

# 電 気 機 器

3 学期期末考查

電気科 2 年生

令和 6 年 3 月 5 日 火曜日

1 時限目

電卓使用可 解答

|       |     |  |
|-------|-----|--|
| No( ) | 氏名： |  |
|-------|-----|--|

計算結果は少数第3位を四捨五入して第2位まで  
小さい数値の場合は、有効数字3桁で  
明らかに整数になるときは整数のままでよい。

$$55+25*2=105$$

[知識・理解] 21

問題 1  $\sin \theta$  の値は最大 ( ① ) ~ 最小 - ( ① ) までの値をとる。 [ 1 ]

問題 2  $\cos \theta = 1$  のとき,  $\sin \theta$  は [ 0 ]

問題 3  $\cos \theta = 0.8$  のとき,  $\sin \theta$  は [ 0.6 ]

問題 4  $\cos \theta = 0.6$  のとき,  $\sin \theta$  は [ 0.8 ]

問題 5  $e = 100\sqrt{2}\sin \omega t$  の最大値と実効値を答えよ。 最大値 [  $100\sqrt{2}$  ] 実効値 [ 100 ]

問題 6  $e = 100\sin \omega t$  の最大値と実効値を答えよ。 最大値 [ 100 ] 実効値 [  $100/\sqrt{2}$  ]

問題 7 力率  $\cos \theta = 1$  のとき, その回路は何のみか (R、L、C) [ R ]

問題 8 変圧器の定格は (①) で表し, 単位は (②) である。 (①) [ 皮相電力 ] (②) [ kVA ]

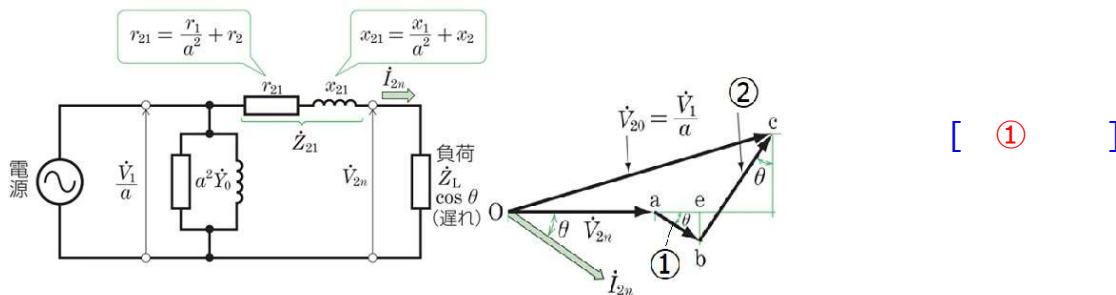
問題 9 変圧器の定格二次電圧  $V_{2n}$  が 100 V, 二次側の無負荷電圧  $V_{20}$  が 110 V であるという。電圧変動率  $\varepsilon$  [%] を求めよ。

電圧変動率  $\varepsilon$  [%] (  $(110-100)/100 \times 100 = 10$  ) [ 10[%] ]

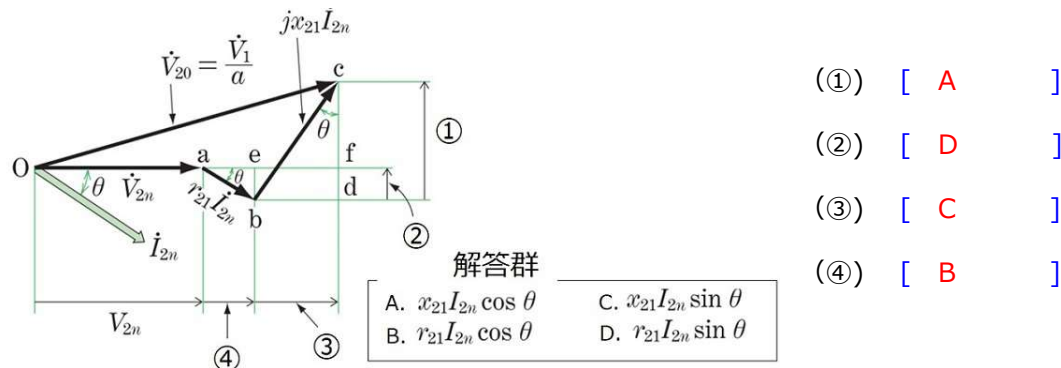
問題 10 変圧器の定格二次電圧  $V_{2n}$  が 210 V, 電圧変動率  $\varepsilon$  が 5 % であるという。二次側の無負荷電圧  $V_{20}$  を求めよ。

