đạt 105 °C và làm việc ở chế độ:

**Câu 14:** Dài hạn trong môi trường không khí 40 °C? Tính nhiệt độ bề mặt ngoài của dây dẫn điện? (1,5đ)

**Câu 15:** Ngắn hạn lặp lại trong môi trường không khí 72,5 °C? Cho  $TL\% = (t_{lv}/t_{ck}) \times 100 = 50$ . Giả sử  $t_{ck} \ll T$  (hằng số thời gian phát nóng). So sánh với kết quả câu 14 và nhận xét? (1,0đ)



**BÀI TOÁN 4b:** Cho máy biến áp một pha 100kVA, 2000/200 V, 50 Hz. Thí nghiệm ngắn mạch và thí nghiệm không tải thu được các kết quả sau:

- Thí nghiệm không tải (thực hiện bên phía hạ áp): 200 V; 8 A; 600 W
- Thí nghiệm ngắn mạch (thực hiện phía cao áp): 100 V; 50 A; 2000 W

**Câu 14:** Xác định các thông số và vẽ mạch tương đương gần đúng của máy biến áp: quy về sơ cấp và quy về thứ cấp (1,0 đ)

**Câu 15:** Tính độ thay đổi điện áp khi máy biến áp cấp cho tải có công suất định mức, điện áp định mức, hệ số công suất là 0,8 trễ (0,5 đ)

**Câu 16:** Tính các tổn hao và hiệu suất của máy biến áp tại tải câu 15 (0,5 đ)

**Câu 17:** Giả sử rằng điện áp phía cao áp là 2000 V, tính điện áp cấp cho tải ở công suất định mức và có hệ số công suất 0,8 trễ (0,5 đ)

--- Hết ---

**Bộ môn duyệt**

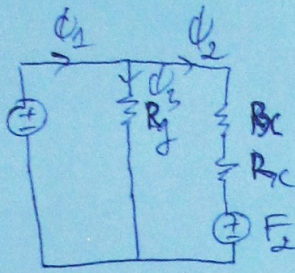


Bài toán 1:

Câu 1: (0,5 đ)

$$R_g = \frac{g}{16A}$$

$$R_x = \frac{x}{16A}$$



Câu 2: (1 đ)

$$\phi_2 = \frac{F_1 - F_2}{2R_x} = \frac{N_1 i_1 - N_2 i_2}{2R_x}$$

$$\phi_3 = \frac{F_1}{R_g} = \frac{N_1 i_1}{R_g}$$

$$\phi_1 = \phi_2 + \phi_3 = \left(\frac{1}{R_g} + \frac{1}{2R_x}\right) N_1 i_1 - \left(\frac{1}{2R_x}\right) N_2 i_2$$

$$\mathcal{Q}_2 = \phi_2 N_2 = \frac{N_1 N_2 i_1}{2R_x} - \frac{N_2^2 i_2}{2R_x}$$

$$\lambda_1 = \phi_1 N_1 = \left(\frac{1}{R_g} + \frac{1}{2R_x}\right) N_1^2 i_1 - \left(\frac{1}{2R_x}\right) N_1 N_2 i_2$$

Câu 3: (0,5 đ)

$$\begin{aligned} W_m' &= \int \lambda_1 di_1 + \int \lambda_2 di_2 \\ &= \int_0^{i_1} \lambda_1(i_1', i_2=0, x) di_1' + \int_0^{i_2} \lambda_2(i_1, i_2', x) di_2' \\ &= \int_0^{i_1} \left(\frac{1}{R_g} + \frac{1}{2R_x}\right) N_1^2 i_1' di_1' + \int_0^{i_2} \left(\frac{N_1 N_2 i_1}{2R_x} - \frac{N_2^2 i_2'}{2R_x}\right) di_2' \\ &= \left(\frac{1}{R_g} + \frac{1}{2R_x}\right) \frac{N_1^2 i_1^2}{2} + \frac{N_1 N_2 i_1 i_2}{2R_x} - \frac{N_2^2 i_2^2}{4R_x} \end{aligned}$$

Câu 4:

$$\begin{aligned} \frac{\partial W_m'}{\partial x} &= \frac{\partial W_m'}{\partial x} = \frac{N_1^2 i_1^2}{2} \left(-\frac{16A}{2x^2}\right) - \frac{N_1 N_2 i_1 i_2 16A}{2x^2} \\ &\quad + \frac{N_2^2 i_2^2 16A}{4x^2} \\ &= -\frac{16A}{2x^2} \left[ \frac{N_1^2 i_1^2}{2} + N_1 N_2 i_1 i_2 - \frac{N_2^2 i_2^2}{2} \right] \\ \text{(or)} &= -\frac{16A}{4x^2} [N_1^2 i_1^2 + 2N_1 N_2 i_1 i_2 - N_2^2 i_2^2] \end{aligned}$$

