



CH14 變壓器之特性

14-1 電壓調整率

隨堂練習解答

P297

- (B) 1. 有一部單相變壓器匝數比為 30，滿載時二次側端電壓為 110 V，已知其電壓調整率為 5%，則一次側端電壓約為多少？

(A) 3000 V (B) 3465 V (C) 3520 V (D) 3755 V。

$$\text{解 } V.R. = \frac{V_{2N} - V_{2F}}{V_{2F}} \Rightarrow 0.05 = \frac{V_{2N} - 110\text{V}}{110\text{V}} \Rightarrow V_{2N} = 115.5\text{V}$$

$$V_1 = a \times V_{2N} = 30 \times 115.5 = 3465\text{V}$$

P301

- (D) 1. 有一部 220 V / 110 V，1 kVA 單相變壓器，已知百分比電阻壓降為 3%，百分比電抗壓降為 4%，當滿載且功率因數為 1 時，電壓調整率為

(A) -3% (B) 0.3% (C) 0.6% (D) 3%。

$$\text{解 } \cos \theta_2 = 1, \sin \theta_2 = \sqrt{1 - 1^2} = 0, V.R.\% = p \cos \theta_2 \pm q \sin \theta_2 = p = 3\%$$

- (C) 2. 同上題，當滿載且功率因數為 0.8 超前時，電壓調整率為

(A) 4.8% (B) 3% (C) 0% (D) -3%。

$$\text{解 } \cos \theta_2 = 0.8, \sin \theta_2 = \sqrt{1 - 0.8^2} = 0.6$$

$$V.R.\% = p \cos \theta_2 \pm q \sin \theta_2 = 3\% \times 0.8 - 4\% \times 0.6 = 0$$

14-2 分接頭(tap)

隨堂練習解答

課本 P305

- (B) 1. 有一部單相變壓器(3450-3300-3150-3000-2850/110 V)接至分接頭 3300 V 位置，測得二次側電壓為 105 V，今欲得 110 V 之二次側電壓，則一次側分接頭應改接在哪一位置？ (A) 3450 V (B) 3150 V (C) 3000 V (D) 2850 V。

解 $a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2}$ ，要將二次側電壓由 105V 升高至 110V($V_2 \uparrow$)，

則一次側分接頭($N_1 \downarrow$)， $N_1' = 3300V \times \frac{105V}{110V} = 3150V$ 之位置

- (C) 2. 有一部單相變壓器(7200-6900-6600-6300/220 V)接至分接頭 6900 V 位置，測得二次側電壓為 230 V，若是分接頭改切換至 7200 V 之位置，則二次側電壓為 (A) 240 V (B) 230 V (C) 220 V (D) 210 V。

解 $a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2}$ ，當分接頭位置由 6900V 升高至 7200V($N_1 \uparrow$)，

則二次側電壓($V_2 \downarrow$)， $V_2' = 230V \times \frac{6900V}{7200V} = 220V$

14-3 損失與效率

隨堂練習解答

課本 P309

- (D) 1. 有關變壓器銅損之敘述，下列何者正確？

- (A)與頻率成正比 (B)與頻率平方成正比
(C)與負載電流成正比 (D)與負載電流平方成正比。

解 銅損與負載電流平方成正比

- (A) 2. 變壓器之電壓及負載電流不變，當頻率減半，則磁滯損與渦流損分別變成多少倍？ (A) 2、1 (B) 1、2 (C) 1、0.5 (D) 0.5、1。

【訂正】修正選項錯誤，修改為(A)鐵損增加 (B)鐵損減少 (C)銅損增大
(D)銅損減少。

解 鐵損與頻率成反比，因此頻率降低，鐵損增加

14-4 實際變壓器的特性

隨堂練習解答

課本 P315

- (D) 1. 有一部 1000 kVA 單相變壓器，一次側電壓為 11.4 kV，阻抗標幟值為 0.05，則變壓器阻抗實際值約為 (A)1.3Ω (B)3.5Ω (C)4.6Ω (D)6.5Ω。

$$\text{解 } Z_{base} = \frac{V^2}{S} = \frac{(11.4\text{kV})^2}{1000\text{kVA}} = 130\Omega, \quad Z_{pu} = \frac{Z_s}{Z_{base}} \Rightarrow Z_s = 130\Omega \times 0.05 = 6.5\Omega$$