無負荷電圧  $V_{20}$  (  $(V_{20} - V_{2n})/V_{2n} \times 100 = 5$   $V_{20} = 210 + 0.05 \times 210 = 220.5$  ) [ 220.5 ]

問題 11 次の変圧器のベクトル図で抵抗  $r_{21}$  における電圧降下のベクトル図は ① か ② のどれか選びなさい。



問題 12 次の変圧器のベクトル図の ① から ④ までの値はどれか解答群から記号で答えよ。



問題 13 百分率抵抗降下  $p$  が 1.64 %, 百分率リアクタンス降下  $q$  が 4.62 % であるという。力率 80 % の場合の電圧変動率  $\varepsilon$  [%] を求めよ。

$\varepsilon = p \cdot \cos \theta + q \cdot \sin \theta$  より  $\varepsilon = 1.64 \times 0.8 + 4.62 \times 0.6 = 4.08$

$\varepsilon =$  [ 4.08[%] ]

問題 14 一次電圧  $V_1$  が 6000 V, 二次電圧  $V_2$  が 200 V, 定格容量  $P_n$  が 200 kV·A の単相変圧器がある。%Z は 5 % である。二次側を短絡したとき, 一次短絡電流  $I_s$  [A] と短絡容量  $P_s$  [kV·A] を求めよ。

一次電流  $I = 200/6 = 33.33$  A

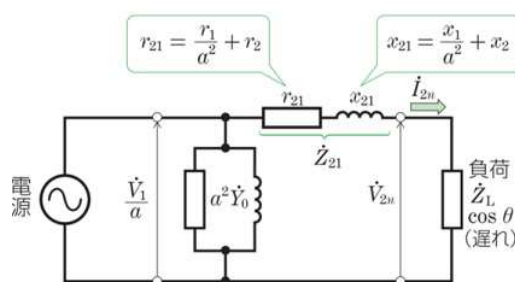
一次短絡電流  $I_s$  [A] [  $33.33 \times 100/5 = 666.67$  ] 短絡容量  $P_s$  [kV·A] [  $200 \times 100/5 = 4000$  ]

14 問題 15 ある系統の短絡容量  $P_s$  が  $500\text{kV}\cdot\text{A}$  のとき、短絡インピーダンス  $\%Z$  を求めよ。ただし、基準容量  $P_n$  は  $20\text{kV}\cdot\text{A}$  とする。

短絡インピーダンス  $\%Z[\%]=20*100/500=4$

[  $\%Z[\%]=20*100/500=4$  ]

問題 16 図において、定格二次電流  $I_{2n}$  が  $20\text{A}$ 、二次側に換算した抵抗  $r_{21}$  が  $0.1\Omega$ 、二次側に換算したリアクタンス  $x_{21}$  が  $0.2\Omega$ 、定格二次電圧  $V_{2n}$  が  $200\text{V}$  であるという。百分率抵抗降下  $p$ 、百分率リアクタンス降下  $q$ 、短絡インピーダンス  $\%Z[\%]$  を求めよ。



百分率抵抗降下  $p$  [  $0.1*20/200*100=1$  ]

百分率リアクタンス降下  $q$  [  $0.2*20/200*100=2$  ]

短絡インピーダンス  $\%Z[\%]$  [  $\sqrt{(1*1+2*2)}=\sqrt{5}$  ]

問題 17 百分率抵抗降下  $p$  が  $0.58\%$ 、百分率リアクタンス降下  $q$  が  $9.30\%$  の変圧器がある。短絡インピーダンス  $\%Z[\%]$  と、力率  $80\%$  の場合の電圧変動率  $\epsilon[\%]$  を求めよ。

短絡インピーダンス  $\%Z[\%]$  [  $\sqrt{(0.58*0.58+9.3*9.3)}=9.32$  ]

電圧変動率  $\epsilon[\%]$  [  $\epsilon=0.58*0.8+9.30*0.6=6.04[\%]$  ]

