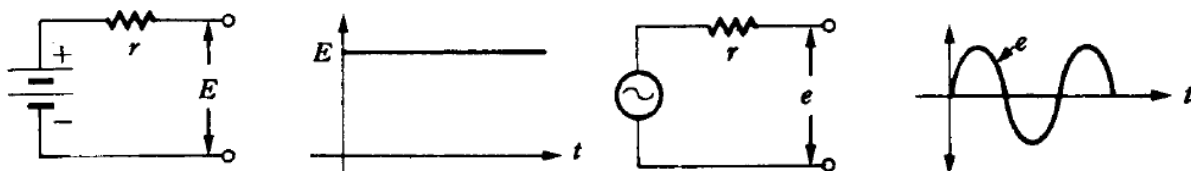


交流電路

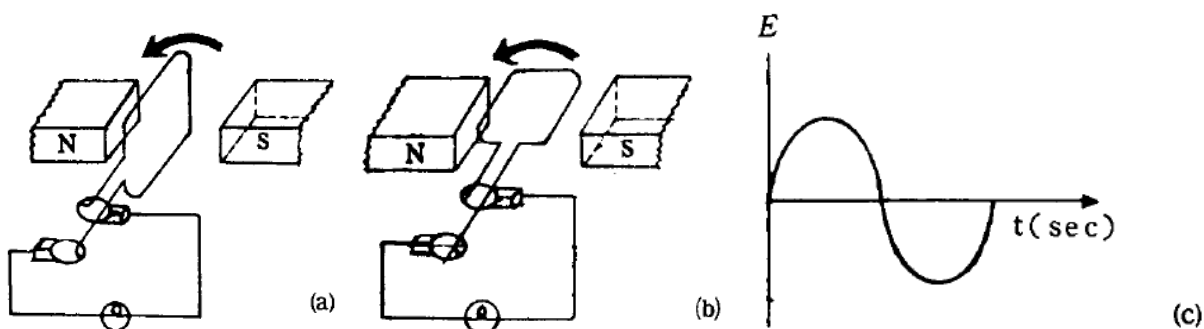
重點整理

1. 直流與交流比較：

- (1) 交流指一種隨時間而變化其值的電流與電壓，以一定頻率週而復始的連續進行，該電壓與電流的波形與直流電不同；直流的電壓與電流其大小不隨時間而變動，皆為定值，其圖形的表示法乃指一條水平直線，如圖所示；交流電的瞬時值卻時正時負，其中以正弦交流最為普通，如圖所示。



- (2) 如圖一線圈轉動時，此線圈將割切磁力線產生應電勢，其在每一位置的應電勢可由 $e = Blv \sin \theta$ 來決定，在圖(a)線圈之平面與磁場垂直，其導體運行方向應與磁場平行，故應電勢為零。在圖(b)線圈之平面與磁場平行，其導體運動方向與磁場垂直，故應電勢為最大，其值其在每一位置所產生之應電勢，用曲線表示如圖(c)，為一個正弦波交流。



- (3) 在兩極交流發電機中，導體旋轉一圈，將產生一週交流正弦波，其一度機械角可產生一度電機角；同理四極交流發電機，導體旋轉一圈，將產生兩週之交流正弦波，其一度機械角可產生二度電機角。P 極交流發電機，其一度機械角可產生 $\frac{2}{p}$ 度電機角。

- (4) P 極交流發電機，每分鐘轉速為 N rpm，則此機產生之頻率為 $f = \frac{PN}{120} \text{ Hz}$

- (5) 週期(T, period)：完成交流正弦波一週，所需之時間，單位為秒

- (6) 頻率(frequency)：每秒鐘發電機產生的正弦週數，符號 f ，單位赫芝(Hz)，與週期之關係為

$$f = \frac{1}{T}。 \text{台灣電源之頻率為 } 60 \text{ 赫芝(Hz)。}$$

- (7) 波長：交流電在一週內所進行的距離，亦即在交流電壓完成一整週的時間內電流移動的距離。

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{f} \text{ (公尺) 電流速度}$$

- (8) 轉動體每旋轉一週是為 360° 或 2π 弧度是機械度

$$\text{電機度} = \frac{P}{2} \times \text{機械角度} = \text{對極} \times \text{機械角度。}$$

角度 θ 之單位以度數或弧度表達，則該兩者的關係是

$$2\pi \text{ 弧度} = 360^\circ$$

$$1\pi \text{ 弧度} = 180^\circ$$

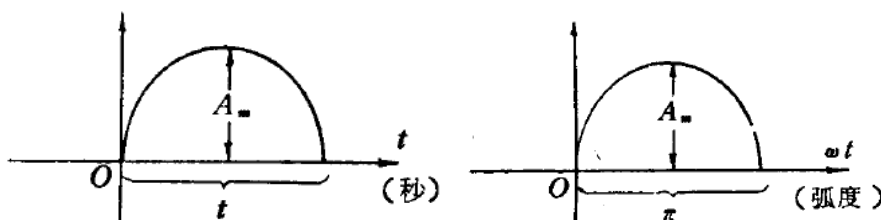
(9) 角速度(angular velocity)：轉速通常用每分鐘轉速r.p.m.；我們用每分鐘的弧度數稱為角速度。符號 $\omega = 2\pi f$ 。

2. 交流電壓與電流之平均值：

(1) 一週平均值： E_{av} 或 $I_{av} = \frac{\text{一週面積}}{\text{一週時間}}$

(2) 正弦波或餘弦波之一週平均值為零，故在討論正弦波平均值時，乃指其正半週或負半週之平均值而言。

(3) 正弦波正半週的面積： $A = \frac{2}{\pi} A_m \times t_m$



(4) 正弦波電壓與電流的平均值： $E_{av} = 0.636 E_m$

(5) 若正值波與負值波形之平均值不相等，則其一週平均值表此波所含之直流成份。

(6) 通常所稱之電壓或電流，在直流電時係指其平均值，在交流電時則為有效值。

(7) 有效值(effective value)：直流與交流在相同之時間通過相同的電阻時，其產生的熱量相同，則此直流之數值稱為交流電之有效值。有效值之計算通常先求其功率（即將電流平方），計算其一週之平均功率，然後將其開平方根即為有效值，亦即為均方根值，以 E_{rms} 或 I_{rms} 表示之。

(8) 正弦波有效值之求法： $E_{rms} = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$

3. 交流所指的電壓均指其有效值，交流電表所指示指其有效值。

4. 非正弦波之有效值：

(1) 非正弦波之有效值等於各級諧波有效值平方和之平方根。

(2) 非正弦波之有效值僅與各諧波之有效值有關，而與各諧波之相角無關。

(3) 常見波形之平均值與有效值

波 形	平 均 值	有 效 值
正弦波	$\frac{2}{\pi} E_m, \frac{2}{\pi} I_m$	$\frac{1}{\sqrt{2}} E_m, \frac{1}{\sqrt{2}} I_m$
方 波	E_m, I_m	E_m, I_m
鋸齒波	$\frac{1}{2} E_m, \frac{1}{2} I_m$	$\frac{1}{\sqrt{3}} E_m, \frac{1}{\sqrt{3}} I_m$
直 流	E_m, I_m	E_m, I_m