自我評量解答

課本 P316

一、選擇題

- 14-1 () 1. 有一部單相變壓器在初級外加額定電壓維持不變下，滿載時二次側端電壓為 200 伏特，若將負載切離二次側端電壓變為 190 伏特，則此變壓器的電壓調整率與負載性質分別為

- (A)5%，電阻性 (B)5%，電容性
(C)-5%，電阻性 (D)-5%，電容性。

解 缺，待補

- (C) 2. 有一部 30 kVA，3000 V/200 V 單相變壓器，已知高壓側等效阻抗為 15 Ω，則其百分阻抗壓降為何？ (A)3% (B)4% (C)5% (D)6%。

$$\text{解 } I_1 = \frac{S}{V_1} = \frac{30\text{kVA}}{3000\text{V}} = 10\text{A}$$

$$\text{百分阻抗壓降 } \%Z = \frac{I_1 \times Z_{o1}}{V_1} \times 100\% = \frac{10\text{A} \times 15\Omega}{3000\text{V}} \times 100\% = 5\%$$

- 14-2 (C) 3. 下列有關變壓器的敘述何者正確？
(A)鐵心採用矽鋼片疊置可減少磁滯損
(B)鐵心中加矽可減少渦流損
(C)一次繞組及二次繞組交互疊置可改善電壓調整率
(D)分接頭的目的是在於提高功率因數。

解 (A)鐵心採用矽鋼片疊置可減少渦流損
(B)鐵心中加矽可減少磁滯損
(D)分接頭的目的是在於因應輸入電壓調整輸出電壓使其符合用戶需要

- (C) 4. 有一部變壓器一次分接頭接於 3150 V 時二次電壓為 220 V，若將一次分接頭改接於 3300 V 時，則二次電壓應為 (A)230 V (B)220V (C)210 V (D)200 V。

解 $N_1 \uparrow$ 則 $V_2 \downarrow$ ， $V_2' = 220 \times \frac{3150}{3300} = 210\text{V}$

- (A) 5. 有一 6600 V/110 V，60 Hz 之變壓器，當一次側分接頭置於 6600 V，二次側電壓為 100 V，若要調整二次側電壓為 110 V，則一次側分接頭應置於何處？
(A)6000 V (B)6150 V (C)6300 V (D)6600 V。

解 $V_2 \uparrow$ 則 $N_1 \downarrow$ ， $N_1 = 6600\text{V} \times \frac{100\text{V}}{110\text{V}} = 6000\text{V}$ 之位置

- 14-3 (B) 6. 將額定為 60 Hz 之變壓器接於 50 Hz 電源上，在電源電壓不變下，對鐵心內磁通密度之影響為何？

- (A)減少約 20 % (B)增加約 20 % (C)減少約 10 % (D)無影響。

解 應電勢 $E = 4.44fN\phi_m$ ，電壓不變下，若頻率降低，則磁通密度增加，

因此磁通量變成 $\frac{60}{50} = 1.2$ 倍

- (C) 7. 有一部 1 kVA，220/110 V，60 Hz 之變壓器，若在 50 Hz 情況下使用，在磁通密度不變，則變壓器的容量為何？

- (A)1.2 kVA (B)1 kVA (C)0.833 kVA (D)0.5 kVA。

解 磁通密度不變下，頻率降低，應電勢 $E = 4.44fN\phi_m$ 隨之降低，因此容量也必

須降低，變成 $1\text{kVA} \times \frac{50}{60} = 833\text{VA} = 0.833\text{kVA}$

- (A) 8. 一額定為 220 V/110 V、60 Hz 的單相變壓器，若高壓側輸入電壓 220 V、120 Hz 的電源，且在低壓側無負載的狀況下，下列有關此單相變壓器的敘述，何者正確？

