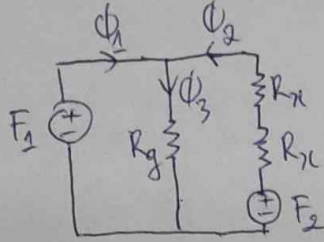


Bài toán 1

Câu 1: (0,5 đ)

$$R_g = \frac{g}{\mu_0 A}$$

$$R_x = \frac{x}{\mu_0 A}$$



Câu 2: (1,0 đ)

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

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

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

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

$$\lambda_2 = N_2 \phi_2 = \frac{N_2^2 i_2}{2R_x} - \frac{N_1 N_2 i_1}{2R_x}$$

Câu 3: (0,5 đ)

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

Câu 4:

$$\begin{aligned} \frac{\partial W_m'}{\partial x} &= \frac{\partial W_m'}{\partial x} = \frac{N_1^2 i_1'^2}{2} \left(\frac{-\mu_0 A}{2x^2} \right) + \frac{N_2^2 i_2'^2}{4} \left(\frac{-\mu_0 A}{x^2} \right) \\ &\quad - \frac{N_1 N_2 i_1 i_2'}{2} \left(\frac{-\mu_0 A}{x^2} \right) \\ &= \frac{-\mu_0 A}{4x^2} \left[N_1^2 i_1'^2 + N_2^2 i_2'^2 - 2N_1 N_2 i_1 i_2' \right] \end{aligned}$$

Bài toán 2:

Câu 5: (0,5 đ)

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

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

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

Câu 6: (0,5 đ)

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

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

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

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

Câu 7: (0,5 đ)

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

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

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

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

Câu 8: (0,5 đ)

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

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

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

Câu 9: (5đ)

$i \neq i'$

$$\psi_m' = \int \vec{A} \cdot d\vec{i} = \int_{i'=0}^{0,03+ix} \frac{0,09}{0,03+ix} i' di' = \frac{0,09}{2(0,03+ix)} i^2$$

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

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

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

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:

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

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:

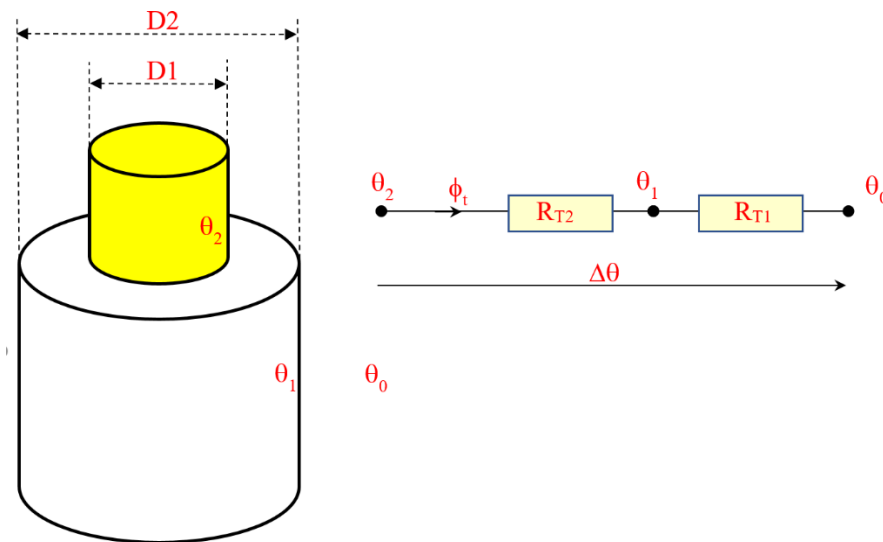
$$\begin{aligned}\rho &= \rho_{20}(1 + \alpha(t - 20)) = 1,72 \times 10^{-8} (1 + 0,00393(105 - 20)) \\ &= 2,295 \times 10^{-8} \left(\frac{1}{^{\circ}\text{C}} \right)\end{aligned}$$

(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