

## 交流功率

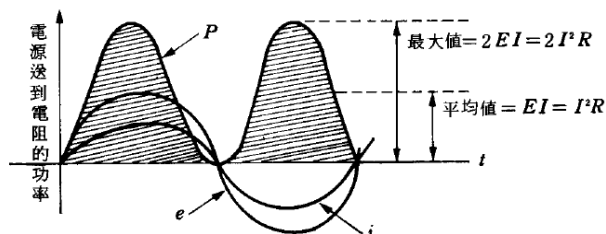
## 重點整理

## 1. R、L、C 元件的功率特性：

## (1) 純電阻電路之瞬時功率：

若流經電阻之電流為  $i = \sqrt{2}I \sin \omega t$ ，電阻兩端之電壓為  $e = \sqrt{2}E \sin \omega t$ ，則瞬時功率為

$$\begin{aligned} P &= e \times i = (\sqrt{2}E \sin \omega t)(\sqrt{2}I \sin \omega t) \\ &= 2EI \sin^2 \omega t \\ &= EI - EI \cos 2\omega t \end{aligned}$$

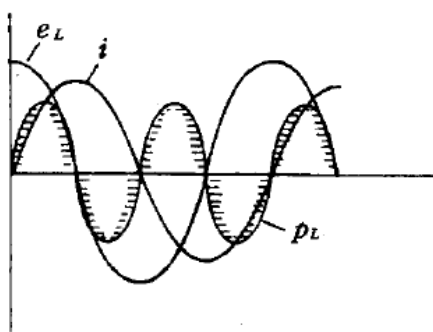


- 平均功率： $EI$
- 瞬時最大功率： $2EI$
- 瞬時最小功率： $0$
- 功率頻率為電源頻率的2倍

## (2) 純電感電路之瞬時功率：

電感器兩端之電壓為  $e = \sqrt{2}E \sin(\omega t + 90^\circ)$ ，電流為  $i = \sqrt{2}I \sin \omega t$ ，則瞬時功率為

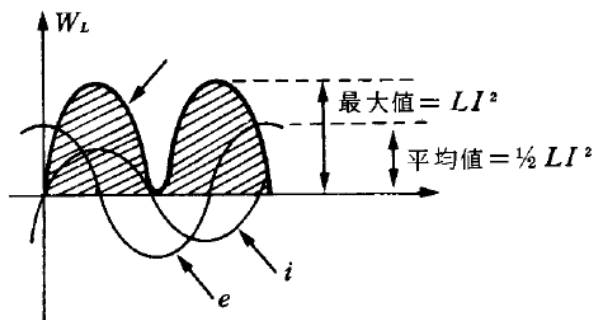
$$\begin{aligned} P &= e \times i = (\sqrt{2}E \cos \omega t)(\sqrt{2}I \sin \omega t) \\ &= EI \sin 2\omega t \end{aligned}$$



- 平均功率： $0$
- 瞬時最大功率： $EI$
- 瞬時最小功率： $-EI$
- 功率頻率為電源頻率的2倍
- 線圈儲存能量

- $W_L = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}L(\sqrt{2}I \sin \omega t)^2 = \frac{1}{2}LI^2 - \frac{1}{2}LI^2 \cos 2\omega t$

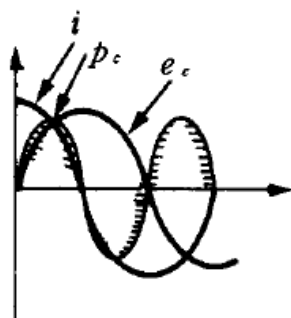
- 線圈儲存能量平均值  $\frac{1}{2}LI^2$ ，最大值  $LI^2$



(3) 純電容電路的瞬時功率：

電容器兩端之電壓為  $e = \sqrt{2}E \sin \omega t$ ，電流為  $i = \sqrt{2}I \sin(\omega t + 90^\circ)$ ，則瞬時功率為

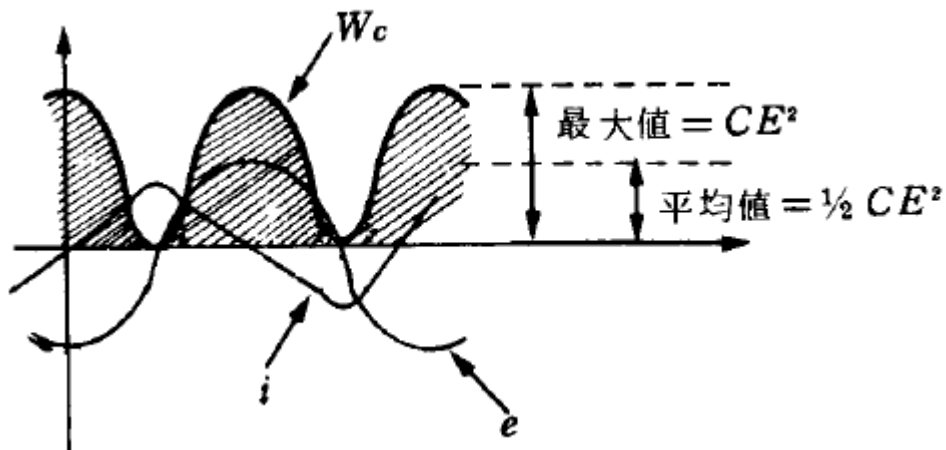
$$\begin{aligned}
 P &= e \times i = (\sqrt{2}E \sin \omega t)(\sqrt{2}I \sin(\omega t + 90^\circ)) \\
 &= (\sqrt{2}E \sin \omega t)(\sqrt{2}I \cos \omega t) \\
 &= EI \sin 2\omega t
 \end{aligned}$$