- (A)低壓側電壓為 110 V (B)低壓側電壓降低為 55 V

- (C)低壓側電壓增加為 220 V (D)鐵心可能磁飽和。

解 $E = 4.44fN\phi_m$ ，相同電壓下，頻率由 60Hz 變成 120Hz，磁通會變成原本的 1/2 倍，不會發生飽和；因此低壓側電壓維持 110V

- (C) 9. 有一部 50 kVA 變壓器，當輸出 40 kVA 時，測得銅損為 800 W，則滿載銅損為？
(A)800 W (B)1000 W (C)1250 W (D)1600 W。

解 銅損與負載成平方正比，滿載時 $P_c' = 800 \times \left(\frac{50}{40}\right)^2 = 1250\text{W}$

(C) 10. 變壓器的鐵損

- (A)與磁通成正比 (B)與外加電壓成正比
(C)與外加電壓平方成正比 (D)與負載成正比。

解 $P_i \propto \frac{V^2}{f}$: 與電壓平方成正比, 與頻率成反比

(D) 11. 某變壓器接 220 V、60 Hz 之電源時, 渦流損為 10 W、磁滯損為 40 W, 若改接成 110 V、50 Hz 之電源時, 渦流損與磁滯損分別為

- (A)10 W、40 W (B)6 W、20 W (C)5 W、10 W (D)2.5 W、12 W。

解 渦流損 $P_e \propto V^2 \Rightarrow P'_e = 10 \times \left(\frac{110}{220}\right)^2 = 2.5\text{W}$

磁滯損 $P_h \propto \frac{V^2}{f} \Rightarrow P'_h = 40 \times \left(\frac{110}{220}\right)^2 \times \frac{60}{50} = 12\text{W}$

(A) 12. 變壓器之電壓與負載不變下, 當頻率降低, 下列敘述何者正確?

- (A)鐵損增加 (B)鐵損減少 (C)銅損增加 (D)銅損減少。

解 鐵損與頻率成反比, 頻率降低, 鐵損增加

(C) 13. 一 10 kVA 變壓器, 其滿載銅損為 400 W, 鐵損為 100 W, 若在一日運轉中, 12 小時為滿載, 功率因數為 1, 12 小時為無載, 則全日效率約為多少?

- (A)86.3 % (B)90.3 % (C)94.3 % (D)98.3 %。

解 全日輸出 $P_o = 10\text{kVA} \times 1 \times 12\text{hr} = 120\text{kW-hr}$

全日鐵損 $P_i = 100\text{W} \times 24\text{hr} = 2.4\text{kW-hr}$

全日銅損 $P_c = 400\text{W} \times 12\text{hr} \times 1 = 4.8\text{kW-hr}$

全日效率 $\eta = \frac{120\text{kW}}{120\text{kW} + 2.4\text{W} + 4.8\text{W}} = 94.3\%$

(A) 14. 一般電力變壓器在最高效率運轉時, 其條件為何?

- (A)銅損等於鐵損 (B)銅損大於鐵損
(C)銅損小於鐵損 (D)效率與銅損及鐵損無關。

解 變壓器最大效率發生於變動損失(銅損)等於固定損失(鐵損), 一般設計在接近滿載時

(C) 15. 有一部 2000 V / 100 V、500 kVA 之單相變壓器, 滿載時銅損為 5 kW, 鐵損為 3.2 kW, 則效率最大時之負載為多少?

- (A)300 kVA (B)350 kVA (C)400 kVA (D)450 kVA。

解 最大效率發生在銅損等於鐵損時, 即 $m = \sqrt{\frac{P_i}{P_c}} = \sqrt{\frac{3.2\text{kW}}{5\text{kW}}} = 0.8$ 載時

0.8 載時輸出容量 $S = 500\text{kVA} \times 0.8 = 400\text{kVA}$

- (C) 16. 有一部 10 kVA 變壓器，已知滿載銅損為 250 W，鐵損為 160 W，負載功率因數為 80%，求變壓器最大效率為何？

(A)92.6% (B)94.2% (C)95.2% (D)96.4%。

解 最大效率發生在 $\sqrt{\frac{P_i}{P_c}} = \sqrt{\frac{160}{250}} = 0.8$ 載

輸出功率 $P = 10\text{kVA} \times 0.8 \times 0.8 = 6.4\text{kW}$

最大效率 $\eta = \frac{P_o}{P_o + P_i} = \frac{6400}{6400 + 160 + 160} = 0.952 = 95.2\%$