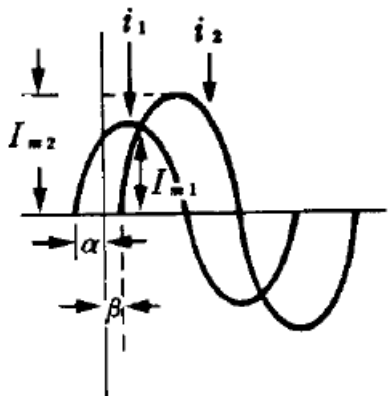
5. 交流波形表示

(1) 如圖 i_1 與 i_2 兩電流，當 $t=0$ 時，電流 i_1 之瞬間值並非為零，而為一正值，其方程式：

$$i_1 = I_{m1} \sin(\omega t + \alpha)$$

i_2 電流當 $t=0$ 時， i_2 瞬間為一負值，其方程式為：

$$i_2 = I_{m2} \sin(\omega t - \beta)$$



式中 α 與 β 稱為 i_1 、 i_2 之相角，在圖中 i_1 穿過零軸而同正方向增加之時間較 i_2 為早，故稱 i_1 越前 i_2 ，其相角差 $(\alpha + \beta)$ ，或稱 i_2 滯後 i_1 ，相角差 $(\alpha + \beta)$ 度。

(2) 一正弦函數向左偏移 90° ，則為餘弦函數，即 $\sin \theta = \cos(\theta - 90^\circ)$ 或 $\cos \theta = \sin(\theta + 90^\circ)$

(3) 電壓或電流正弦波如較原點超前 θ 角，其正弦式為 $e = E_m \sin(\omega t + \theta)$ 或 $i = I_m \sin(\omega t + \theta)$

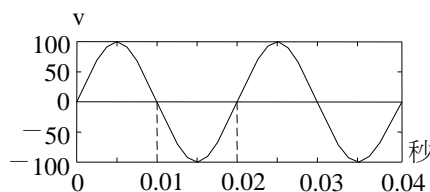
(4) 電壓或電流正弦波如較原點滯後 θ 角，則其正弦式為 $e = E_m \sin(\omega t - \theta)$ 或 $i = I_m \sin(\omega t - \theta)$

(5) 若 $e = E_m \sin(\omega t + \alpha)$ ， $i = I_m \sin(\omega t + \beta)$ 則 e 與 i 之相位差為 $\alpha - \beta$ 。若 $\alpha > \beta$ ，則 e 超前於 i ，若 $\alpha < \beta$ ，則 e 滯後於 i

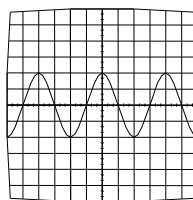
1. 交流電壓 $v(t) = V_m \sin(314t + 60^\circ)$ V，交流電流 $i(t) = I_m \cos(314t - 30^\circ)$ A，則 $v(t)$ 與 $i(t)$ 之相位為 (A) $v(t)$ 超前 $i(t) 90^\circ$ (B) $v(t)$ 超前 $i(t) 30^\circ$ (C) $v(t)$ 與 $i(t)$ 同相 (D) $v(t)$ 超前 $i(t) 60^\circ$ 。

2. 如圖所示電壓波形，其電壓瞬時值公式為

- (A) $100 \sin(377t)$ (B) $70.7 \sin(377t)$
 (C) $100 \sin(314t)$ (D) $100 \sin(377t + 60^\circ)$ 伏特。



3. 如圖所示為一示波器所量測到的波形，若水平每格為 $2\mu s$ ，垂直為每格 1 伏特，則此電壓波形的頻率為 (A)4k (B)125k (C)8k (D)100k Hz。



4. 有一正弦波電流一般式表示成 $i(t)=100\sin(377t-60^\circ)\text{A}$ ，求當 $t=\frac{1}{240}$ 秒時之瞬間電流值為何？ (A)-85.2A (B)50A (C)86.6A (D)100A (E)141.4A。
5. 有一交流電之伏特數為 $v(t)=100\sin 300t+200\cos 300t$ ，則此電壓之有效值為 (A)300 伏特 (B)224.12 伏特 (C)212.13 伏特 (D)158.11 伏特 (E)250 伏特。
6. 有一交流電其電壓方程式為 $v_1(t)=100\sin(100\pi t+30^\circ)$ ，則此電壓的頻率為 (A) $100\sqrt{2}$ (B)100 (C)50 (D)314 (E)30 Hz。

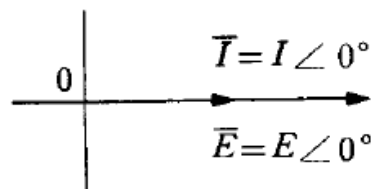
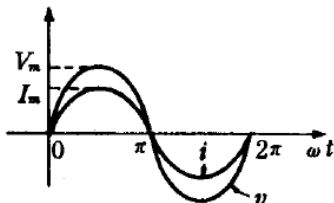
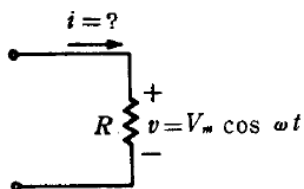
【1】C 【2】C 【3】B 【4】B 【5】D 【6】C

6. 基本AC 電路：

(1) 電阻器：

a. 歐姆定律：
$$i = \frac{v}{R} = \frac{V_m \sin(\omega t \pm \theta)}{R} = I_m \sin(\omega t \pm \theta)$$

b. 電壓與電流同相位



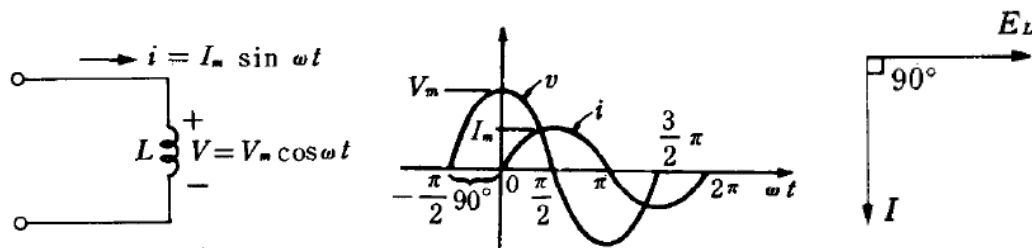
(2) 電感器：

a. 電感特性：
$$v = L \frac{di}{dt} = L \frac{d}{dt} I_m \sin(\omega t \pm \theta) = L\omega I_m \cos(\omega t \pm \theta)$$

b. 電壓超前電流 90°

c.
$$V_{av} = L \frac{\Delta I}{\Delta t} = L \frac{2I_m}{\frac{T}{2}} = 4fLI_m, \quad V_{av} = \frac{2}{\pi} V_m = 4fLI_m, \quad X_L = \frac{V_m}{I_m} = 2\pi fL = \omega L$$

d. 考慮電壓電流相位：
$$X_L = \frac{V_m \angle 90^\circ}{I_m \angle 0^\circ} = j2\pi fL = j\omega L$$