- a. 平均功率：0
- b. 瞬時最大功率：EI
- c. 瞬時最小功率：-EI
- d. 功率頻率為電源頻率的2倍
- e. 電容儲存能量

i.  $W_L = \frac{1}{2} CE^2 = \frac{1}{2} L(-\sqrt{2}E \cos \omega t)^2 = \frac{1}{2} CE^2 - \frac{1}{2} CE^2 \cos 2\omega t$

ii. 線圈儲存能量平均值  $\frac{1}{2} CE^2$ ，最大值  $CE^2$

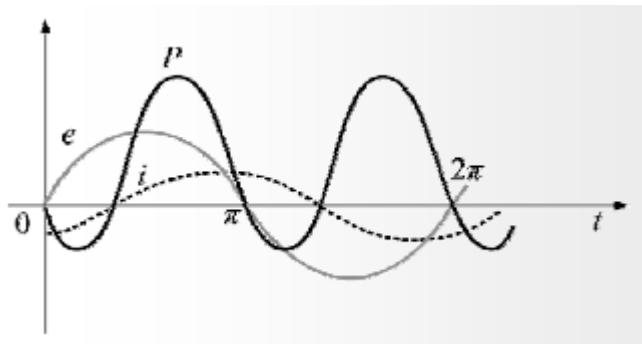


(4) 電感性或電容性：

負載兩端之電壓為  $e = \sqrt{2}E \sin \omega t$ ，電流為  $i = \sqrt{2}I \sin(\omega t - \theta)$ ，則瞬時功率為

$$P = e \times i = (\sqrt{2}E \sin \omega t) (\sqrt{2}I \sin(\omega t - \theta))$$

$$= EI \cos \theta - EI \cos(2\omega t - \theta)$$



※ 【積化和差】  $\sin \alpha \times \sin \beta = \frac{1}{2} [\cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta)]$

有一交流電路， $v(t) = 100\sqrt{2} \sin(377t)$  伏特， $i(t) = 20\sqrt{2} \sin(377t - 30^\circ)$  安培，則瞬時功率  $p(t) =$  (A)  $2000[\frac{\sqrt{3}}{2} - \cos(754t - 30^\circ)]$  (B)  $2000[\frac{\sqrt{3}}{2} - \sin(754t - 30^\circ)]$  (C)  $2000[\frac{\sqrt{3}}{2} - \cos(377t - 30^\circ)]$  (D)  $2000[1 - \cos(754t - 30^\circ)]$ 。

解答 A

某負載電壓  $v(t) = 100\sqrt{2} \cos(377t - 30^\circ)$ ，電流  $i(t) = 10\sqrt{2} \cos(377t + 30^\circ)$ ，虛功率為 (A)  $1000\sqrt{2}$  (B) 1000 (C)  $500\sqrt{3}$  (D) 500 VAR。

解答 C

某負載電壓  $v(t) = 100\sqrt{2} \cos(377t - 30^\circ)$ ，電流  $i(t) = 10\sqrt{2} \cos(377t + 30^\circ)$ ，視在功率為 (A) 2000 (B) 1000 (C) 800 (D) 500 VA。

解答 B

某負載電壓  $v(t) = 100\sqrt{2} \cos(377t - 30^\circ)$ ，電流  $i(t) = 10\sqrt{2} \cos(377t + 30^\circ)$ ，電路頻率為 (A) 50 (B) 60 (C) 314 (D) 377 Hz。

解答 B

某負載電壓  $v(t) = 100\sqrt{2} \cos(377t - 30^\circ)$ ，電流  $i(t) = 10\sqrt{2} \cos(377t + 30^\circ)$ ，實功率為 (A)  $1000\sqrt{2}$  (B) 1000 (C)  $500\sqrt{2}$  (D) 500 W。

解答 D

2. 視在功率(S)、有效功率(P)、無效功率(Q)

$$P(t) = e(t) \times i(t) = (\sqrt{2}E \cos \omega t) \times (\sqrt{2}I \cos(\omega t - \theta))$$

$$= EI \cos \theta (1 + \cos 2\omega t) + EI \sin \theta \sin 2\omega t$$

$$= P \pm jQ$$

(1) 視在功率  $\rightarrow S = VI$

(2) 有效功率  $\rightarrow P = VI \cos \theta$

(3) 無效功率  $\rightarrow Q = VI \sin \theta$

(4)  $P_{\max} = VI(\cos \theta + 1) = P + S$

(5)  $P_{\min} = VI(\cos \theta - 1) = P - S$

有一交流電路  $v(t) = E_m \sin(\omega t + \theta_v)$  伏特、 $i(t) = I_m \sin(\omega t + \theta_i)$  安培，則此電路的虛功率為 (A)  $E_m I_m \sin(\theta_v)$

(B)  $\sqrt{2} E_m I_m \sin(\theta_v - \theta_i)$  (C)  $\frac{E_m I_m}{2} \cos(\theta_v - \theta_i)$  (D)  $\frac{E_m I_m}{\sqrt{2}} \cos(\theta_v - \theta_i)$  (E)  $\frac{E_m I_m}{2} \sin(\theta_v - \theta_i)$

VAR。

**解答** E

有一交流電路  $v(t) = E_m \sin(\omega t + \theta_v)$  伏特、 $i(t) = I_m \sin(\omega t + \theta_i)$  安培，則此電路的視在功率為 (A)  $E_m I_m$

(B)  $\sqrt{2} E_m I_m$  (C)  $\frac{E_m I_m}{2}$  (D)  $\frac{E_m I_m}{\sqrt{2}}$  VA。

**解答** C

有一交流電路  $v(t) = E_m \sin(\omega t + \theta_v)$  伏特、 $i(t) = I_m \sin(\omega t + \theta_i)$  安培，則此電路的實功率為 (A)  $E_m I_m \sin(\theta_v)$

(B)  $\sqrt{2} E_m I_m \sin(\theta_v - \theta_i)$  (C)  $\frac{E_m I_m}{2} \cos(\theta_v - \theta_i)$  (D)  $\frac{E_m I_m}{\sqrt{2}} \cos(\theta_v - \theta_i)$  (E)  $\frac{E_m I_m}{2} \sin(\theta_v - \theta_i)$  W。

**解答** C

有一交流電路， $v(t) = 10 \sin(100t + 10^\circ)$  V， $i(t) = 5 \sin(100t - 50^\circ)$  A，功率因數為 (A) 1 (B) 0.866 (C) 0.707

(D) 1.414 (E) 0.5。

**解答** E

有一交流電路， $v(t) = 10 \sin(100t + 10^\circ)$  V， $i(t) = 5 \sin(100t - 50^\circ)$  A，電路之功率 P 等於 (A) 25W (B) 12.5W