問題 18 定格一次電圧  $V_{1n}$  が  $6600\text{V}$ 、定格容量が  $50\text{kV}\cdot\text{A}$  の変圧器がある。短絡インピーダンス  $\%Z$  は  $4\%$  である。一次短絡電流  $I_s[\text{A}]$  を求めよ。

$I=50/6.6=7.58$   $7.58*100/4=189.39\text{A}$

一次短絡電流  $I_s[\text{A}]$  [  $189.39\text{A}$  ]

問題 19 変圧器の無負荷試験で測定する電力は何を表しているか。 [ 鉄損 ]

問題 20 変圧器の短絡試験で測定する電力は何を表しているか。 [ 銅損 ]

問題 21  $R=10[\Omega]$  のコンダクタンス  $G$  とその単位を求めよ。

$G$  [  $1/10=0.1$  ] 単位 [  $\text{S}(\text{ジーメンズ})$  ]

問題 22 変圧器において、定格二次電圧  $V_{2n}$  が  $100\text{V}$ 、無負荷損  $P_i$  が  $180\text{W}$ 、励磁電流  $I_0$  が  $10\text{A}$  であるという。この変圧器の  $g_0$   $[\text{S}]$ 、 $b_0$   $[\text{S}]$ 、および無負荷時の力率  $\cos\theta_0$  を求めよ。

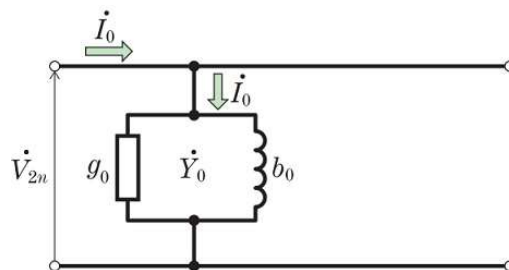
$P=V_{2n}*V_{2n}*g_0$   $g_0=P/(V_{2n}*V_{2n})=180/10000=0.018$

$\cos\theta_0=P/(VI)=180/(100*10)=0.18$

$Y=I/V=10/100=0.1$

$b_0=\sqrt{(0.1*0.1-0.018*0.018)}=0.098$

$g_0$   $[\text{S}]$  [  $0.018$  ]  $b_0$   $[\text{S}]$  [  $0.098$  ] 力率  $\cos\theta_0$  [  $0.18$  ]

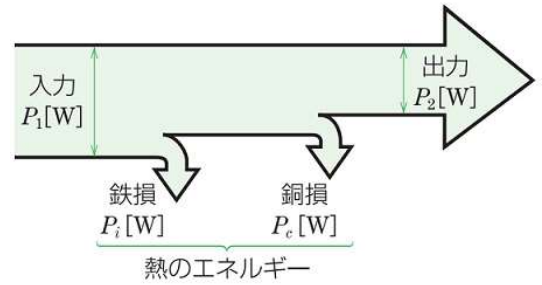


12 問題 23 次の図で  $P_1$  を  $P_i$  と  $P_c$  と  $P_2$  の関係式で答えよ。

$P_1 = [ P_i + P_c + P_2 ]$

問題 24 効率 $\eta$ [%] = 出力/入力 の式を求めよ。

効率 $\eta$ [%] = 出力/入力  $[ P_2 \cdot 100 / P_1 \quad P_2 \cdot 100 / (P_2 + P_i + P_c) ]$