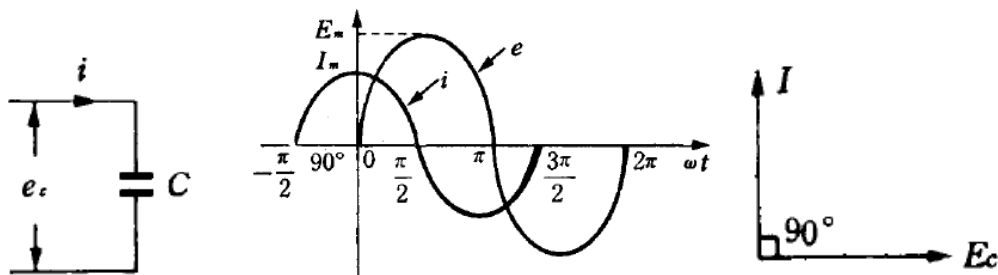
(3) 電容器：

a. 電容特性： $i = C \frac{dv}{dt} = C \frac{d}{dt} V_m \sin(\omega t \pm \theta) = C\omega V_m \cos(\omega t \pm \theta)$

b. 電流超前電壓 90°

c. $I_{av} = C \frac{\Delta V}{\Delta t} = C \frac{2V_m}{\frac{T}{2}} = 4fCV_m$, $I_{av} = \frac{2}{\pi} I_m = 4fCV_m$, $X_C = \frac{V_m}{I_m} = \frac{1}{2\pi fC}$

d. 考慮電壓電流相位： $X_C = \frac{V_m \angle 0^\circ}{I_m \angle 90^\circ} = \frac{1}{j2\pi fC} = -j \frac{1}{2\pi fC}$



(4) 電阻器在交流電路中，消耗電能，其作用與在直流電路時相同。

(5) 電感器在交流電路中不消耗電能，僅用磁場儲存或釋放能量。

(6) 電感器在交流電路中產生感抗， $X_L = 2\pi fL$ ，並使電流滯後電壓 90° 。

(7) 電容器在交流電路中產生容抗， $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$ ，並使電流超前電壓 90° 。

(8) 當 $f=0$ 時， $X_L=0$ 即呈短路狀態， $X_C=\infty$ 即呈斷路狀態。

(9) 當 $f=\infty$ 時， $X_L=\infty$ 即呈斷路狀態， $X_C=0$ 即呈短路狀態。

1. 將 20mH 之電感接於 $v(t)=10\sin(100t-10^\circ)V$ 之電源，則電感之 X_L 為 (A)20Ω (B)200Ω (C)2Ω (D)2000Ω (E)1Ω。

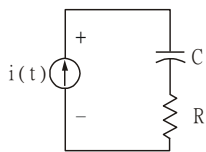
2. 有一個 RL 串聯交流電路，電阻值為 10Ω，電感值為 0.02653H，若電源電壓為 $v(t)=200\sin(377t)V$ 時，則電源電流之相量應為何？ (A)14.1∠45°A (B)10∠45°A (C)14.1∠-45°A (D)10∠-45°A。

3. 如交流電壓 $v_1=141.4\cos 2t$ 之相量為 $v_1=100\angle 0^\circ$ ，則交流電壓 $v_2=141.4\sin 2t$ 之相量應為 (A) $v_2=100\angle 90^\circ$ (B) $v_2=100\angle -90^\circ$ (C) $v_2=100\angle 45^\circ$ (D) $v_2=100\angle 30^\circ$ 。

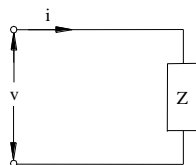
4. 如圖，電流源 $i(t)=\sin 377tA$ ， $R=1\Omega$ ， $C=\frac{1}{377}F$ ，假設此電路已達穩態，則電流源兩端之電壓 $v(t)$ 為

下列之哪一項？ (A) $\sqrt{2}\sin(377t-45^\circ)V$ (B) $\sqrt{2}\sin(377t+45^\circ)V$ (C) $\sin(377t-45^\circ)V$

(D) $\frac{1}{\sqrt{2}} \sin(377t - 45^\circ) \text{V}$ 。



5. 如圖所示電路中，電壓 $v(t) = 110\sin(400t + 50^\circ)$ 伏特，電流 $i(t) = 10\cos(400t + 20^\circ)$ 安培，則此電路可能為下列電路中那一種？ (A)RL 串聯電路 (B)RC 串聯電路 (C)RL 並聯電路 (D)純電阻電路。



【1】C 【2】D 【3】B 【4】A 【5】B

7. 複數：

(1) 複數 = 實數 + 虛數；其表示法有直角座標法和極座標法。

(2) 直角座標法：乃將一向量置於座標中，如圖所示，以其垂直投影於橫座標之值為實數，水平對應於縱座標之值為虛數，以該實數與虛數之向量和代表該向量。

a. 其虛數部份以 j 表示之。

b. $j = \sqrt{-1}$ ， $j^2 = -1$ ， $j^3 = -j$ ， $j^4 = 1$

c. 複數中，其實數部分與虛數部分平方和之平方根，稱為該複數之絕對值。

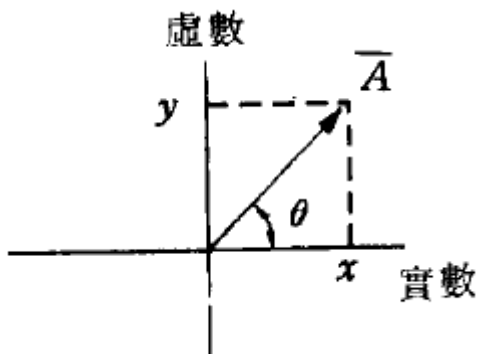
$$|A| = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

d. 若兩複數相等，則其實數部分與虛數部分必分別相等。

e. 若兩複數之實數部分相等，而虛數部分大小相等，正負相反，則該兩複數稱為共軛複數。

$$A = X + jY, A^* = X - jY$$

f. 若 $A = X + jY$ ，如 X 為正， Y 亦為正，則該複數所代表之向量係在第 I 象限。如 X 為負， Y 為正，則在第 II 象限。如 X 為負， Y 為負，則在第 III 象限。如 X 為正， Y 為負，則在第 IV 象限。