- (B) 17. 一額定為 90 kVA 的變壓器，負載功率因數為 0.8。在 3/4 載時，可獲得最大效率為 96%，請問此機滿載時之銅損為何？

(A)1125 W (B)2000 W (C)2560 W (D)3440 W。

解 90kVA 的變壓器 3/4 滿載，功率因數為 0.8 時

輸出 $P_o = 90\text{kVA} \times \frac{3}{4} \times 0.8 = 54\text{kW}$ ，由於最大效率時銅損等於鐵損

因此 $0.96 = \frac{54000}{54000 + 2P_i}$ ，計算可得 3/4 載時鐵損等於銅損各為 1125W

滿載時銅損為 $1125\text{W} \times (\frac{4}{3})^2 = 2000\text{W}$

- (A) 18. 有一部單相變壓器最大效率發生在 80% 滿載時，則半載時變壓器之鐵損與銅損之比值約為何？ (A)2.56 (B)3.21 (C)4.12 (D)5.14。

解 最大效率發生在 $\sqrt{\frac{P_i}{P_c}} \Rightarrow 0.8 = \sqrt{\frac{P_i}{P_c}} \Rightarrow P_i = 0.64P_c$

半載時鐵損 $P_i = 0.64P_c$ 維持不變，銅損降為 1/4 為 $0.25P_c$

兩者比值為 $\frac{0.64P_c}{0.25P_c} = 2.56$

- (B) 19. 有一部 10 kVA，2400 V / 240 V 變壓器，滿載時一次側、二次側電壓分別為 2440 V 及 240 V，則其電壓調整率為何？

(A)1.05% (B)1.67% (C)2.5% (D)3.66%。

解 已知滿載時 $V_{2F} = 240\text{V}$ ，

無載時 $V_{2N} = \frac{2440\text{V}}{10} = 244\text{V}$ ， $VR\% = \frac{V_{2N} - V_{2F}}{V_{2F}} = \frac{244 - 240}{240} \times 100\% = 1.67\%$

- (A) 20. 有一 10 kVA 變壓器，在負載功因為 1 時，測得滿載時銅損為 200 W，則滿載時變壓器電壓調整率為 (A)2% (B)2.2% (C)2.4% (D)2.6%。

解 電壓調整率 $V.R.\% = p \cos \theta + q \sin \theta = p$ ($\because \cos = 1$)

$$p = \frac{I_2 R_{e2}}{V_2} = \frac{I_2^2 R_{e2}}{V_2 I_2} = \frac{P_c}{S} = \frac{200\text{W}}{10\text{kVA}} = 0.02 = 2\%$$

- 14-4 (A) 21. 有一部 10 MVA 單相變壓器，其初級額定電壓為 80 kV，標么電抗為 0.2 P.U.，求電抗實際值應為何？ (A)128 Ω (B)256 Ω (C)512 Ω (D)640 Ω 。

解 電抗基準值 $Z_b = \frac{V^2}{S} = \frac{(80\text{kV})^2}{10\text{MVA}} = 640\Omega$ ，實際值為 $640\Omega \times 0.2 = 128\Omega$

- (A) 22. 有一部 1000 kVA 變壓器，若其電阻標么值為 0.006 P.U.，電抗標么值為 0.008 P.U.，則其阻抗標么值為 (A)0.01 P.U. (B)0.014 P.U. (C)0.02 P.U. (D)0.048 P.U.。

解 $Z_{pu} = \sqrt{0.006^2 + 0.008^2} = 0.01 \text{ P.U.}$

二、計算題

1. 有一 5 kVA，60 Hz、3000 V / 200 V 的變壓器，換算於二次的電阻為 0.14 Ω ，電抗為 0.16 Ω ，負載為電感性，則：
- (1) 二次側額定電流為何？
 - (2) 百分比電阻壓降 p 為何？
 - (3) 百分比電抗壓降 q 為何？
 - (4) 滿載且功率因數為 0.8 落後時，電壓調整率為何？
 - (5) 半載且功率因數為 0.6 超前時，電壓調整率為何？