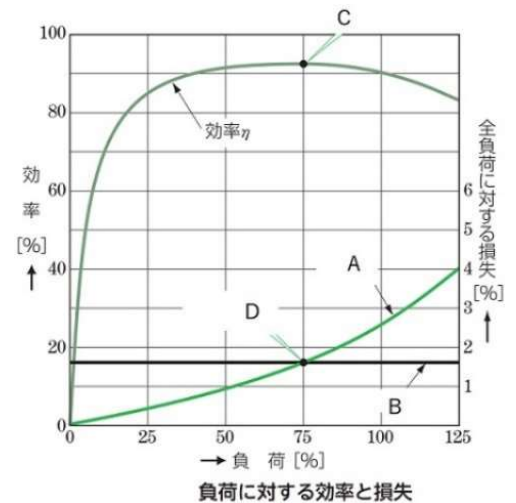
問題 25 次の図はトランスの効率を表したグラフです。鉄損を示すものはどれか。

鉄損  $[ B ]$

問題 26 最大効率は何の点か、そのときの鉄損と銅損の条件を答えよ。

最大効率は何の点  $[ C ]$

そのときの鉄損と銅損の条件  $[ \text{鉄損} = \text{銅損} ]$



問題 27 変圧器の全日効率  $\eta_d$ [%]を表した式であるが、 $P_i$  の前に入る数値はいくらか。

$P_i$  の前に入る数値  $[ 24 ]$

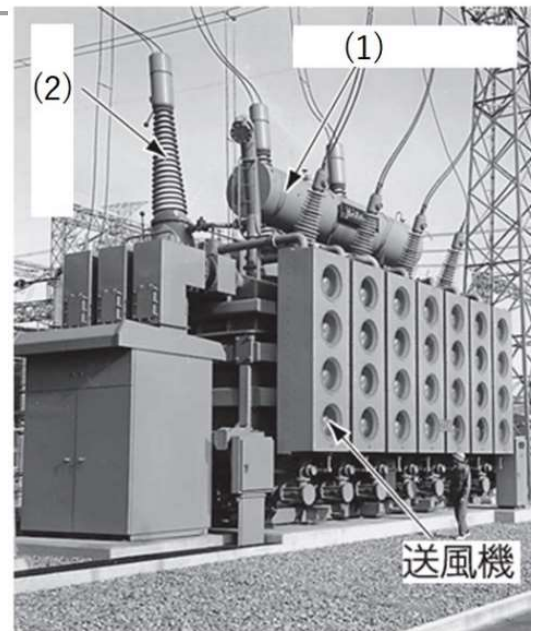
$$\eta_d = \frac{P \cdot t}{P \cdot t + \boxed{24} \cdot P_i + t \cdot P_c} \times 100$$

問題 28 次のトランスの写真の (1) と (2) の部分の名前を答えなさい。また、(1) の部分には何が入っているのか。

(1)  $[ \text{コンサベータ} ]$

(2)  $[ \text{ブッシング} ]$

(1)の部分には何  $[ \text{油} ]$



問題 29 次の英語の日本語訳を、日本語は英語に変換しなさい。

Conservative  $[ \text{保守的な} ]$

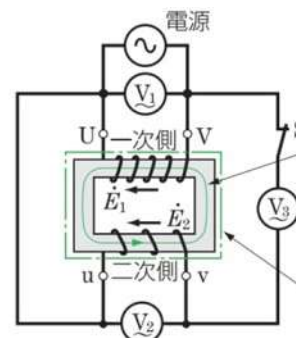
鉄  $[ \text{iron} ]$

銅  $[ \text{copper} ]$

8 問題 30 巻数比  $a$  が 5 である容量  $10 \text{ kV} \cdot \text{A}$  の減極性の変圧器を図のように接続し、この変圧器の 1 次側に  $100 \text{ V}$  の電圧を加えた場合、 $V_3$  の電圧を求め選びなさい。

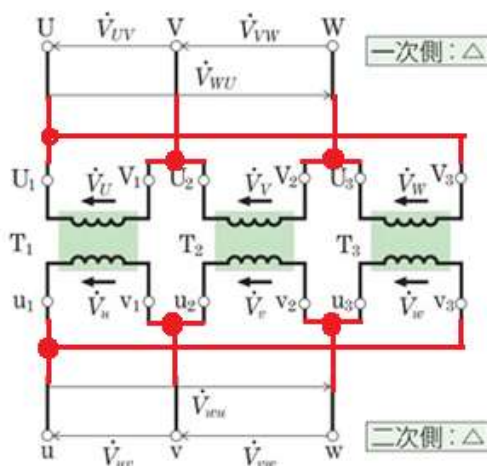
$$V_3 = V_1 - V_2 = 100 - (100/5) = 80$$

[ ④ ]      ① 160      ② 140      ③ 100      ④ 80



(a) 減極性  
 $V_3 = V_1 - V_2$

問題 31 変圧器の  $\Delta$ - $\Delta$  結線の結線を完成させよ。



問題 32 Y-Y 結線について述べているものはどれか。

[ ③ ]

- ① 第 3 調波電流は巻線内を循環電流として流れるので、高調波電圧は線間電圧に現れず、波形のひずみが生じない
- ② 第 3 調波電流は巻線内を循環し、二次側には流れないので、通信障害がない。また、Y 結線の中性点が接地 できるなどの特徴がある。
- ③ 第 3 調波の流れる回路がないため、電圧波形がひずみ、これが原因となって、近くの通信線に雑音などの障害を与える