(3) 極座標法：以該向量之絕對值表示其大小，而以其與正軸所夾之角 θ 表其方向。

a. θ 角係以正橫軸為起點，逆時鐘方向旋轉之角。

- b. 若該向量在第Ⅲ及Ⅳ象限時為演算方便，可以逆時鐘方向，計其角度，而以負值表示之。即 $\angle -\theta$ 。
- c. $\angle 0^\circ = \angle 360^\circ$ ， $\angle 90^\circ = \angle -270^\circ$ ， $\angle 180^\circ = \angle -180^\circ$ ， $\angle 270^\circ = \angle -90^\circ$ 。
- d. 兩個共軛複數以極座標法表示時，其絕對值相等。而其角度正負相反。

$$A = A\angle 30^\circ, A^* = A\angle -30^\circ$$

(4) 直角座標換算為極座標

$$\bar{A} = X + jY, \bar{A} = |A|\angle\theta = \sqrt{X^2 + Y^2}\angle \tan^{-1} \frac{Y}{X}$$

$$\bar{A} = X - jY, \bar{A} = |A|\angle\theta = \sqrt{X^2 + Y^2}\angle -\tan^{-1} \frac{Y}{X}$$

$$\bar{A} = -X + jY, \bar{A} = |A|\angle\theta = \sqrt{X^2 + Y^2}\angle \pi - \tan^{-1} \frac{Y}{X}$$

$$\bar{A} = -X - jY, \bar{A} = |A|\angle\theta = \sqrt{X^2 + Y^2}\angle \pi + \tan^{-1} \frac{Y}{X}$$

(5) 極座標換算為直角座標：

$$\bar{A} = |A|\angle\theta \quad \bar{A} = A\cos\theta + jA\sin\theta$$

(6) 直角座標可直接做加，減乘除之運算其方法如下：

a. 加法：

$$\bar{A} = X_a + jY_a, \bar{B} = X_b + jY_b$$

$$\bar{A} + \bar{B} = (X_a + X_b) + j(Y_a + Y_b)$$

b. 減法：

$$\bar{A} = X_a + jY_a, \bar{B} = X_b + jY_b$$

$$\bar{A} - \bar{B} = (X_a - X_b) + j(Y_a - Y_b)$$

c. 乘法：

$$\bar{A} = X_a + jY_a, \bar{B} = X_b + jY_b$$

$$\bar{A} \times \bar{B} = (X_a X_b - Y_a Y_b) + j(X_a Y_b + X_b Y_a)$$

d. 除法：

$$\bar{A} = X_a + jY_a, \bar{B} = X_b + jY_b$$

$$\frac{\bar{A}}{\bar{B}} = \frac{X_a + jY_a}{X_b + jY_b} = \frac{X_a X_b + Y_a Y_b}{X_b^2 + Y_b^2} + j \frac{X_b Y_a - X_a Y_b}{X_b^2 + Y_b^2}$$

(7) 極座標法僅適於做乘、除之運算，如欲加、減，則應先換算為直角座標。

- a. 乘法：即其絕對值相乘，而其相角相加。

$$\bar{A} = A \angle \theta_1, \bar{B} = B \angle \theta_2$$

$$\bar{A} \times \bar{B} = A \times B \angle (\theta_1 + \theta_2)$$

- b. 除法：即其絕對值相除，而其相角相減。

$$\bar{A} = A \angle \theta_1, \bar{B} = B \angle \theta_2$$

$$\frac{\bar{A}}{\bar{B}} = \frac{A \angle \theta_1}{B \angle \theta_2} = \frac{A}{B} \angle (\theta_1 - \theta_2)$$

1. $V_1=10 \angle 0^\circ$, $V_2=5 \angle 90^\circ$, $V_3=5 \angle -90^\circ$, 則 $V_1+V_2+V_3=$ (A) $10 \angle 0^\circ$ (B) $5 \angle 0^\circ$ (C) $10 \angle 90^\circ$ (D) $5 \angle 90^\circ$ (E) $5 \angle -90^\circ$ 。
2. $(2 \angle 30^\circ)^3=$ (A) $6 \angle 90^\circ$ (B) $8 \angle 90^\circ$ (C) $8 \angle 30^\circ$ (D) $6 \angle 30^\circ$ 。
3. $5 \angle 60^\circ$ 之共軛複數為 (A) $5 \angle 60^\circ$ (B) $5 \angle -60^\circ$ (C) $-5 \angle -60^\circ$ (D) $-5 \angle 60^\circ$ (E) 以上皆非。
4. A 乘以 $\frac{1}{\sqrt{2}}(1+j)$ 時為將 A (A) 順時鐘旋轉 45° (B) 反時鐘旋轉 45° (C) 順時鐘旋轉 90° (D) 反時鐘旋轉 90° 。
5. 若 $\bar{A}=10 \angle 0^\circ$ 、 $\bar{B}=10 \angle 120^\circ$, 則 $\bar{A}+\bar{B}=$ (A) $10\sqrt{3} \angle 60^\circ$ (B) $10 \angle 60^\circ$ (C) $20 \angle 120^\circ$ (D) $200 \angle 120^\circ$ (E) $10 \angle -60^\circ$ 。
6. 若 $\bar{A}=10 \angle 0^\circ$ 、 $\bar{B}=10 \angle 120^\circ$, 則 $\bar{A}-\bar{B}=$ (A) $10\sqrt{3} \angle 60^\circ$ (B) $10 \angle 60^\circ$ (C) $20 \angle 120^\circ$ (D) $200 \angle 120^\circ$ (E) $10\sqrt{3} \angle -30^\circ$ 。
7. 若 $\bar{A}=10 \angle 0^\circ$ 、 $\bar{B}=10 \angle 120^\circ$, 則 $\bar{A} \times \bar{B}=$ (A) $10\sqrt{3} \angle 60^\circ$ (B) $10 \angle 60^\circ$ (C) $20 \angle 120^\circ$ (D) $100 \angle 120^\circ$ (E) $10 \angle -60^\circ$ 。
8. 若 $\bar{A}=10 \angle 0^\circ$ 、 $\bar{B}=10 \angle 60^\circ$, 則 $\bar{A} \times \bar{B}=$ (A) $10\sqrt{3} \angle 30^\circ$ (B) $10 \angle 60^\circ$ (C) $20 \angle 120^\circ$ (D) $200 \angle 120^\circ$ (E) $100 \angle 60^\circ$ 。
9. 若 $\bar{A}=10\sqrt{2} \angle 45^\circ$, 則用直角座標表示 $\bar{A}=$ (A) $10+j10$ (B) $10-j10$ (C) 10 (D) $-10-j10$ 。
10. 若 $\bar{A}=4+j4$ 、 $\bar{B}=4-j4$, 則 $\frac{\bar{A}}{\bar{B}}=$ (A) 1 (B) $j1$ (C) 0 (D) 8 (E) $j8$ 。