Bài toán 2:

Câu 5: (0,5 đ)

$$\lambda = \frac{0,09}{(0,03+x)} i \Rightarrow x = \frac{0,09 i}{\lambda} - 0,03$$

$$\text{at } b(5, 15) \Rightarrow x_1 = \frac{0,09 \times 5}{15} - 0,03 = 0$$

$$\text{at } c(13, 15) \Rightarrow x_2 = \frac{0,09 \times 13}{15} - 0,03 = 0,048 \text{ (m)}$$

Câu 6: (0,5 đ)

$$*EFE_{a \rightarrow b} = \int_a^b i d\lambda = \int_{0,03}^{15} \frac{0,03 \lambda'}{0,09} d\lambda' = 37,5 \text{ (J)}$$

$$W_{m(a)} = 0, W_{m(b)} = \frac{1}{2} 15 \times 5 = 37,5 \text{ (J)}$$

$$\Delta W_{m a \rightarrow b} = W_{m(b)} - W_{m(a)} = 37,5 \text{ J}$$

$$\begin{aligned} *EFM_{a \rightarrow b} &= \Delta W_{m a \rightarrow b} - EFE_{a \rightarrow b} \\ &= 37,5 - 37,5 = 0 \text{ (J)} \end{aligned}$$

Câu 7: (0,5 đ)

$$*EFE_{b \rightarrow c} = \int_{15}^{15} i d\lambda' = 0$$

$$W_{m(c)} = \frac{1}{2} 15 \times 13 = 97,5 \text{ (J)}$$

$$\begin{aligned} \Delta W_{m b \rightarrow c} &= W_{m(c)} - W_{m(b)} = 97,5 - 37,5 \\ &= 60 \text{ (J)} \end{aligned}$$

$$*EFM_{b \rightarrow c} = \Delta W_{m b \rightarrow c} - EFE_{b \rightarrow c} = 60 - 0 = 60 \text{ (J)}$$

Câu 8: (0,5 đ)

$$EFE_{c \rightarrow a} = \int_{15}^0 \frac{0,03 + 0,048}{0,09} \lambda' d\lambda' = -97,5 \text{ (J)}$$

$$\begin{aligned} EFE_{\text{cycle}} &= EFE_{a \rightarrow b} + EFE_{b \rightarrow c} + EFE_{c \rightarrow a} \\ &= 37,5 + 0 - 97,5 = -60 \text{ (J)} \end{aligned}$$

$$EFE_{\text{cycle}} < 0 \Rightarrow \text{máy phát.}$$



Câu 9: (5đ)

$i \neq i'$

$$\psi_m' = \int i' di' = \int_{i'=0}^{0,03+x} \frac{0,09}{0,03+x} i' di' = \frac{0,09}{2(0,03+x)} i^2$$

$$g_x^e = \frac{\partial \psi_m'}{\partial x} = \frac{-0,09 i^2}{2(0,03+x)^2} = \frac{-0,09 \times (10)^2}{2(0,03+0,048)^2} = -739,64 \text{ (N)}$$

$$X_C = \frac{V^2}{(Q_{b\bar{u}}/3)}$$

$$\Rightarrow C = \frac{|Q_{b\bar{u}}|/3}{2\pi f V^2} = \frac{33705,5/3}{2\pi \times 50 \times (380)^2} = 247,66 \text{ (}\mu\text{F)}$$

Bài bài 3

Câu 10: (0,5đ)

$$I_p = \frac{S}{3 U_p \sqrt{3}} = \frac{100000}{3 \times 380} = 87,72 \text{ (A)}$$

$$I_d = \sqrt{3} I_p = 151,93 \text{ (A)}$$

Câu 11: (4đ)

$$\text{Chọn } \dot{U}_{AB(\text{h\bar{a}i})} = 380 \angle 0^\circ$$

$$\Rightarrow \dot{I}_{pAB(\text{h\bar{a}i})} = 87,72 \angle -36,87^\circ \text{ (A)}$$

$$\Rightarrow \dot{I}_{da} = 151,93 \angle -66,87^\circ \text{ (A)}$$

$$\Rightarrow \dot{I}_{db} = 151,93 \angle -186,87^\circ \text{ (A)}$$

$$\begin{aligned} \dot{U}_{ab(\text{nguồn})} &= \dot{U}_{AB} + \dot{Z}_d \dot{I}_{da} - \dot{Z}_d \dot{I}_{db} \\ &= 380 \angle 0^\circ + 4,5 \angle 75^\circ [151,93 \angle -66,87^\circ - 151,93 \angle -186,87^\circ] \\ &= 732,25 \angle 19,44^\circ \text{ (V)} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow U_{d(\text{nguồn})} = 732,25 \text{ V}$$