解 (1) $I_2 = \frac{S}{V_2} = \frac{5\text{kVA}}{200\text{V}} = 25\text{A}$

$$(2) p\% = \frac{I_2 R_{e2}}{V_2} \times 100\% = \frac{25 \times 0.14}{200} \times 100\% = 1.75\%$$

$$(3) q\% = \frac{I_2 X_{e2}}{V_2} \times 100\% = \frac{25 \times 0.16}{200} \times 100\% = 2\%$$

$$(4) VR\% = p \cos \theta + q \sin \theta = 1.75 \times 0.8 + 2 \times 0.6 = 2.6\%$$

$$(5) VR\% = \frac{1}{2}(p \cos \theta - q \sin \theta) = \frac{1}{2}(1.75 \times 0.6 - 2 \times 0.8) = -0.275\% (\cos \theta \text{ 超前取負號})$$

2. 有一台 20 kVA、2400 V / 240 V、60 Hz 單相變壓器，鐵損為 75 W，滿載銅損為 300 W，則變壓器的：

- (1) 滿載且功率因數為 1 時，效率為何？
- (2) 半載且功率因數為 0.8 落後時，效率為何？

解 (1) 滿載且功因為 1 時，效率為：

$$\eta = \frac{P_o}{P_i} = \frac{P_o}{P_o + P_L} = \frac{20\text{kVA} \times 1 \times 1}{(20\text{kVA} \times 1 \times 1) + 300 + 75} \times 100\% = 98.16\%$$

(2) 半載且功率因數為 0.8 落後時，效率為：

$$\eta = \frac{P_o}{P_i} = \frac{P_o}{P_o + P_L} = \frac{20\text{kVA} \times 0.5 \times 0.8}{(20\text{kVA} \times 0.5 \times 0.8) + (300 \times 0.5^2) + 75} \times 100\% = 98.16\%$$

(3) 最大效率發生在 $m = \sqrt{\frac{P_i}{P_c}} = \sqrt{\frac{75\text{ W}}{300\text{ W}}} = 0.5$ (半載)

$$\text{最大效率 } \eta = \frac{P_o}{P_i} = \frac{P_o}{P_o + P_L} = \frac{20\text{kVA} \times 0.5 \times 1}{(20\text{kVA} \times 0.5 \times 1) + (300 \times 0.5^2) + 75} \times 100\% = 98.5\%$$

(4) a. 全日輸出功率為 $P_o = (20\text{kVA} \times 0.8 \times 10 \times 1) + (20\text{kVA} \times 0.8 \times 6 \times 0.5) = 208\text{kWH}$

b. 全日鐵損為 $P_i = 75 \times 24 = 1.8\text{kWH}$

c. 全日銅損為 $P_c = (300 \times 10 \times 1) + (300 \times 6 \times 0.5^2) = 3.45\text{kWH}$

d. $\eta_{24\text{hr}} = \frac{P_o}{P_o + P_L} = \frac{208}{208 + 1.8 + 3.45} \times 100\% = 97.54\%$

鍛鍊本解答－嚴選精華

14-1 1. 變壓器電壓調整率： $VR\% = \frac{V_{2N} - V_{2F}}{V_{2F}} \times 100\%$ 。

2. 變壓器無載時二次側電壓： $V_{2N} = \frac{1}{a} V_1 = \sqrt{(V_2 \cos \theta + I_2 R_{o2})^2 + (V_2 \sin \theta \pm I_2 X_{o2})^2}$ ，

電感性負載時，公式帶「+」，電容性負載時，公式帶「-」。

3. 百分比阻抗法求電壓調整率： $VR\% = p \cos \theta \pm q \sin \theta$ ，其中

百分比電阻壓降 $p = \frac{I_2 R_{o2}}{V_2} \times 100\%$ ；百分比電抗壓降 $q = \frac{I_2 X_{o2}}{V_2} \times 100\%$ 。