(C) 50W (D) 2W (E) 100W。

**解答** B

有一個單相交流負載，負載端電壓為  $v(t) = 5 \sin(377t + 5^\circ)$  V，負載端電流為  $i(t) = 4 \sin(377t - 55^\circ)$  A，則負載之平均功率應為若干 W？ (A) 5 (B) 10 (C) 20 (D) 40。

**解答** A

交流電路中某元件端電壓  $v(t) = 100\sqrt{2} \sin(\omega t + 60^\circ)$ ，電流  $i(t) = 10\sqrt{2} \sin(\omega t + 30^\circ)$ ，則此元件的最大瞬間功率為 (A) 2000 (B) 1866 (C) 1677 (D) 1245 W。

**解答** B

加在一電路上之電壓為  $e(t) = 110 \sin(\omega t + 30^\circ)$  伏特，通過之電流為  $i(t) = 5 \sin(\omega t + 60^\circ)$  安培，試求最大負值瞬間電功率？ (A) -275 瓦特 (B) -114 瓦特 (C) -37 瓦特 (D) -0 瓦特。

**解答** C

### 3. 複數功率

(1) 1934 年國際電工技術委員會決定，以感抗功率為負，容抗功率為正。 $S = V^* I$

(2) 電力系統中慣用  $S = VI^*$

$\bar{E} = 200 + j50$ ， $\bar{I} = 3 - j4$ ，則複數功率為 (A)  $800 - j950$  (B)  $400 - j950$  (C)  $800 - j650$  (D)  $400 + j950$ 。

**解答** D

已知一電路阻抗  $Z = 9 + j12 \Omega$ ，外加電壓  $v = 300 \angle 60^\circ$  伏，則其複數功率為 (A)  $3600 + j4800$  伏安 (B)  $3600 - j4800$  伏安 (C)  $4500 + j6000$  伏安 (D)  $4500 - j6000$  伏安。

**解答** A

4. 功率因數

(1)  $P.F. = \frac{P}{S} = \cos \theta$

(2) 串聯  $R \pm jX$  ,  $\cos \theta_s = \frac{R}{Z_s} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X^2}}$

(3) 並聯  $G \pm jB$  ,  $\cos \theta_p = \frac{G}{Y} = \frac{Z_p}{R} = \frac{X}{\sqrt{R^2 + X^2}}$

(4)  $\cos^2 \theta_s + \cos^2 \theta_p = 1$

(5)  $P_s = \left( \frac{E}{|R \pm jX|} \right)^2 \times R = \frac{R}{R^2 + X^2} \times E^2 = \cos^2 \theta_s \times \frac{E^2}{R} = \cos^2 \theta_s \times P_p$

RC 兩元件串聯時功率因數為 0.6，若將此二元件改為並聯，則其功率因數為 (A)0.6 (B)0.8 (C)1 (D)0.5 (E)0.4。

**解答** B

RL 串聯電路之阻抗為  $R+jX_L$  歐姆，其等效 RL 並聯電路之導納為 (A)  $\frac{R}{R^2 + X_L^2} + j\frac{X_L}{R^2 + X_L^2}$

(B)  $\frac{R}{R^2 + X_L^2} - j\frac{X_L}{R^2 + X_L^2}$  (C)  $R - jX_L$  (D)  $\frac{X_L}{R^2 + X_L^2} + j\frac{R}{R^2 + X_L^2}$  (E)  $\frac{X_L}{R^2 + X_L^2} - j\frac{R}{R^2 + X_L^2}$  歐

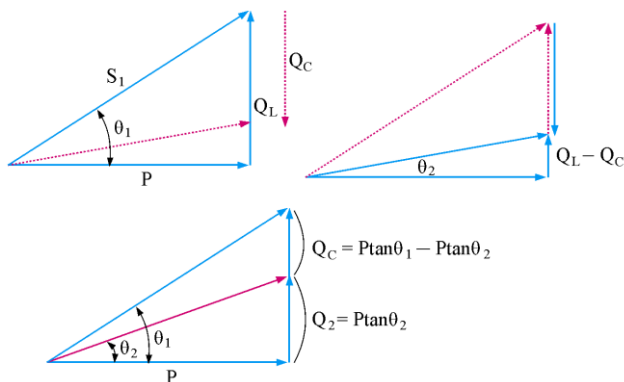
姆。

**解答** B

RL 串聯電路，其功率因數為 0.5， $P_s=500W$ ，若同元件 RL 接成並聯電路，則其功因為 0.866， $P_p=2000W$

5. 功率因數之改善 → 因為電動機大部份為電感性負載，所以並聯電容器改善功因。

$$Q_C = P(\tan \theta_1 - \tan \theta_2) , Q_C = \frac{V^2}{X_C} = V^2 \times 2\pi f C \therefore C = \frac{Q_C}{2\pi f \times V^2}$$



串聯時，電感為  $+jX$ ，電容為  $-jX$

並聯時，電感為  $-jB$ ，電容為  $+jB$ 。

$$\text{導納 } Y = G \pm B \quad \text{電導 } G = \frac{1}{R} = \sigma \frac{A}{L}$$

$$\text{電感納 } B_L = \frac{1}{X_L} \quad \text{電容納 } B_C = \frac{1}{X_C}$$

$$\text{相位角 } \theta = \tan^{-1} \frac{B}{G}$$

$$\text{功率因數 } PF = \frac{P}{S} = \frac{G}{Y} = \cos \theta$$

$$\text{並聯 RL : } Y = G - jB_L$$

$$\text{瞬時電功率 } P = EI \cos \theta - EI \cos(2\omega t - \theta)$$

$$\text{並聯 RC : } Y = G + jB_C$$

$$\text{瞬時電功率 } P = EI \cos \theta - EI \cos(2\omega t + \theta)$$

功率關係： $S = P \pm jQ$  視在功率  $S$ ：伏安 實功率  $P$ ：瓦特 虛功率  $Q$ ：乏

$$6. \quad \text{導納 } Y = G \pm B \quad \text{電導 } G = \frac{1}{R} = \sigma \frac{A}{L}$$

$$7. \quad \text{電感納 } B_L = \frac{1}{X_L} \quad \text{電容納 } B_C = \frac{1}{X_C}$$

$$8. \quad \text{相位角 } \theta = \tan^{-1} \frac{B}{G}$$

$$9. \quad \text{功率因數 } PF = \frac{P}{S} = \frac{G}{Y} = \cos \theta$$

$$10. \quad \text{並聯 RL : } Y = G - jB_L$$

$$11. \quad \text{瞬時電功率 } P = EI \cos \theta - EI \cos(2\omega t - \theta)$$

$$12. \quad \text{並聯 RC : } Y = G + jB_C$$

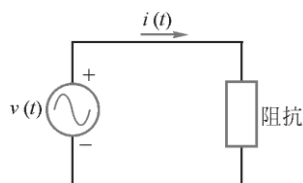
$$13. \quad \text{瞬時電功率 } P = EI \cos \theta - EI \cos(2\omega t + \theta)$$