Câu 12:

$$\begin{aligned} \dot{S}_n &= \dot{S}_t + 3 \dot{Z}_d I_d^2 = 100000 \angle 36,87^\circ \\ &\quad + 3 \times 4,5 \angle 75^\circ \times 151,93^2 \\ &= 106884 + j160333 \text{ (VA)} \end{aligned}$$

Câu 13:

$$\begin{aligned} Q_{b\bar{u}} &= P [\tan \varphi_{m\bar{u}i} - \tan \varphi_{c\bar{a}}] \\ &= 100000 \times 0,8 [\tan [\arccos 0,95] - \tan [36,87^\circ]] \\ &= -33705,5 \text{ VAR} \end{aligned}$$



#### Bài toán 4a:

Phản ruột đồng làm việc ở 105°C.

Tính điện trở suất của đồng ở 105°C:

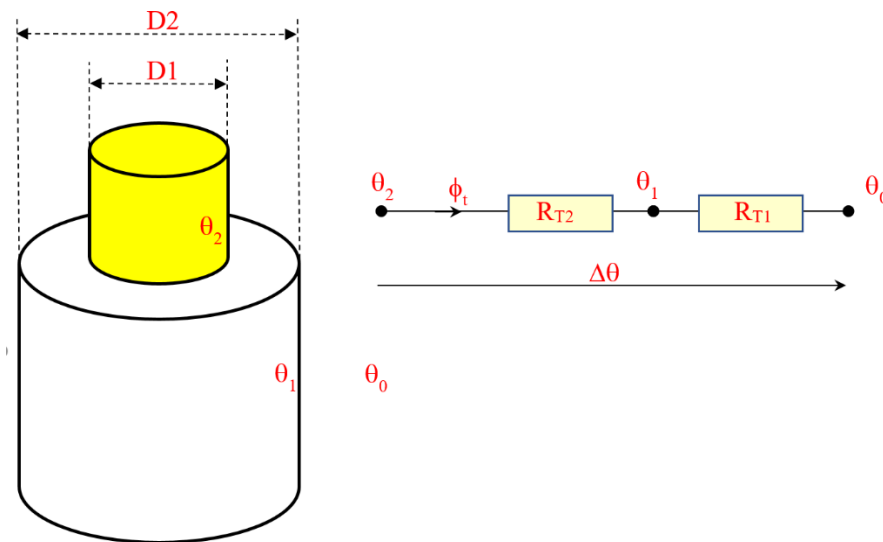
$$\begin{aligned}\rho &= \rho_{20}(1 + \alpha(t - 20)) = 1,72 \times 10^{-8} (1 + 0,00393(105 - 20)) \\ &= 2,295 \times 10^{-8} \left( \frac{1}{^{\circ}\text{C}} \right)\end{aligned}$$

(0,25đ)

Tính điện trở dây đồng (trên mỗi đơn vị chiều dài):

$$\frac{R}{l} = \frac{\rho}{A} = \frac{\rho}{\pi \frac{D_1^2}{4}} = \frac{4\rho}{\pi D_1^2} = \frac{4 * 2,295 \times 10^{-8}}{\pi * 0,005^2} = 0,00117 \left( \frac{\Omega}{m} \right)$$

(0,25đ)



Tính nhiệt trở tỏa nhiệt mặt ngoài lớp vỏ (cho mỗi đơn vị chiều dài):

$$R_{T1} \cdot l = \frac{l}{K_T \cdot S_{xq}} = \frac{l}{K_T \cdot \pi D_2 \cdot l} = \frac{1}{10 * \pi * 0,007} = 4,547 \left( \frac{\text{C} \cdot \text{m}}{\text{W}} \right)$$

(do dây rất dài nên bỏ qua tỏa nhiệt trên 2 đầu dây)

(0,25đ)