解答

【1】A 【2】B 【3】B 【4】B 【5】B 【6】E 【7】D 【8】E 【9】A 【10】B

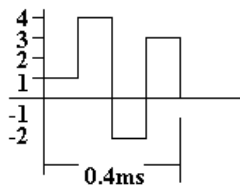


歷屆試題精選

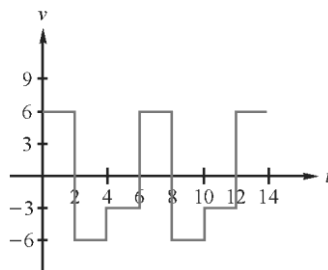
- () 1. 某正弦交流電壓最大值(或稱峰值)為 100 伏特, 則其電壓有效值(或稱均方根值)為 (A) 63.6 (B) 70.7 (C) 100 (D) 141.4 伏特。【87 四技二專】
- () 2. 一正弦交流電壓之有效值為 110V, 則此正弦波形之峰對峰值為 (A) 99V (B) 155.6V (C) 220V (D) 311.1V。【87 四技二專】
- () 3. 有一交流電壓 $v(t) = 100\sin(314t - 30^\circ)$, 求電壓最大值 V_m 及當 $t = 0.01$ 秒時之瞬間電壓值為多少? (A) $V_m = 144V$, $v(0.01) = 100V$ (B) $V_m = 100V$, $v(0.01) = 100V$ (C) $V_m = 100V$, $v(0.01) = 50V$ (D) $V_m = 144V$, $v(0.01) = 25V$ 。【88 四技二專】
- () 4. 有關波峰因數(Crest Factor)值, 下列何者正確? (A) 三角波為 1.154 (B) 三角波

為 1 (C)正弦波為 0.707 (D)正弦波為 1.387 (E)方波為 1。【89 四技二專】

- () 5. 如圖所示，週期為 0.4ms 的波形，其電壓的有效值(RMS)為 (A) $\sqrt{30}/2$ V (B) $\sqrt{22}/2$ V (C) $\sqrt{10}/2$ V (D) $\sqrt{6}/2$ V。【89 四技二專】



- () 6. 某廣播電台之頻率為 600kHz，波速為 3×10^8 米／秒，其波長為 (A)200 米 (B)300 米 (C)400 米 (D)500 米。【89 四技二專】
- () 7. 有一交流電壓 $v(t) = 157\sin 377t$ 伏特，求此正半週電壓平均值應接近多少？ (A)100V (B)110V (C)90V (D)141V。【89 四技二專】
- () 8. 有 GSM 無線手機頻率為 900MHz，則該頻率之週期及波長分別為 (A) 1.1×10^{-3} 秒， $\frac{1}{3}$ 公尺 (B) 1.1×10^{-9} 秒， $\frac{1}{3}$ 公尺 (C) 1.1×10^{-3} 秒， $\frac{1}{3} \times 10^6$ 公尺 (D) 1.1×10^{-9} 秒， $\frac{1}{3} \times 10^6$ 公尺。【89 四技二專】
- () 9. 有一交流電壓 $v(t) = 100\sin(377t)$ V，則此電壓的頻率及正半週平均值分別為 (A)60Hz 及 63.7V (B)60Hz 及 70.7V (C)120Hz 及 63.7V (D)120Hz 及 70.7V (E)30Hz 及 70.7V。【89 四技二專】
- () 10. 如圖所示， a 為平均值， b 為有效值，則 a 、 b 的電壓各為多少伏特？ (A) $a = -1$ ， $b = 3\sqrt{2}$ (B) $a = -1$ ， $b = 2\sqrt{3}$ (C) $a = -1$ ， $b = 33\sqrt{3}$ (D) $a = -1$ ， $b = 2\sqrt{2}$ 。【91 四技二專】



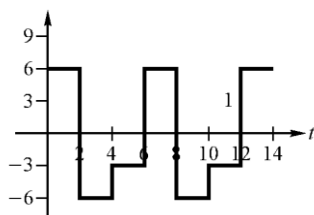
● 歷屆試題解答

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

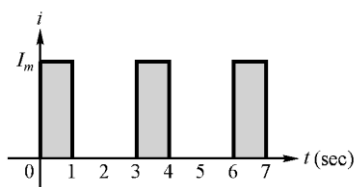
1. 【 $V_{rms}=0.707 \times V_m = 70.7(V)$ 】
2. 【 $V_{p-p}=2\sqrt{2} \times V_{rms} = 2\sqrt{2} \times 110 = 220\sqrt{2} = 311.1(V)$ 】
3. 【 $V_m = 100(V)$, $= 100\sin(100\pi \times 0.01 - 30^\circ) = 100\sin(\pi - 30^\circ) = 100\sin 150^\circ = 100 \times \frac{1}{2} = 50(V)$ 】
4. 有關波峰因數(Crest Factor)值，(A)三角波為 1.732 (B)正弦波為 1.414(C)方波為 1。
5. 【 $V_{rms} = \sqrt{\frac{(1)^2 \times 0.1 + (4)^2 \times 0.1 + (-2)^2 \times 0.1 + (3)^2 \times 0.1}{0.4}} = \sqrt{30} / 2 (V)$ 】
6. 【 $\lambda = \frac{3 \times 10^8}{f} = \frac{3 \times 10^8}{600k} = 500(m)$ 】
7. 【 $V_{av} = \frac{2}{\pi} \times V_m = \frac{2}{\pi} \times 157 = 100(V)$ 】
8. 【 $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{900M} = 1.1 \times 10^{-9}$ (秒) $\lambda = \frac{3 \times 10^8}{900M} = \frac{1}{3}$ (m)】
9. 【 $f = \frac{377}{2\pi} = 60\text{Hz}$, $V_{av} = 0.636 \times 100 = 63.6(V)$ 】
10. 【 $V_{av} = \frac{6 \times 2 + (-6 \times 2) + [2 \times (-3)]}{6} = -1$, $V_{rms} = \sqrt{\frac{(6^2 \times 2) + (6^2 \times 2) + (3)^2 \times 2}{6}} = \sqrt{\frac{72+72+18}{6}} = 3\sqrt{3}$ 】