14. 功率關係： $S = P \pm jQ$  視在功率  $S$ ：伏安 實功率  $P$ ：瓦特 虛功率  $Q$ ：乏

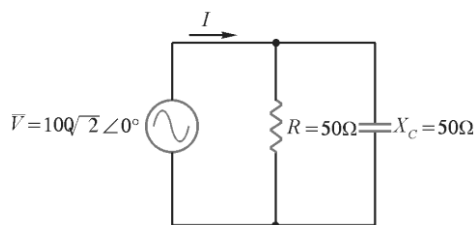


### 歷屆試題精選

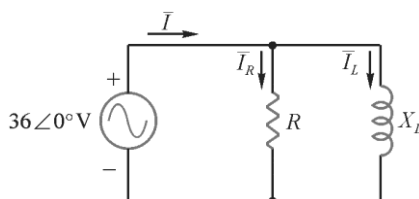
- ( ) 1. R-L 並聯時，消耗功率為 270W，改串聯再接回電源，則消耗 135W，則串聯時之功率因數為 (A)1 (B)0.8 (C)0.707 (D)0.6。
- ( ) 2. 有一 110 伏特，60 赫芝之單相電源，其輸出阻抗為  $1 + j0.377$  歐姆。今將此電源加在一負載上，此負載由一電阻及一電感串聯而成。若電阻值為 1 歐姆，則電感值為多少時，傳遞至負載上之實功率為最大？ (A)6.25 毫亨利 (B)3.77 毫亨利 (C)1.0 毫亨利 (D)0 毫亨利。【88 四技二專】
- ( ) 3. 有一負載抗為  $6 + j8$  歐姆，其功率因數應為 (A)0.6 (B)0.8 (C)0.9 (D)1.0。【88 四技二專】
- ( ) 4. 交流電路中，平均功率是指一個交流週期之瞬時功率的平均值，如右圖所示，交流電路之端電壓  $v(t) = 100\sqrt{2} \sin(377t - 30^\circ)$  伏特，電流  $i(t) = 10\sqrt{2} \cos(377t - 30^\circ)$  安培，則平均功率為 (A)100 (B)250 (C)500 (D)1000 (E)0 瓦特。【88 四技二專】



- ( ) 5. 有一交流電路， $v(t) = 10\sin(100t+10^\circ)$  伏特， $i(t) = 5\sin(100t-50^\circ)$  安培，功率因數為：  
 (A)1 (B)0.866 (C)0.707 (D)1.414 (E)0.5。【89 四技二專】
- ( ) 6. 一交流電壓  $v(t) = 100\sqrt{2}\sin(120\pi t)$  伏特，加於一  $RLC$  串聯電路，若此  $RLC$  串聯電路的  $R=3$  歐姆、 $X_L=3$  歐姆、 $X_C=7$  歐姆，則此電路的虛功率為多少仟乏(KVAR)？  
 (A)3.2 仟乏 (B)2.4 仟乏 (C)1.6 仟乏 (D)1.0 仟乏。【89 四技二專】
- ( ) 7. 設加於  $RL$  串聯電路之正弦交流電源頻率為  $f$ ，則電阻器消耗之瞬時功率的頻率為  
 (A) $0.5f$  (B) $f$  (C) $2f$  (D) $3f$ 。【89 四技二專】
- ( ) 8. 若一電路的視在功率  $S = 500\angle 60^\circ$  VA，則有效功率  $P$  為 (A)200W (B)250W (C)300W (D)350W。【89 四技二專】
- ( ) 9. 如右圖所示之  $RC$  並聯電路，其電流  $\bar{I}$  的值為： (A) $2\angle 45^\circ$  (B) $4\angle 45^\circ$  (C) $2\angle -45^\circ$  (D) $\sqrt{2}\angle 45^\circ$ 。【91 四技二專】



- ( ) 10. 如右圖所示之交流電路， $R$  的電流均方根值  $I_R = 9A$  且  $L$  的均方根值  $I_L = 12A$ ，下列有關  $RL$  組合部分的敘述，何者錯誤？ (A)電流均方根值  $I = 15A$  (B)功率因數  $PF = 0.6$  (C)視在功率  $S = 540VA$  (D)無效功率 ( $Q$ ) 絕對值 = 324VAR。【92 四技二專】



### 歷屆試題解答

1. (C) 2. (D) 3. (A) 4. (E) 5. (E) 6. (C) 7. (C) 8. (B) 9. (B) 10. (D)

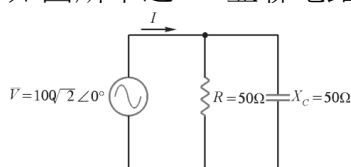
1. 【並聯時， $V/R=270$ ，電源電壓  $V = \sqrt{270 \times R}$ 。，串聯時電路電流  $I^2 \times R = 135$ ， $I = \sqrt{\frac{135}{R}}$

串聯時，功率因數 = 有效功率 / 視在功率 =  $\frac{135}{\sqrt{\frac{135}{R} \times \sqrt{270 \times R}}} = 0.707$ 】

2. 【因  $X_L$  與內阻的虛部同為 “+j” 當電路阻抗愈小，電流愈大，故  $X_L$  須調成零，阻抗最小電流最大， $P_L = I^2 \times R_L$  (最大)】

3. 【 $\bar{Z} = 6 + j8 = 10\angle 53^\circ$ ， $\cos\theta = \frac{R}{Z} = \frac{6}{10} = 0.6$ (落後)】