Tính nhiệt trở dẫn nhiệt qua lớp vỏ (cho mỗi đơn vị chiều dài):

$$R_{T2} \cdot l = \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{D_2}{D_1} = \frac{1}{2\pi * 0,15\lambda} \ln \frac{7}{5} = 0,357 \left( \frac{\text{C} \cdot \text{m}}{\text{W}} \right)$$

(0,25đ)

**Câu 14:** Dài hạn trong môi trường không khí 40°C và ở 60°C? (1,5đ)

Độ chênh nhiệt ở 40°C:

$$\Delta\theta_a = \theta_2 - \theta_{0a} = 105 - 40 = 65(^{\circ}C)$$

$$\begin{aligned}\Delta\theta_a &= \phi_t(R_{T1} + R_{T2}) = I_a^2 R * (R_{T1} + R_{T2}) = I_a^2 \left(\frac{R}{l}\right) * ((R_{T1} \cdot l) + (R_{T2} \cdot l)) \\ &= I_a^2 * 0,00117 * (4,547 + 0,357) = I_a^2 * 0,00574 = 65(^{\circ}C)\end{aligned}$$

$$\Rightarrow I_a = \sqrt{\frac{\Delta\theta_a}{0,00574}} = \sqrt{\frac{65}{0,00574}} = 106,5 A$$

(0,25đ)

Nhiệt độ bề mặt ngoài của dây dẫn điện:

$$\begin{aligned}\theta_1 &= \theta_{0a} + \phi_t R_{T1} = \theta_{0a} + I_a^2 R * R_{T1} = \theta_{0a} + I_a^2 \left(\frac{R}{l}\right) * (R_{T1} \cdot l) \\ &= 40 + 106,5^2 * 0,00117 * 4,547 = 100,3(^{\circ}C)\end{aligned}$$

(0,25đ)

**Câu 15:** Ngắn hạn lặp lại với TL% = 50 trong môi trường không khí 72,5°C? (1đ)

Độ chênh nhiệt ở 72,5°C:

$$\Delta\theta_b = \theta_2 - \theta_{0b} = 105 - 72,5 = 32,5(^{\circ}C)$$

$$\Rightarrow I_a = \sqrt{\frac{\Delta\theta_b}{0,00574}} = \sqrt{\frac{32,5}{0,00574}} = 75,3 A$$

(0,25đ)

$$\Rightarrow I_{nl} = I_{dh} * K_I = I_{dh} * \sqrt{\frac{100}{TL\%}} = 75,3 * \sqrt{\frac{100}{50}} = 106,5 A$$

(0,5đ)

Nhận xét: Trong chế độ ngắn hạn lặp lại, với cùng dòng điện thì thiết bị có thể làm việc ở môi trường có nhiệt độ cao hơn (72,5°C so với 40°C ở câu a mà dây dẫn vẫn không quá nhiệt độ).

(0,25đ)

## GIẢI TRÊN MATLAB:

```
% CauPN_De KTGK_CSKTD_HK162_Lop_CQ
clc
clear
t_max = 105 % oC
D1 = 5e-3 % 5mm
D2 = 7e-3 % 7mm
t0a = 40 % 40oC
t0b = 72.5 % 60oC
TL = 50 % 50%

ro_20 = 1.72e-8 %Ohm.m
alfa = 0.00393 %1/oC
lamda = 0.15 %W/(m.oC)
KT = 10 %W/(m2.oC)

disp('-----BAI GIAI ')
ro_105 = ro_20*(1+alfa*(t_max-20))
R_1 = ro_105/(pi*D1^2/4) % Dien tro tren moi don vi chieu dai
RT1_1 = 1/(KT*pi*D2) % Nhiet tro dan nhiet moi don vi chieu dai
RT2_1 = log(D2/D1)/(2*pi*lamda) % Nhiet tro dan nhiet moi don vi
chieu dai

disp('-----Cau a)')
Delta_a=t_max-t0a
Ia = sqrt(Delta_a/(R_1*(RT1_1+RT2_1)))

t_1 = t0a + Ia^2*R_1*RT1_1

disp('-----Cau a)')
Delta_b=t_max-t0b
Ib = sqrt(Delta_b/(R_1*(RT1_1+RT2_1)))
Ki=sqrt(100/TL)
Inl=Ki*Ib

disp('Ket qua _____')
TEXT = sprintf('a) Ia (40oC) = %f A', Ia); disp(TEXT)
TEXT = sprintf('a) t1 = %f oC', t_1); disp(TEXT)
TEXT = sprintf('b) Ib (60oC) = %f A', Ib); disp(TEXT)
TEXT = sprintf('b) Inl(40oC) = %f A', Inl); disp(TEXT)
```

### **Bài toán 4b:**

Cho máy biến áp một pha 100kVA, 2000/200 V, 50Hz. Thí nghiệm ngắn mạch và thí nghiệm không tải thu được các kết quả sau:

- Thí nghiệm không tải (thực hiện bên phía hạ áp): 200 V; 8 A; 600 W.
- Thí nghiệm ngắn mạch (thực hiện phía cao áp): 100 V; 50 A; 2000 W.