電感性負載時，公式帶「+」，電容性負載時，公式帶「-」。

14-2 4. 為了維持二次側 電壓 穩定，變壓器通常使用分接頭來改變其 匝數比。分接頭都會設在 小 電流端 (高 電壓端)，因電流較小，導線較細，接頭抽出較容易。

5. 升壓變壓器分接頭設於二次側，因此 V_1 、 N_1 為定值，而 V_2 與 N_2 成正比，即 N_2 匝數上升， V_2 電壓上升。
6. 降壓變壓器分接頭設於一次側，因此 V_1 、 N_2 為定值，而 V_2 與 N_1 成反比，即 N_1 匝數下降， V_2 電壓上升。

14-3 7. 變壓器的損失分成兩大類：

- (1) 無載損：包含鐵損 (磁滯損及渦流損) 及介質損兩種。
 - (2) 負載損：又稱為銅損。
8. 變壓器的磁滯損： $P_h = K_h \times B_m^2 \times f = K_1 \times \frac{V_1^2}{f}$ ；式中：磁滯損與外加電壓平方成正比，與頻率成反比。
 9. 變壓器的渦流損： $P_e = K_e \times d^2 \times B_m^2 \times f^2 = K_2 \times V_1^2$ ；式中：渦流損與外加電壓平方成正比，與頻率無關。
 10. 變壓器的磁滯損與渦流損於鐵損所佔的比率，約為4 : 1
(即磁滯損影響鐵損較渦流損大)，因此鐵損表示為 $P_i \approx K \frac{V_1^2}{f}$ 。
 11. 變壓器的負載損是指電流通過繞組內阻所產生的損失，又稱為銅損，因此銅損可以表示為： $P_c \approx I_2^2 \times R_{o2}$ 。
 12. 變壓器之效率為輸出功率與輸入功率之百分比，基本公式為：
$$\eta\% = \frac{P_o}{P_{in}} \times 100\%$$
 13. 變壓器滿載時效率： $\eta_f\% = \frac{S \cdot \cos\theta}{S \cdot \cos\theta + P_i + P_{cf}} \times 100\%$ 。
 14. 變壓器任意負載($\frac{1}{m}$)時效率： $\eta_{\frac{1}{m}}\% = \frac{\frac{1}{m} \cdot S \cdot \cos\theta}{\frac{1}{m} \cdot S \cdot \cos\theta + P_i + \left(\frac{1}{m}\right)^2 \cdot P_{cf}} \times 100\%$ 。
 15. 變壓器最大效率發生在鐵損等於銅損時；當變壓器在($\frac{1}{m}$)負載時產生最大效率，則 $\frac{1}{m} = \sqrt{\frac{P_i}{P_{cf}}}$ 。
 16. 變壓器最大效率為 $\eta_{\max}\% = \frac{\frac{1}{m} \cdot S \cdot \cos\theta}{\frac{1}{m} \cdot S \cdot \cos\theta + 2P_i} \times 100\%$

17. 全日效率係指在一天 24 小時的輸出總能量與輸入總能量的比值，公式為

$$\eta_d \% = \frac{\text{一日輸出總能量}}{\text{一日輸入總能量}} \times 100\%。$$

14-4 18. 阻抗基準值 $Z_b = \frac{V_b^2}{S_b}$ ，阻抗標么值 $Z_{pu} = \frac{Z}{Z_b} = Z \cdot \frac{S_b}{V_b^2} \times 100\%$ 。

19. 當基準值改變時，標么值應予修正 $Z_{pu2} = Z_{pu1} \cdot \frac{S_{b2}}{S_{b1}} \cdot \left(\frac{V_{b1}}{V_{b2}}\right)^2$ 。

鍛鍊本解答—大顯身手

課內題

詳解請參考自我評量解答 P1-2~1-6

課外題

一、精選題

(D) 1. 有一台 5kVA 的單相變壓器，滿載時，銅損為 120W，鐵損為 100W，效率為 0.95，則負載之功率因數值約為多少？ (A)0.65 (B)0.71 (C)0.78 (D)0.83。