試題演練

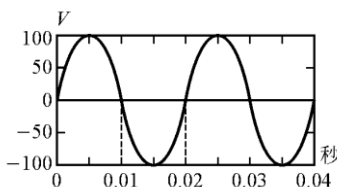
- () 1. 交流電壓 $v(t)=V_m\sin(314t+60^\circ)V$ ，交流電流 $i(t)=I_m\cos(314t-30^\circ)A$ ，則 $v(t)$ 與 $i(t)$ 之相位為 (A) $v(t)$ 超前 $i(t)90^\circ$ (B) $v(t)$ 超前 $i(t)30^\circ$ (C) $v(t)$ 與 $i(t)$ 同相 (D) $v(t)$ 超前 $i(t)60^\circ$ 。
- () 2. 有一交流電壓 $v(t)=157\sin 377t$ 伏特，求此正半週電壓平均值應接近多少？(A)100V (B)110V (C)90V (D)141V。
- () 3. 如圖所示，a 為平均值，b 為有效值，則 a、b 的電壓各為多少伏特？ (A) $a=-1V, b=3\sqrt{3}V$ (B) $a=-1V, b=2\sqrt{3}V$ (C) $a=-1V, b=3\sqrt{3}V$ (D) $a=-1V, b=2\sqrt{2}V$ 。



- () 4. 有一個 RLC 串聯的交流電路，電阻值為 10Ω ，電容值為 $0.001F$ ，電感值為 $0.001H$ 。已知電路電流之峰值為 $10A$ ，則下列何者可能為電源之電壓波形？(A) $141\sin(1000t)V$ (B) $100\sin(1000t)V$ (C) $85\sin(160t)V$ (D) $60\sin(160t)V$ 。
- () 5. 有一電流波形如圖所示，若此電流通過 10 歐的電阻，則電阻消耗的平均功率為 100 瓦，試求最大電流 I_m 及電流之有效值 I (A) $I_m=5.48$ 安， $I=3.87$ 安 (B) $I_m=5.48$ 安， $I=3.16$ 安 (C) $I_m=4.47$ 安， $I=3.16$ 安 (D) $I_m=4.47$ 安， $I=3.87$ 安。



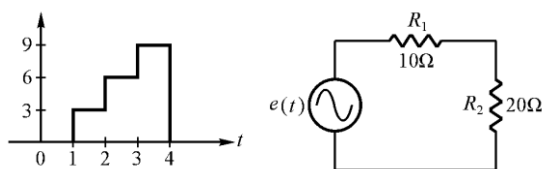
- () 6. A 乘以 $\frac{1}{\sqrt{2}}(1+j)$ 時為將 A (A)順時鐘旋轉 45° (B)反時鐘旋轉 45° (C)順時鐘旋轉 90° (D)反時鐘旋轉 90° 。
- () 7. 如圖所示電壓波形，其電壓瞬時值公式為 (A) $100\sin(377t)$ (B) $70.7\sin(377t)$ (C) $100\sin(314t)$ (D) $100\sin(377t+60^\circ)$ 伏特。



- () 8. 正弦波之平均值為最大值的幾倍 (I_{av} 平均值) (A) $I_{av}=\frac{2}{\pi}I_{max}$ (B) $I_{av}=0.707I_{max}$

$$(C) I_{av} = \frac{\pi}{2} I_{max} \quad (D) I_{av} = \sqrt{2} I_{max} \circ$$

- () 9. 正弦波之最大值與平均值之比值為 (A) 1.11 (B) $\frac{\pi}{2}$ (C) $\frac{2}{\pi}$ (D) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 。
- () 10. 正弦波其全波整流的有效值為半波整流有效值的 (A) 1 (B) $\sqrt{2}$ (C) 3 (D) 0.5 (E) 0.1 倍。
- () 11. 如圖所示電路，其中電壓 $e(t)$ 波形為 4 秒，求電阻 R_2 的消耗平均電功率為 (A) 0.7 (B) 1.4 (C) 1.6 (D) 2.1 (E) 3.3 W。



- () 12. 有一正弦波電流一般式表示成 $i(t) = 100\sin(377t - 60^\circ)$ A，求當 $t = \frac{1}{240}$ 秒時之瞬間電流值為何？ (A) -85.2A (B) 50A (C) 86.6A (D) 100A (E) 141.4A。
- () 13. 有一正弦波電壓為 $v(t) = 100\sin(10\pi t + \frac{\pi}{3})$ 伏特，則此波形第一個峰值電壓發生在 $t =$ (A) $\frac{1}{60}$ (B) $\frac{1}{30}$ (C) $\frac{\pi}{60}$ (D) $\frac{\pi}{30}$ (E) 0 秒時。
- () 14. 有一交流電之伏特數為 $v(t) = 100\sin 300t + 200\cos 300t$ ，則此電壓之有效值為 (A) 300 伏特 (B) 224.12 伏特 (C) 212.13 伏特 (D) 158.11 伏特 (E) 250 伏特。
- () 15. 有一電路經量測後發現其電壓為 $v(t) = 10\sin(\omega t)$ ，電流為 $i(t) = 5\sin(\omega t - 60^\circ)$ ，則此電路電流相位與電壓相位關係為何？ (A) 電流超前電壓 60 度 (B) 電流落後電壓 60 度 (C) 電流超前電壓 30 度 (D) 電流落後電壓 30 度 (E) 電流與電壓同相位。
- () 16. 有一電壓，其電壓方程式為 $v(t) = 10\sin(100\pi t + 45^\circ)$ ，則此電壓在 $t =$ (A) 0 (B) $\frac{1}{300}$ (C) $\frac{1}{400}$ (D) $\frac{1}{500}$ (E) $\frac{1}{200}$ 秒時電壓為最大。
- () 17. 有一鋸齒波的電壓平均值為 15 伏特，則其有效值為 (A) $10\sqrt{3}$ (B) $20\sqrt{3}$ (C) 10 (D) 20 (E) $5\sqrt{3}$ 伏特。
- () 18. 有二電壓，其電壓方程式分別為 $v_1(t) = 10\sqrt{2}\sin(314t)$ 、 $v_2(t) = 5\sqrt{2}\sin(314t + 30^\circ)$ ，則 $v_1(t) + v_2(t)$ 電壓的有效值為 (A) $\sqrt{125}$ (B) 100 (C) 10 (D) 14.55 (E) $\sqrt{15}$ 伏特。
- () 19. 某一正弦波經過半波整流後，有效值為 20 伏特，則此正弦波有效值為 (A) 28.28 (B) 40 (C) 14.14 (D) 20 (E) 10 伏特。
- () 20. 若 $\bar{A} = 10 \angle 0^\circ$ 、 $\bar{B} = 10 \angle 120^\circ$ ，則 $\bar{A} - \bar{B} =$ (A) $10\sqrt{3} \angle 60^\circ$ (B) $10 \angle 60^\circ$ (C) $20 \angle 120^\circ$ (D) $200 \angle 120^\circ$ (E) $10\sqrt{3} \angle -30^\circ$ 。
- () 21. 若兩電壓 $V_1 = 10\sin(\omega t)$ ， $V_2 = 100\sin(\omega t + \theta)$ ，則 $V_1 + V_2$ 之角速度為 V_1 角速度之 (A) 1 (B) 2 (C) 0.5 (D) 0.25 倍。【88 四技二專】
- () 22. 有電流 $I = e^{j\frac{\pi}{3}}$ 安培，下列方法表示，何者正確？ (A) $10 \angle 60^\circ$ 安培 (B) $0.5 + j0.866$ 安培 (C) $10(\sin 60^\circ + j\cos 60^\circ)$ 安培 (D) $10(\frac{\sqrt{3}}{2} + j\frac{1}{2})$