**Câu 14:** Xác định các thông số và vẽ mạch tương đương gần đúng của máy biến áp: quy về sơ cấp và quy về thứ cấp

**Câu 15:** Tính độ thay đổi điện áp khi máy biến áp cấp cho tải có công suất định mức, điện áp định mức, hệ số công suất là 0,8 trễ.

**Câu 16:** Tính các tổn hao và hiệu suất của máy biến áp tại tải câu b)

**Câu 17:** Giả sử rằng điện áp phía cao áp là 2000 V, tính điện áp cấp cho tải ở công suất định mức và có hệ số công suất 0,8 trễ.

### **Đáp Án**

clear  
clc  
close

Sr=100000;	Công suất định mức
V1r=2000;	Điện áp sơ cấp định mức
V2r=200;	Điện áp thứ cấp định mức
K=V1r/V2r;	Tỉ số biến áp
%% OC test	thử nghiệm không tải
Poc=600;	Công suất tổn hao không tải
Ioc=8;	Dòng điện không tải
R2c=V2r^2/Poc;	Điện trở tương đương lõi thép (phía hạ áp)
Ic=V2r/R2c;	
Im=sqrt(Ioc^2-Ic^2);	
X2m=V2r/Im	Điện kháng từ hóa lõi thép (phía hạ áp)
R1c=K^2*R2c	Điện trở tương đương lõi thép (quy về cao áp)
X1m=K^2*X2m	Điện kháng tương đương nhánh từ hóa (quy về cao áp)

%% SC test	Thí nghiệm ngắn mạch
Psc=2000;	Công suất tổn hao ngắn mạch
Isc=50;	Dòng điện ngắn mạch
Vsc=100;	Điện áp ngắn mạch

R1eq=Psc/Isc^2	Điện trở ngắn mạch (phía cao áp)
Zeq=Vsc/Isc;	
X1eq=sqrt(Zeq^2-R1eq^2)	Điện kháng ngắn mạch (phía cao áp)

R2eq=R1eq/K^2	Điện trở ngắn mạch (quy về hạ áp)
X2eq=X1eq/K^2	Điện kháng ngắn mạch (quy về hạ áp)



%%b)

PF=0.8;                      Hệ số công suất của tải  
I21=Sr/V1r                      Dòng điện thứ cấp đã quy đổi về sơ cấp  
i21=I21\*(PF-1i\*sin(acos(PF)))                      Dòng điện thứ cấp đã quy đổi về sơ cấp dạng phức  
v1=i21\*(R1eq+1i\*X1eq)+V1r;  
V1=abs(v1)                      Điện áp cần cung cấp phía cao áp (sơ cấp)  
deltaV=100\*(V1-V1r)/V1r;                      Độ thay đổi điện áp

%%c)

Pc=V1^2/R1c                      Tổn hao lõi sắt (chú ý : giá trị này có thể lấy bằng giá trị trong thí nghiệm không tải, (tính gần đúng))  
Pj=R1eq\*I21^2                      Tổn hao đồng  
nuy=Sr\*PF/(Sr\*PF+Pc+Pj)\*100                      hiệu suất

%%d)

V2=V2r\*(1-deltaV/100)                      Điện áp phía thứ cấp (tính gần đúng)

Đáp số: (Các giá trị bên dưới được tính trong hệ SI)

#### **Câu 14**

R2c = 66.6667  
X2m = 26.9680  
R2eq = 0.0080  
X2eq = 0.0183

R1c = 6.6667e+003  
X1m = 2.6968e+003  
R1eq = 0.8000  
X1eq = 1.8330

#### **Câu 15**

V1 = 2.0876e+003  
deltaV = 4.3787

#### **Câu 16**

Pc = 653.6945  
Pj = 2000  
nuy = 96.7894

#### **Câu 17**

V2 =

191.2426