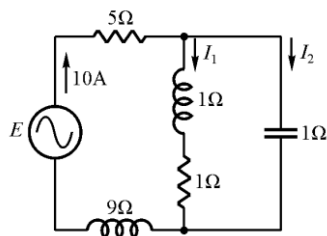
4. 【 $P = VI \cos \theta = 100 \times 10 \cos 90^\circ = 0$  (瓦) ,  $i = 10\sqrt{2} \cos(377t - 30^\circ) = 10\sqrt{2} \cos(377t - 30^\circ)$   $\theta = 60 - (-30) = 90^\circ$   
 $i$  超前  $v 90^\circ$  (純電容)】
5. 【 $\theta = 10 - (-50) = 60^\circ$  ,  $\cos 60^\circ = \frac{1}{2} = 0.5$  ,  $P = VI \cos \theta = \frac{10}{\sqrt{2}} \times \frac{5}{\sqrt{2}} \times \cos 60^\circ = \frac{50}{4} = 12.5$  (W)】
6. 【 $X = |j(3-7)| = 4$  ( $\Omega$ ) ,  $Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$  ( $\Omega$ ) ,  $I = \frac{V}{Z} = \frac{100}{5} = 20$  (A) , 故  $Q = I^2 \times X = (20)^2 \times 4 = 1.6$  k(乏)  
 $\bar{Z} = 3 - j4 = \sqrt{3^2 + 4^2} \angle -\tan^{-1} \frac{4}{3} = 5 \angle -53^\circ$  ,  $\cos 53^\circ = \frac{3}{5} = 0.6$  (超前)】
7. 【交流功率之頻率必為電壓及電流之兩倍  $f' = 2f$ 】
8. 【 $S = 500 \angle 60^\circ = 500(\cos 60^\circ + j \sin 60^\circ) = 500 \left( \frac{1}{2} + j \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = 250 + j250\sqrt{3} = P + jQ$  ,  $P = 250$  (W) ,  $Q_L = 250\sqrt{3}$  (乏)】
9. 如圖所示之 RC 並聯電路，其電流  $\bar{I}$  的值為  $4 \angle 45^\circ$  。



- 【 $i_C = \frac{100\sqrt{2}}{-j50} = j2\sqrt{2}$  (A) ,  $\bar{I} = i_R + i_C = 2\sqrt{2} + j2\sqrt{2}$  ,  $= \sqrt{(2\sqrt{2})^2 + (2\sqrt{2})^2} \angle +\tan^{-1} \frac{2\sqrt{2}}{2\sqrt{2}} = 4 \angle +45^\circ$  (A)】
10. 【(A)  $I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2} = \sqrt{9^2 + 12^2} = 15$  A , (B) P.F. =  $\frac{I_R}{I} = \frac{9}{15} = 0.6$  , (C)  $S = E \cdot I = 36 \times 15 = 540$  (VA) , (D)  $Q = EI_C = 36 \times 12 = 432$  (乏)】

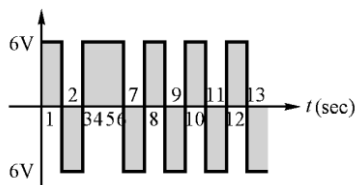
### 試題演練

- ( ) 1. 有一交流電路， $v(t) = 10 \sin(100t + 10^\circ)$  V ,  $i(t) = 5 \sin(100t - 50^\circ)$  A , 電路之功率 P 等於 (A) 25W (B) 12.5W (C) 50W (D) 2W (E) 100W 。
- ( ) 2. 如圖所示電路，總電功率為 (A) 500 (B) 600 (C) 1200 (D) 2000 (E) 以上皆非瓦特。

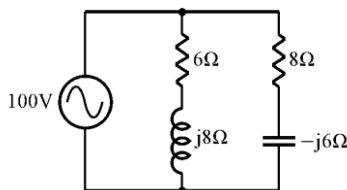


- ( ) 3. 電壓波形如圖所示之斜線部分，若將此電壓加於 10 歐的電阻上，求其功率？ (A) 0.573 克卡/秒 (B)  $2.25 \times 10^{19}$  電子伏特/秒 (C) 2.00207 英制熱單位 (Btu)/秒 (D) 1.50 呎-磅/秒。

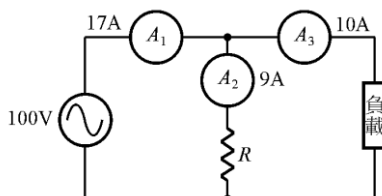




- ( ) 4. 如圖所示，電路之平均功率及虛功率分別為 (A)1400W，200 乏爾 (B)1400W，1400 乏爾 (C)200W，200 乏爾 (D)200W，1400 乏爾 (E)1200W，1400 乏爾。



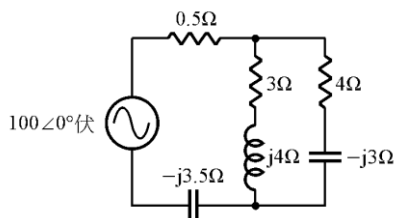
- ( ) 5. 如圖所示，電路由三安培表法計算該負載之功率因數為 (A)0.4 (B)0.5 (C)0.6 (D)0.7 (E)0.8。