- () 23. 有一交流電壓 $v(t) = 100\sin(314t - 30^\circ)$ ，則其頻率為多少？ (A)60Hz (B)50Hz (C)100Hz (D)120Hz。【87 四技二專】
- () 24. 若 $v(t) = 10\sin(377t - 10^\circ)V$ ， $i(t) = 10\cos(377t - 10^\circ)A$ ，則 v 、 i 間之相位關係為 (A) v 領先 $i90^\circ$ (B) i 領先 $v90^\circ$ (C) v 領先 $i20^\circ$ (D) i 領先 $v20^\circ$ (E) v 領先 $i0^\circ$ 。【89 四技二專】
- () 25. 電壓 $v(t) = 170\sin(628t - 45^\circ)$ ，下列有關 $v(t)$ 之敘述何者錯誤？ (A)最大值 $V_m = 170V$ (B)峰對峰值 $V_{p-p} = 340V$ (C)有效值 $V_{ms} = 120V$ (D)全週平均值 $V_m = 108V$ 。【89 四技二專】
- () 26. $V_1 = 10 \angle 0^\circ$ ， $V_2 = 5 \angle 90^\circ$ ， $V_3 = 5 \angle -90^\circ$ ，則 $V_1 + V_2 + V_3 =$ (A) $10 \angle 0^\circ$ (B) $5 \angle 0^\circ$ (C) $10 \angle 90^\circ$ (D) $5 \angle 90^\circ$ (E) $5 \angle -90^\circ$ 。【89 四技二專】
- () 27. 交流電壓 $v(t) = V_m \sin(314t + 60^\circ)V$ ，交流電流 $i(t) = I_m \cos(314t - 30^\circ)A$ ，則 $v(t)$ 與 $i(t)$ 之相位為 (A) $v(t)$ 超前 $i(t)90^\circ$ (B) $v(t)$ 超前 $i(t)30^\circ$ (C) $v(t)$ 與 $i(t)$ 同相 (D) $v(t)$ 超前 $i(t)60^\circ$ 。【89 四技二專】
- () 28. 若 $v(t) = 10\sin(377t - 10^\circ)V$ ， $i(t) = 10\cos(377t - 10^\circ)A$ ，則 $v(t)$ 、 $i(t)$ 間之相位關係為 (A) v 領先 $i90^\circ$ (B) i 領先 $v90^\circ$ (C) i 領先 $v20^\circ$ (D) v 領先 $v20^\circ$ (E) v 領先 $i0^\circ$ 。【89 四技二專】
- () 29. 下列有關正弦波形的敘述，何者正確？ (A)波形因數(form factor)為 $\sqrt{2}$ (B)波形因數為 $\sqrt{3}$ (C)波峰因數(crest factor)為 $\sqrt{2}$ (D)波峰因數為 $\sqrt{3}$ 。【91 四技二專】
- () 30. 在一 RLC 之交流電路中，某元件的電壓函數 $v(t)$ 及電流函數 $i(t)$ 分別為 $v(t) = \sin(t)V$ 及 $i(t) = \cos(t)A$ ，則此元件可能為： (A)電阻 (B)電感 (C)電容 (D)電源。【93 四技二專】
- () 31. 有一交流正弦波為 $v(t) = 155\sin(377t + 30^\circ)V$ ，其頻率為多少？ (A) 50 Hz (B) 60 Hz (C) 155 Hz (D) 377 Hz 【94 四技二專】
- () 32. 某交流正弦波電壓有效值為 110 V，頻率為 50 Hz，則此電壓瞬間值方程式？ (A) $v(t) = 110\sin(377t) V$ (B) $v(t) = 110\sqrt{2} \sin(377t)$ (C) $v(t) = 110\sin(314t) V$ (D) $v(t) = 110\sqrt{2} \sin(314t) V$ 【94 四技二專】
- () 33. 有一交流電壓為 $110\sqrt{2} \sin(377t + 30^\circ)$ ，求 $t = 1/30$ 秒時的瞬間電壓值為多少？ (A) 55 V (B) $55\sqrt{2} V$ (C) 110 V (D) $110\sqrt{2} V$ 【94 四技二專】

試題演練解答

1. (C) 2. (A) 3. (C) 4. (B) 5. (B) 6. (B) 7. (C) 8. (A) 9. (B) 10. (B)
 11. (A) 12. (B) 13. (A) 14. (D) 15. (B) 16. (C) 17. (A) 18. (D) 19. (A) 20. (E)
 .
 21. (A) 22. (A) 23. (B) 24. (B) 25. (D) 26. (A) 27. (C) 28. (B) 29. (C) 30. (C)
 .
 31. (B) 32. (D) 33. (B)
 .

1. $i(t) = I_m \cos(314t - 30^\circ) = I_m \sin(314t - 30^\circ + 90^\circ) = I_m \cdot \sin(314t + 60^\circ) \text{ A}$
2. $V_{av} = \frac{A}{T} = \frac{2V_m}{T} = \frac{2 \times 157}{\pi} \doteq 100 \text{ V}$
3. $a = V_{av} = \frac{6 \times 2 - 6 \times 2 - 3 \times 2}{6} = -1 \text{ V}$ $b = V_{rms} = \sqrt{\frac{(\frac{6}{1})^2 \times 2 + (-\frac{6}{1})^2 \times 2 + (-\frac{3}{1})^2 \times 2}{6}} = 3\sqrt{3} \text{ V}$
4. 當 $\omega = 1000$ 時 $\Rightarrow X_c = \frac{1}{\omega C} = 1 \ \Omega$ $X_L = \omega L = 1 \ \Omega$
 $e(t) = I_m \sqrt{R^2 + (X_L - X_c)^2} \sin(\omega t + \tan^{-1} \frac{X_L - X_c}{R}) = 100 \sin(1000t) \text{ V}$
 當 $\omega = 160$ 時 $\Rightarrow X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{0.16} \ \Omega$ $X_L = \omega L = 0.16 \ \Omega$
5. $\because P_{av} = P = I^2 R \Rightarrow I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{(\frac{I_m}{C.F.})^2 \cdot t_p}{T}} = \sqrt{\frac{100}{10}} = \sqrt{10} \doteq 1.6 \text{ A} \Rightarrow \frac{(\frac{I_m}{C.F.})^2 \cdot t_p}{T} = 10 \Rightarrow \frac{(\frac{I_m}{1})^2 \cdot 1}{3} = 10$
 $\therefore I_m = \sqrt{30} = 5.48 \text{ A}$
6. $\because \frac{1}{\sqrt{2}}(1+j) = \cos 45^\circ + j \sin 45^\circ = 1 \angle +45^\circ$
7. $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.02} = 50 \text{ Hz}$ $\omega = 2\pi f = 314$ $E_m = 100$
8. $\frac{I_{av}}{I_m} = \frac{\frac{2}{\pi} I_m}{I_m} = \frac{2}{\pi}$
10. $\frac{E_F}{E_H} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} E_m}{\frac{E_m}{2}} = \sqrt{2}$
11. $E = \sqrt{\frac{(\frac{3}{1})^2 \times 1 + (\frac{6}{1})^2 \times 1 + (\frac{9}{1})^2 \times 1}{4}} = \sqrt{31.5} \text{ V}$ $P_{R2} = I^2 R_2 = (\frac{E}{R_1 + R_2})^2 \cdot R_2 = (\frac{\sqrt{31.5}}{10 + 20})^2 \times 20 = 0.7 \text{ W}$