解 效率 $0.95 = \frac{P_o}{P_o + 120 + 100} \Rightarrow P_o = \frac{0.95(120 + 100)}{0.05} = 4180\text{W}$

$$\cos \theta = \frac{P_o}{S} = \frac{4180}{5000} = 0.836$$

(C) 2. 額定 5kVA，200V/100V，60Hz 之單相變壓器，經短路實驗得高壓側等效電阻為 1Ω ；若此變壓器供應功率因數為 1.0 之負載且在變壓額定容量的 80% 時發生最高效率，則最高效率時的總損失為多少？

(A)400W (B)625W (C)800W (D)1000W。

解 高壓側額定電流 $I_1 = \frac{S}{V_1} = \frac{5 \times 10^3}{200} = 25\text{A}$

滿載銅損 $P_c = I_1^2 R_{e1} = 25^2 \times 0.1 = 625\text{W}$

80% 負載時之銅損 $P'_c = 0.8^2 \times 625 = 400\text{W}$ ，最高效率時鐵損等於銅損，此時總損失為 $400 + 400 = 800\text{W}$

(C) 3. 額定 3kVA、6000V/200V、60Hz 之單相變壓器，一次等值電阻及電抗分別為 $R_{o1} = 90\Omega$ ， $X_{o1} = 60\Omega$ ，則滿載功因 0.8 超前時，變壓器電壓調整率為

(A) -3% (B) -0.3% (C) 0.3% (D) 3%。

$$\text{解 } I_1 = \frac{S}{V_1} = \frac{3\text{kVA}}{6000\text{V}} = 0.5\text{A}, \quad p\% = \frac{0.5 \times 90}{6000} \times 100\% = 0.75\%$$

$$q\% = \frac{0.5 \times 60}{6000} \times 100\% = 0.5\%$$

$$V.R.\% = p \cos \theta \pm q \sin \theta = 0.75\% \times 0.8 - 0.5\% \times 0.6 = 0.3\% \text{ (超前取-)}$$

二、情境題

(C) 4. 小楊的工廠有一台具有分接頭的單相變壓器(分接頭規格 6900V - 6600V - 6300V - 6000V - 5700V/110V)，現在一次側分接頭接於 6300V 位置，二次側輸出電壓為 105V，若小楊希望二次側輸出電壓為 110V，則小楊應將一次側分接頭改接至何處較為適當？

(A) 6900V 位置 (B) 6300V 位置 (C) 6000V 位置 (D) 5700V 位置。

$$\text{解 } \text{匝數比 } a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2}, \quad \text{欲將電壓 } V_2 \uparrow, \quad \text{則分接頭 } N_1 \downarrow$$

$$\text{因此分接頭 } N'_1 = 6600 \times \frac{100}{110} = 6000\text{V 之位置}$$

(C) 5. 工廠有台 10kVA 的單相變壓器，在滿載銅損為 400W，鐵損為 100W，為了配合工廠上班的時間，因此 6 時至 18 時，共 12 小時均為滿載運轉，且功率因數為 1，其餘時間則為無載運轉，且不斷電，求此變壓器之全日效率約為多少？

(A) 86.3% (B) 90.3% (C) 94.3% (D) 98.3%。

$$\text{解 } \text{全日輸出 } P_o = 10\text{kVA} \times 1 \times 12\text{hr} = 120\text{kWH}$$

$$\text{全日鐵損 } P_i = 100\text{W} \times 24\text{hr} = 2.4\text{kWH}$$

$$\text{全日銅損 } P_c = 400\text{W} \times 12\text{hr} \times 1 = 4.8\text{kWH}$$

$$\text{全日效率 } \eta = \frac{120}{120 + 2.4 + 4.8} \times 100\% = 94.3\%$$

鍛鍊本解答－高手過招

- (C) 1. 有一額定容量為 1200kVA 之單相變壓器，滿載時銅損為 100kW，鐵損為 25kW，若此變壓器最大效率為 0.9，則在最大效率下之負載功率因數為何？

(A)0.85 (B)0.80 (C)0.75 (D)0.70。 【108 統測】

$$\text{解 } P_k = \left(\frac{1}{m}\right)^2 P_{cf}, \left(\frac{1}{m}\right) = \sqrt{\frac{25k}{100k}} = \frac{1}{2}$$