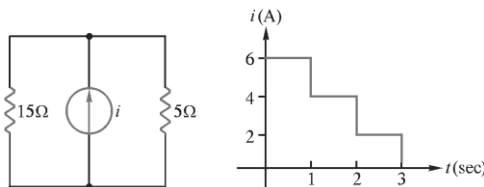
- ( ) 6.  $R=60$ ， $X_L=80\Omega$ ，兩者並聯接於 120V 電源，則最大瞬時功率為 (A)240W (B)480W (C)540W (D)600W (E)720W。
- ( ) 7. RL 串聯接於直流 100V 時，消耗功率 500W；今改接於 150V 之交流電時，消耗功率 720W，則感抗為 (A)25Ω (B)20Ω (C)15Ω (D)12Ω (E)10Ω。
- ( ) 8. RL 並聯時，消耗功率 270W，今改接為串聯時仍接回原來電源，則消耗功率 135W，求串聯時之功率因數為 (A)1 (B)0.707 (C)0.5 (D)0.3 (E)0.2。
- ( ) 9. 一定電壓配電系統載有 100kW 之負載，其功率因數為 0.7，若將此負載的功率因數改善為 0.9，則線路損失改變為原來損失的 (A) $\frac{49}{81}$  (B) $\frac{7}{9}$  (C) $\frac{27}{30}$  (D) $\frac{9}{7}$
- ( ) 10. 一負載連接於 100 伏交流電源，以瓦特表測量，讀數為 1.8 仟瓦，已知該負載之電流為 20 安培，則此負載之功率因數為 (A)0.9% (B)0.9 (C)9% (D)9.0。
- ( ) 11. 三相、220 伏、60 赫、6 極、10 馬力之電動機，其滿載功率因數為 0.6 滯後，今欲將功率因數提高至 0.8 滯後時，所須加入電容器之總容量為 (A)746 (B)1000 (C)1224 (D)1492 (E)4352 VAR。
- ( ) 12. 已知一電路阻抗  $Z=9+j12\Omega$ ，外加電壓  $v=300\angle 60^\circ$  伏，則其複數功率為 (A)3600+j4800 伏安 (B)3600-j4800 伏安 (C)4500+j6000 伏安 (D)4500-j6000 伏安。
- ( ) 13. 交流電路中某一元件端電壓為  $v(t)=100\sqrt{2}\sin\omega t$  伏特，電流為  $i(t)=10\sqrt{2}\sin\omega t$  安培，此元件的最大瞬時功率為 (A)500 (B)1000 (C)2000 (D)4000 瓦特。
- ( ) 14. 在一 220V 的配電系統中，接上一有效功率為 80kW，無效功率為 60kVAR 之負載，則此負載之功率因數值為 (A)0.6 (B)0.75 (C)0.8 (D)0.85 (E)0.9。
- ( ) 15. 在純電容電路中，其瞬時功率之波形為 (A)雙倍頻率正弦波 (B)原頻率正弦波 (C)原頻率餘弦波 (D)以上均不是。
- ( ) 16. 如圖所示，電路之功率因數為 (A)1.1 (B)0.98 (C)0.85 (D)0.50。



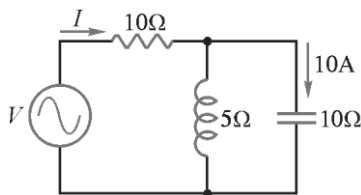
- ( ) 17. 如圖所示，電路之總功率因數為 (A)0.9 (B)0.8 (C)0.707 (D)0.6 (E)0.5。



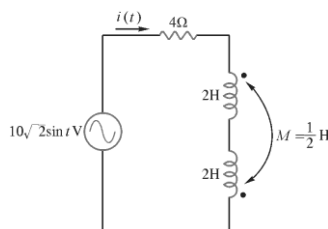
- ( ) 18. 有 220 伏特，60 赫之單相感應電動機，其功率因數為 0.6 滯後，視在功率為 20 仟伏安，如果有效功率不變，試求使功率因數提高至 0.8 滯後所需並聯之電容器之大小為 (A)84 微法 (B)184 微法 (C)284 微法 (D)384 微法。
- ( ) 19. 有一交流電路電壓為  $E=80-j60$  伏特，電路電流  $I=8+j6$  安培，則其平均功率為 (A)140 (B)280 (C)420 (D)960 (E)1000 瓦特。
- ( ) 20. 有一電路，其上之電壓  $v(t)$ ，及通過之電流  $i$ ，為時間  $t$ (秒)之函數如下：當  $0 \leq t \leq \pi$  時， $v(t)=\sin(t)$ 伏， $i(t)=\sin(t)$ 安；當  $\pi \leq t \leq 2\pi$  時， $v(t)=\sin(t)$ 伏， $i(t)=\cos(t)$ 安；當  $2\pi \leq t \leq 3\pi$  時， $v(t)=(t-2\pi)$ 伏， $i(t)=1$  安，試求此電路在  $0 \leq t \leq 3\pi$  之時間內所消耗之電能為 (A)7.5 焦耳 (B)7.3 焦耳 (C)5.5 焦耳 (D)4.5 焦耳。
- ( ) 21. 某阻抗之電壓及電流皆為正弦波，電壓  $V = 141.4\angle-30^\circ$  伏等，電流  $I = \sqrt{2}\angle 30^\circ$  安培，則其平均功率為 (A)30 (B)50 (C)100 (D) $141.4\sqrt{2}$  瓦特。【88 四技二專】
- ( ) 22. 有一負載由一電容及一電阻並聯而成，其兩端加上 110 伏特，60 赫芝之單相電源。假設電源之輸出阻抗不計，若此負載吸入 10 安培電流，則消耗 550 瓦特的功率，則負載電流超前電壓的相角為(A) $30^\circ$  (B) $45^\circ$  (C) $60^\circ$  (D) $90^\circ$ 。【88 四技二專】
- ( ) 23. 某負載之電壓與電流分別為  $v = 100\sqrt{2}(377t+30^\circ)$  伏特及  $i = 10\sqrt{2}\sin(377t-30^\circ)$  安培，則此負載 (A)虛功率為 1000 乏 (B)有效功率為 1000 瓦特 (C)阻抗為電感性 (D)阻抗為電容性。【88 四技二專】
- ( ) 24. 如下圖之電路，其中之電流源如下右圖所示其週期  $T = 3$  秒，則  $5\Omega$  電阻消耗之平均功率為 (A)40.5(B)45 (C)48 (D)52.5 W。【88 四技二專】



- ( ) 25. 如右圖所示電路，其功率因數為多少？ (A)0.532 (B)0.600 (C)0.707 (D)0.868。【89 四技二專】



- ( ) 26. 有一電感器  $L = 10\text{mH}$ ，接於電源電壓  $v(t) = 100\sin(377t)$  V，則電感器之平均功率為 (A)886W (B)1000W (C)0W (D)1200W (E)2000W。【89 四技二專】
- ( ) 27. 交流電路中，平均功率是指一個交流週期中瞬間功率的平均值，若將 100V，60Hz 之正弦交流電壓加於  $50\Omega$  的純電阻兩端，則下敘述何者有誤？ (A)瞬間功率之頻率為 60Hz (B)瞬間功率最大值為 400W (C)瞬間功率最小值為 0 (D)平均功率為 200W。【89 四技二專】
- ( ) 28. 有一個單相交流負載，負載端電壓為  $v(t) = 5\sin(377t+5^\circ)$  V，負載端電流為  $i(t) = 4\sin(377t-55^\circ)$  A，則負載之平均功率應為若干 W？ (A)5 (B)10 (C)20 (D)40。【91 四技二專】
- ( ) 29. 一電阻器與一電容器並聯之後接到一單頻率正弦波電源，電源頻率之角速度為  $100\text{rad/sec}$ 、電壓均方根值 100V、供給電流均方根值 20A，電阻器之電流均方根值  $10\sqrt{3}$  A，則下列有關電容器的敘述，何者正確？ (A)電抗值為  $10\Omega$  (B)無效功率絕對值為 2000VAR (C)電容量為 0.1F (D)電流均方根值為  $(20-10\sqrt{3})\text{A}$ 。【92 四技二專】
- ( ) 30. 串聯電路如右圖所示，下列有關  $RL$  組合部分的敘述，何者正確？ (A)電流均方根值  $I = 2\text{A}$  (B)視在功率  $S = 10\text{VA}$  (C)平均功率  $P = 10\text{W}$  (D)功率因數  $\text{PF} = 0.5$ 。【92 四技二專】