問題 33  $\Delta$ - $\Delta$  結線について述べているものはどれか。

[ ① ]

- ① 高圧用としては、絶縁の点で不利である
- ② 送電線の 受電端などのように、電圧を低くする場合に用いられる
- ③ この結線方法は、送電線の送電端 (発電所) などのように、電圧を高くする場合に用いられる

問題 34 3 台のうち 1 台が 故障しても、残り 2 台により運転可能である結線方法はどれか。

[ ④ ]      ① Y-Y 結線      ② Y- $\Delta$  結線      ③  $\Delta$ - $\Delta$  結線      ④ V-V 結線

問題 35  $\Delta$ - $\Delta$  結線のときのバンク容量を  $P_\Delta$ 、V-V 結線のバンク容量を  $P_Y$  とするときの  $P_Y/P_\Delta$  はいくらか。

[ ② ]      ①  $(2/3)$       ②  $(\sqrt{3}/3)$       ③  $(\sqrt{3}/2)$       ④  $(\sqrt{3})$

問題 36 V-V 結線で設備の容量がどれだけ有効に利用されているかを表す利用率はどれか。

[ ③ ]      ①  $(2/3)$       ②  $(\sqrt{3}/3)$       ③  $(\sqrt{3}/2)$       ④  $(\sqrt{3})$

問題 37  $20 \text{ kV} \cdot \text{A}$  の単相変圧器 2 台を用いて、V-V 結線にした場合、これに接続できる三相負荷の容量  $P_V [\text{kV} \cdot \text{A}]$  を求めよ

[ ① ]      ①  $20\sqrt{3}$       ②  $20\sqrt{3}/2$       ③  $40\sqrt{3}$       ④  $40\sqrt{3}/2$

## 【思考・判断】 25

問題 1 図において,  $r_1=0.2 \Omega$ ,  $x_1=0.6 \Omega$ ,  $r_2=0.0005 \Omega$ ,  $x_2=0.0015 \Omega$ ,  $a=20$ ,  $V_{2n}=100 \text{ V}$ ,  $I_{2n}=1000 \text{ A}$  であるという。二次側に換算した抵抗  $r_{21}$ 、 $x_{21}$  を求め、力率 60 %における百分率抵抗降下  $p$  [%], 百分率リアクタンス降下  $q$  [%], 電圧変動率  $\varepsilon$  [%]を求めよ。

$$r_{21}=0.2/(20+20)+0.0005=0.001$$

$$x_{21}=0.6/(20*20)+0.0015=0.003$$

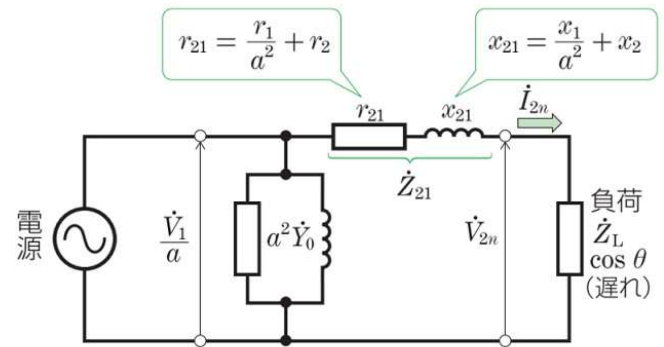
$$p=0.001*1000/100*100=1$$

$$q=0.003*1000/100*100=3$$

$$r_{21} \quad [ \quad 0.001 \quad ] \quad x_{21} \quad [ 0.003 \quad ]$$

$$p \quad [ \quad 1 \quad ] \quad q \quad [ \quad 3 \quad ]$$

$$\varepsilon \quad [ \quad 1*0.6+3*0.8=3 \quad ]$$



問題 2 変圧器の無負荷試験において, 定格二次電圧  $V_{2n}$  が 100V, 励磁電流  $I_0$  が 1.5A, 無負荷時の力率  $\cos\theta$  が 0.267 であった。この変圧器の  $P_i$  [W],  $g_0$  [S],  $b_0$  [S]を求めよ。