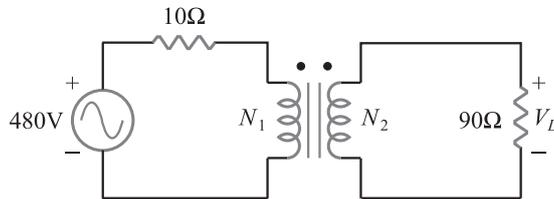
$$\eta_{\max} = \frac{\frac{1}{2} \times 1200k \times \cos \theta}{\frac{1}{2} \times 1200k \times \cos \theta + 2 \times 25k} \times 100\%, \cos \theta = 0.75$$

- (A) 2. 某單相變壓器，若二次側的滿載電壓為 220V，且電壓調整率為 5%，則二次側的無載電壓為何？ (A)231V (B)213V (C)123V (D)77V。 【108 統測】

$$\text{解 } \varepsilon\% = \frac{V_o - V_f}{V_f} \times 100\%, 5\% = \frac{V_o - 220}{220}, v_o = 231V$$

- (A) 3. 如圖(1)所示之理想變壓器電路，若變壓器匝數比 $N_1 : N_2 = 1 : 3$ ，則電壓 V_L 為何？

(A)720V (B)600V (C)480V (D)360V。 【108 統測】



圖(1)

$$\text{解 } R_{o2} = \left(\frac{1}{a}\right)^2 R_1 + R_2 = 9 \times 10 + 90 = 180, E_2 = \frac{1}{a} E_1 = 480 \times 3 = 1440V$$

- (C) 4. 一台 $15kVA, \frac{200V}{200V}$ 之單相變壓器，滿載時功率因數為 0.8，鐵損為 300W，銅損為 500W，則滿載效率約為何？

(A)91.35% (B)92.45% (C)93.75% (D)94.94%。 【107 統測】

$$\text{解 } \eta\% = \frac{15000 \times 0.8}{15000 \times 0.8 + 300 + 500} \times 100\% = 93.75\%$$

- (A) 5. 一部 600V/200V 之變壓器，當二次側繞組匝數增加 20%，且此修改後的變壓器之二次側輸出電壓仍維持 200V，則一次側輸入電壓應為何？

(A)500V (B)550V (C)700V (D)750V。 【106 統測】

解 $N_1 = 600$, $N_2 = 1.2 \times 200 = 240$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} , \frac{V_1}{200} = \frac{600}{240} , V_1 = 500\text{V}$$

- (A) 6. 單相變壓器的電壓比為 2400V/240V , 若高壓側的電阻為 50Ω , 則等效至低壓側的電阻值為何?

(A)0.5 Ω (B)50 Ω (C)500 Ω (D)5000 Ω 。

【105 統測】

解 $a = \frac{2400}{240} = 10$, $R_{02} = \frac{1}{a^2} R_{01} = \frac{1}{100} \times 50 = 0.5\Omega$

- (C) 7. 變壓器的一次側施加輸入電壓, 激磁電流會含有磁化電流的成分, 磁化電流產生交鏈磁通於變壓器鐵心, 試問磁化電流的相位為何?

(A)磁化電流的相位與輸入電壓同相

(B)磁化電流的相位超前輸入電壓約 30 度

(C)磁化電流的相位落後輸入電壓 90 度

(D)磁化電流的相位超前輸入電壓 90 度。

【105 統測】

- (A) 8. 某單相變壓器之最大效率發生在 80%滿載時, 則半載時變壓器之鐵損與銅損之比值約為何? (A)2.56 (B)3.21 (C)4.12 (D)5.14。

【104 統測】

解 $P_k = \left(\frac{1}{m}\right)^2 P_{cf} = 0.64P_{cf}$ (鐵損為定值)

$$\text{半載時 } P_c = \left(\frac{1}{2}\right)^2 P_{cf} = 0.25P_{cf} , \frac{0.64P_{cf}}{0.25P_{cf}} = 2.56$$