- ( ) 31. 有一交流電源  $100\sqrt{2}\sin(377t+10^\circ)$ ，接於  $20\Omega$  的電阻兩端，求此電阻消耗的平均功率為多少？ (A) 2000 W (B) 1000 W (C) 707 W (D) 500 W 【94 四技二專】
- ( ) 32. 有一交流電路的電壓  $100\sqrt{2}\sin(377t+20^\circ)$ 、電流  $10\sqrt{2}\sin(377t-10^\circ)$ ，求此電路的無效功率為多少？ (A) 500 VAR (B) 866 VAR (C) 1000 VAR (D) 2000 VAR 【94 四技二專】

### 試題演練解答

1. (B) 2. (B) 3. (B) 4. (A) 5. (C) 6. (C) 7. (C) 8. (B) 9. (A) 10. (B)  
 11. (E) 12. (A) 13. (C) 14. (C) 15. (A) 16. (B) 17. (B) 18. (D) 19. (B) 20. (B)  
 .  
 21. (C) 22. (C) 23. (C) 24. (D) 25. (C) 26. (C) 27. (A) 28. (A) 29. (A) 30. (A)  
 .  
 31. (D) 32. (A)  
 .

1.  $P = V_{\text{rms}} \cdot I_{\text{rms}} \cdot \cos \theta = \frac{10}{\sqrt{2}} \times \frac{5}{\sqrt{2}} \cdot \cos 60^\circ = 12.5 \text{ W}$
2.  $\bar{Z}_T = 5 + j9 + \frac{(1+j)(-j)}{(1+j)+(-j)} = 5 + j9 + 1 - j = 6 + j8 \quad P_T = I^2 R_T = 10^2 \times 6 = 600 \text{ W}$
3. 
$$E = \sqrt{\frac{\left(\frac{6}{1}\right)^2 \times 1 + \left(\frac{-6}{1}\right)^2 \times 1 + \left(\frac{6}{1}\right)^2 \times 5 + \left(\frac{-6}{1}\right)^2 \times 1}{8}} = 6 \text{ V}$$
- $P = \frac{E^2}{R} = \frac{6^2}{10} = 3.6 \text{ W} = \frac{3.6}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV/sec} = 2.25 \times 10^{19} \text{ eV/sec}$
4.  $I_1 = \frac{E}{Z_1} = \frac{100}{\sqrt{6^2 + 8^2}} = 10 \text{ A} \quad I_2 = \frac{E}{Z_2} = \frac{100}{\sqrt{8^2 + 6^2}} = 10 \text{ A} \quad P = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 = 10^2 \times 6 + 10^2 \times 8 = 1400 \text{ W}$   
 $Q = I_1^2 X_L - I_2^2 X_C = 10^2 \times 8 - 10^2 \times 6 = 200 \text{ VAR}$
5.  $\cos \theta = \frac{I_1^2 - I_2^2 - I_3^2}{2I_2 I_3} = \frac{17^2 - 9^2 - 10^2}{2 \times 9 \times 10} = 0.6$
6.  $P = \frac{E^2}{R} = \frac{120^2}{60} = 240 \text{ W} \quad \cos \theta = \frac{G}{Y} = \frac{X_L}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} = \frac{80}{\sqrt{60^2 + 80^2}} = 0.8 \quad P_{\text{max}} = P + S = 240 + \frac{240}{0.8} = 540 \text{ W}$
7.  $R = \frac{V_{\text{dc}}^2}{P_{\text{dc}}} = \frac{100^2}{500} = 20 \Omega \quad I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{720}{20}} = 6 \text{ A} \quad Z = \frac{E}{I} = \frac{150}{6} = 25 \Omega$   
 $X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{25^2 - 20^2} = 15 \Omega$
8.  $\because P_S = P_P \times \cos^2 \theta_s \quad \therefore \cos \theta_s = \sqrt{\frac{P_S}{P_P}} = \sqrt{\frac{135}{270}} = 0.707$
9.  $P_{\text{LOSS}} = I_n^2 R \quad \text{而} \quad I_n = \frac{P}{\sqrt{3} V_n \cos \theta} \quad \therefore \frac{P_{\text{LOSS}}}{P} = \left(\frac{\cos \theta}{\cos \theta'}\right)^2 = \left(\frac{0.7}{0.9}\right)^2 = \frac{49}{81}$
10.  $\text{P.F.} = \frac{P}{S} = \frac{P}{EI} = \frac{1.8 \times 10^3}{100 \times 20} = 0.9$
11.  $Q_C = P(\tan \theta_1 - \tan \theta_2) = 10 \times 746 \times \left(\frac{0.8}{0.6} - \frac{0.6}{0.8}\right) = 4352 \text{ kVAR}$

$$12. \bar{S} = P + jQ = \bar{E} \cdot \bar{I}^* = 300 \angle 60^\circ \times \left( \frac{300 \angle 60^\circ}{\sqrt{9^2 + 12^2} \angle \tan^{-1} \frac{12}{9}} \right)^* = 300 \angle 60^\circ \times 20 \angle -7^\circ = 6000 \angle$$

$$53^\circ = 3600 + j4800$$

$$13. P_{\max} = P + S = EI(\cos \theta + 1) = 100 \times 10(1 + 1) = 2000W$$

$$14. P.F. = \cos \theta = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{80k}{\sqrt{(80k)^2 + (60k)^2}} = 0.8$$