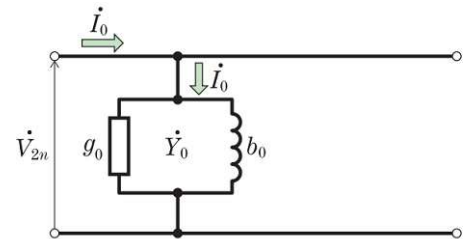
$$P=VI\cos\theta=100*1.5*0.267=40.05 \text{ [W]}$$

$$g_0=P/(V_{2n}*V_{2n})=40.05/(100*100)=0.004$$

$$Y=I/V=1.5/100=0.015 \quad b_0=\sqrt{(0.015*0.015)-(0.004*0.004)}$$

$$\text{変圧器の } P_i \text{ [W]} \quad [ \quad 40.05 \quad ]$$

$$g_0 \text{ [S]} \quad [ \quad 0.004 \quad ] \quad b_0 \text{ [S]} \quad [ 0.0145 \quad (0.015) \quad ]$$



問題 3 変圧器の容量が 30000 kV·A, 無負荷損  $P_i$  が 50 kW, 負荷損が 200 kW である。負荷力率が 80 % のとき, 全負荷効率  $\eta$  [%], および(1/2)負荷効率  $\eta$  (1/2) [%]を求めよ

$$\text{全負荷効率 } \eta \text{ [%]} = (30000*0.8)/(3000*0.8+50+200)*100=98.97 \quad [ \quad 98.97 \quad ]$$

$$(1/2)\text{負荷効率 } \eta \text{ (1/2) [%]} = (0.5*30000*0.8)/(0.5*3000*0.8+50+0.5*0.5*200)*100= \quad [ \quad 99.17 \quad ]$$

問題 4 変圧器の 全負荷時の 出力  $P$  が 15000kW, 無負荷損  $P_i$  が 57kW、負荷損  $P_c$  が 101.3kW である。この変圧器が 1 日のうち 8 時間は全負荷, 8 時間は 1/2 負荷, 8 時間は 無負荷で 運転される。全日効率  $\eta_d$  [%]を求めよ。ただし, 力率はいずれの場合も 100%とする。

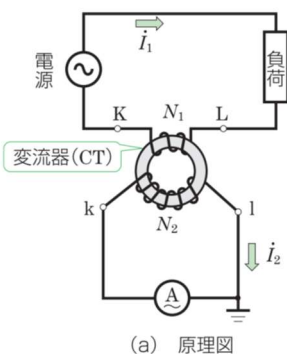
$$\text{全日効率 } \eta_d \text{ [%]} = (8*15000+8*0.5*15000)/(8*15000+8*0.5*15000+24*57+8*101.3+8*0.25*101.3)*100$$

$$=98.69 \quad [ \quad 98.69 \quad ]$$

問題 5  $N_1=10$ ,  $N_2=1000$  とすれば,  $I_2=2 \text{ [A]}$  であれば,  $I_1$  はいくら流れているか

$$I_1/I_2=N_2/N_1 \quad I_1=I_2*N_2/N_1=2*1000/10=200$$

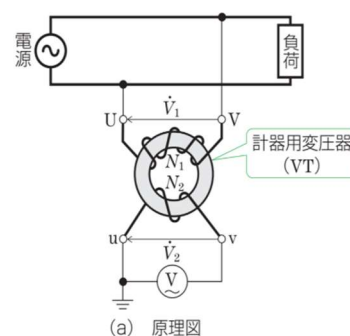
$$I_1=[ \quad 200 \quad ]$$



問題 6  $N_1=1000$ ,  $N_2=10$  とすれば,  $V_2=20 \text{ [V]}$  であれば,  $V_1$  はいくらか

$$V_1/V_2=N_1/N_2 \quad V_1=V_2*N_1/N_2=20*1000/10=$$

$$V_1=[ \quad 2000 \quad ]$$



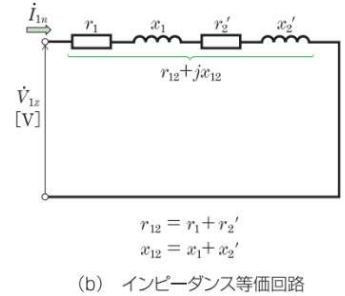
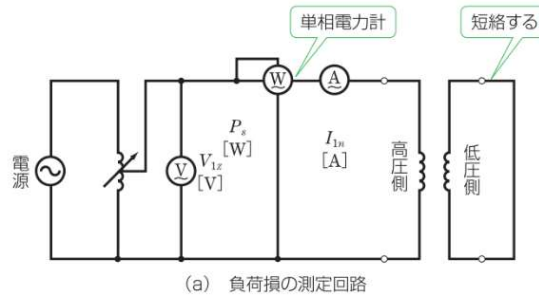
問題 7 単相変圧器の一次側に電流計，電圧計および電力計を接続して二次側を短絡し，一次側に定格 周波数の電圧を供給した。電流計が 40 A を示すよう一次側の電圧を調整したところ，電圧計 は 80 V，電力計は 1200 W を示した。この変圧器の一次側からみた巻線抵抗  $r_{12}[\Omega]$  と漏れリアクタンス  $x_{12}[\Omega]$  の値を求めよ。

$$P = I^2 r_{12} = 1200$$

$$r_{12} = 1200 / (40^2) = 0.75$$

$$Z = V / I = 80 / 40 = 2$$

$$X_{12} = \sqrt{2^2 - 0.75^2} = 1.85$$



$$r_{12}[\Omega] = [ \quad 0.75 \quad ] \quad x_{12}[\Omega] = [ \quad 1.85 \quad ]$$

問題 8 一次電圧 6600 V，二次電圧 210 V，容量 300 kV·A の単相変圧器がある。この変圧器の二次 側を短絡し，一次側に定格電流を流して，負荷損測定を行った。このときの一次電圧が 300 V，一次入力電力が 3.6 kW であった。次の各値を求めよ。

$$\text{一次定格電流} = 300 / 6.6 = 45.45 \text{ A}$$

$$P = I^2 r = 3600$$

$$r = 3600 / (45.45^2) = 1.74 [\Omega]$$

$$p = (1.74 \times 45.45) \times 100 / 6600 = 1.2 [\%]$$

$$(1) \text{百分率抵抗降下 } p [\%] = [ \quad 1.2 \quad ]$$

$$\sqrt{(1.2^2 + 4.38^2)} = 4.54 [\%]$$

$$(2) \text{短絡インピーダンス } \%Z [\%] = [ \quad 4.54 \quad ]$$

$$\text{百分率リアクタンス降下 } q [\%]$$

$$Z = V / I = 300 / 45.45 = 6.6 [\Omega]$$

$$X = \sqrt{(6.6^2 - 1.74^2)} = 6.37 [\Omega]$$

$$q = 6.37 \times 45.45 \times 100 / 6600 = 4.38 [\%]$$

$$(3) \text{百分率リアクタンス降下 } q [\%] = [ \quad 4.38 \quad ]$$

$$\epsilon_{60} = p \cos \theta + q \sin \theta = 1.2 \times 0.6 + 4.38 \times 0.8 = 4.22 [\%]$$

$$(4) \text{遅れ力率が } 60 \%, \text{ のときの各電圧変動率}$$

$$\epsilon_{60} [\%] = [ \quad 4.22 \quad ]$$

問題 9 定格容量 10 kV·A，定格二次電圧 200 V の単相変圧器が 3 台ある。次の各問いに答えよ。ただし，変圧器の巻数比は 15 である。

$$(1) \Delta\text{-}\Delta \text{ 結線のときの容量 } P_{\Delta} [\text{kV}\cdot\text{A}] \text{ を求めよ。} = [ \quad 10 \times 3 = 30 \text{ kVA} \quad ]$$

$$(2) \text{変圧器を } 2 \text{ 台用いて V-V 結線としたときの容量 } P_V [\text{kV}\cdot\text{A}] \text{ を求めよ。} = [ \quad 10 \times \sqrt{3} \text{ kVA} \quad ]$$

(3)  $\Delta\text{-}\Delta$  結線とし，定格負荷を接続したときの

$$\text{一次電流 } I_1 [\text{A}] = [ \quad 3.33 \times \sqrt{3} = 5.77 \text{ A} \quad ]$$

$$\text{二次電流 } I_2 [\text{A}] = [ \quad 50 \times \sqrt{3} = 86.6 \text{ A} \quad ]$$

および巻線 に流れる電流

$$I_1' [\text{A}] = [ \quad I_2' / a = 50 / 15 = 3.33 \text{ A} \quad ]$$

$$I_2' [\text{A}] = [ \quad 10000 / 200 = 50 \text{ A} \quad ]$$