$$16. P = P_1 + P_2 + P_3 = 0 + 500 + 1000 \times 0.75 = 1250W$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = -500 + 900 - 1000 \times \sqrt{1 - 0.75^2} = 261 \text{ VAR}$$

$$P.F. = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{1250}{\sqrt{1250^2 + 261^2}} \doteq 0.98$$

$$17. \bar{Z}_T = 0.5 - j3.5 + \frac{(3+j4)(4-j3)}{(3+j4)+(4-j3)} = 0.5 - j3.5 + \frac{24+j7}{7+j}$$

$$= 0.5 - j3.5 + \frac{(24+j7)(7-j)}{7^2+1^2} = 0.5 - j3.5 + 3.5 + j0.5 = 4 - j3 \Omega$$

$$PF = \frac{R}{Z} = \frac{4}{\sqrt{4^2+3^2}} = 0.8 \text{ lead}$$

$$18. Q_C = P(\tan \theta_1 - \tan \theta_2) = 20k \times 0.6 \times \left( \frac{0.8}{0.6} - \frac{0.6}{0.8} \right) \doteq 7k \text{ VAR}$$

$$C = \frac{Q_C}{2\pi f E^2} = \frac{7 \times 10^3}{2\pi \times 60 \times 220^2} \doteq 384 \mu F$$

$$19. \bar{S} = P + jQ = \bar{E} \cdot \bar{I}^* = (80 - j60)(8 - j6) = (80 \times 8 - 60 \times 6) - j(60 \times 8 + 80 \times 6) \\ = 280 - j960$$

$$20. P_1 = E_1 \cdot I_1 \cos \theta_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \cos 0^\circ = 0.5W$$

$$P_2 = E_2 \cdot I_2 \cdot \cos \theta_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \cos 90^\circ = 0W$$

$$P_3 = E_3 \cdot I_3 = \frac{(3\pi - 2\pi) - (2\pi - 2\pi)}{\sqrt{3}} \times 1 = \frac{\pi}{\sqrt{3}} W$$

$$W_T = P_1 \cdot t_1 + P_2 \cdot t_2 + P_3 \cdot t_3 = 0.5 \times \pi + 0 \times \pi + \frac{\pi}{\sqrt{3}} \times \pi \doteq 7.27 \text{ 焦耳}$$

$$21. \mathbf{【} P = VI \cos \theta = 141.4 \times \sqrt{2} \times \cos[30 - (-30)] = 100\sqrt{2} \times \sqrt{2} \times \frac{1}{2} = 100(W) \mathbf{】}$$

$$22. \mathbf{【} \because P = \frac{V^2}{R}, \therefore R = \frac{(110)^2}{550} = \frac{110 \times 110}{550} = 22, I_R = \frac{110}{R} = \frac{110}{22} = 5(A), \cos \theta = \frac{I_R}{I} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}, \theta = 60^\circ \mathbf{】}$$

$$23. \mathbf{【} P = VI \cos \theta = 100 \times 10 \cos[30 - (-30)] = 500(W), Q = VI \sin \theta = 100 \times 10 \sin 60^\circ = 500\sqrt{3} \text{ (乏)} \\ Q = 30^\circ - (-30^\circ) = 60^\circ \text{ v 超前 } i60^\circ \text{ (電感性)} \mathbf{】}$$

$$24. \mathbf{【} I_{ms} = \sqrt{\frac{(6)^2 \times 1 + (4)^2 \times 1 + (2)^2 \times 1}{3}} = \sqrt{\frac{36 + 16 + 4}{3}} = \sqrt{\frac{56}{3}} \text{ (A)}, I_{5\Omega} = \sqrt{\frac{56}{3}} \times \frac{15}{15+5} = \sqrt{\frac{56}{3}} \times \frac{3}{4},$$

$$P_{5\Omega} = \left( \sqrt{\frac{56}{3}} \times \frac{3}{4} \right)^2 \times 5 = \frac{56}{3} \times \frac{9}{16} \times 5 = 52.5(W), \mathbf{】}$$

25. 【  $X = (j5 // -j10) = \frac{j5 \times (-j10)}{j5 - j10} = \frac{50}{-j5} = j10$  ,  $\bar{Z} = 10 + j10 = 10\sqrt{2} \angle 45^\circ$  ,  $\cos \theta = \frac{R}{Z} = 0.707$  】
26. 【電感不消耗功率即  $P = 0(W)$ 】
27. 【  $P = \frac{V^2}{R} = \frac{(100)^2}{50} = \frac{10000}{50} = 200 (W) = S$  ,  $Q = 0(\text{乏})$  ,  $f_p = 2 \times f = 2 \times 60 = 120(\text{Hz})$   
 $P_{\max} = P + S = 200 + 200 = 400(W)$  ,  $P_{\min} = P - S = 0(W)$  89 科大】
28. 【  $P = VI \cos \theta = \frac{5}{\sqrt{2}} \cos(5 - (-55)) = 10 \cos 60^\circ = 5(W)$  】
29. 【 (A)  $X_c = \frac{E}{I_c} = \frac{100}{10} = 10\Omega$  , (B)  $Q = \frac{E^2}{X_c} = \frac{(100)^2}{10} = 1000(\text{乏})$  , (C)  $C = \frac{1}{\omega X_c} = \frac{1}{100 \times 10} = 0.001F$  , (D)  $I_c = \sqrt{I^2 - I_R^2} = \sqrt{20^2 - (10\sqrt{3})^2} = 10A$  】
30. 【(A)  $L = 2 + 2 - 2 \times \frac{1}{2} = 3H$  ,  $X_L = \omega L = 1 \times 3 = 3\Omega$  ,  $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5\Omega$  ,  $I = \frac{E}{Z} = \frac{10}{5} = 2A$   
 (B)  $S = EI = 10 \times 2 = 20VA$  , (C)  $P = I^2 R = 2^2 \times 4 = 16W$  , (D)  $\cos \theta = \frac{P}{S} = 0.8$  】
31.  $V = 100 \angle 10^\circ$   
 $P = V^2/R = (100)^2/20 = 500W$
32. 無效功率  $= V \cdot I \cdot \sin \theta = 100 \cdot 10 \cdot \sin 30^\circ = 500VAR$  ,  $\theta$  指電壓與電流之相角差