12. $\because i(t)=100\sin(377t-60^\circ)=100\sin(120\pi t-60^\circ) \therefore i\left(\frac{1}{240}\text{ s}\right)=100\sin\left(120\pi \times \frac{1}{240} \times \frac{180^\circ}{\pi} - 60^\circ\right)=100\sin 30^\circ=50\text{ A}$
13. $\because v(t)=100\sin\left(10\pi t+\frac{\pi}{3}\right)=100 \Rightarrow 10\pi t+\frac{\pi}{3}=\frac{\pi}{2} \therefore t=\frac{1}{60}\text{ sec}$
14. $V_{\text{rms}}=\frac{\sqrt{100^2+200^2}}{\sqrt{2}}=\frac{100\sqrt{5}}{\sqrt{2}}=50\sqrt{10}\text{ V}$
16. $\because v(t)=10\sin(100\pi t+45^\circ)=1 \Rightarrow 100\pi t+45^\circ=90^\circ \Rightarrow t=\frac{1}{400}\text{ sec}$
17. $\because E_{\text{av}}=\frac{\frac{1}{2}E_m \cdot T}{T}=\frac{E_m}{2} \Rightarrow E_m=30\text{ V}$
 $\therefore E=\frac{\left(\frac{30}{\sqrt{3}}\right)^2 \times T}{T}=\frac{30}{\sqrt{3}}=10\sqrt{3}\text{ V}$
18. $V_T=\sqrt{V_1^2+V_2^2+2V_1V_2\cos\theta}$ (餘弦定律)
 $=\sqrt{10^2+5^2+2 \times 10 \times 5 \cos(0^\circ-30^\circ)}=\sqrt{125+50\sqrt{3}}\text{ V}=5\sqrt{5+2\sqrt{3}} \doteq 14.55\text{ V}$
19. $E=\sqrt{\frac{\left(\frac{E_m}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot \pi}{2\pi}}=20 \Rightarrow E_m=40\text{ V} \quad E=\frac{E_m}{\sqrt{2}}=20\sqrt{2}\text{ V}$
20. $\bar{\mathbf{A}}-\bar{\mathbf{B}}=10\angle 0^\circ-10\angle 120^\circ=10\angle 0^\circ+10\angle 120^\circ-180^\circ$
 $=10\angle 0^\circ+10\angle -60^\circ=10\sqrt{3}\angle -30^\circ$
21. 若兩電壓 $V_1=10\sin(\omega t)$, $V_2=100\sin(\omega t+\theta)$, 則 V_1+V_2 之角速度為 V_1 之角速度。
【正弦式相加, 其角速度不變。】
22. 有電流 $I=e^{j\frac{\pi}{3}}$ 安培, 可表示為 $10\angle 60^\circ$ 安培。
【 $I=10e^{j\frac{\pi}{3}}=10\angle \frac{\pi}{3}=10\angle 60^\circ$ (A)】
23. **【 $f=\frac{314}{2\pi}=50$ (Hz)】**
24. **【 $I=10\cos(377t-10^\circ)=10\sin(377t-10^\circ+90^\circ)=10\sin(377t+80^\circ)$, i 超前 $v\theta=80-(-10)=90^\circ$ 】**
25. 電壓 $v(t)=170\sin(628t-45^\circ)$, 則(A)最大值 $V_m=170\text{ V}$ (B)峰對峰值 $V_{p-p}=340\text{ V}$ (C)有效值 $V_{\text{rms}}=120\text{ V}$ 。
26. $V_1=10\angle 0^\circ$, $V_2=5\angle 90^\circ$, $V_3=5\angle -90^\circ$, 則 $V_1+V_2+V_3=10\angle 0^\circ$ 。
【 $V_1+V_2+V_3=10+5\angle 90^\circ+5\angle -90^\circ=10+j5-j5=10$ (V)】
27. **【 $i=I_m\sin(314t-30^\circ+90^\circ)=I_m\sin(314t+60^\circ)$, $\theta=60^\circ-60^\circ=0$, v 與 i 同相】**
28. **【 $i=10\sin(377t-10^\circ+90^\circ)\Rightarrow \theta=80^\circ-(-10^\circ)=90^\circ$, i 超前 $v90^\circ$ 】**
29. 下列有關正弦波形的敘述, (A)波形因數(form factor)為 1.11(B)波峰因數(crest factor)為 $\sqrt{2}$ 。

$$\text{【正弦波， } V_{\text{rms}} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \text{， } V_{\text{av}} = \frac{2}{\pi} V_m \text{， } \therefore FF = \frac{V_{\text{rms}}}{V_{\text{av}}} = \frac{\frac{V_m}{\sqrt{2}}}{\frac{2}{\pi} V_m} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11 \text{， } C.F. = \frac{V_m}{V_{\text{rms}}} = \frac{V_m}{\frac{V_m}{\sqrt{2}}}$$

$= \sqrt{2} \text{】}$

30. **【電壓與電流相位相差 90° ，且電流超前電壓此元件可能為電容】**

31. $W = 2\pi f = 2 * 3.14 * f = 377$ ， $f = 60\text{Hz}$

32. $W = 2\pi f = 2 * 3.14 * f = 314$ ， $f = 50\text{Hz}$

33. $V = 110\sqrt{2} \sin(377t + 30^\circ) = 110 * \sqrt{2} * \sin(377 * \frac{1}{30} * \frac{180}{3.14} + 30^\circ) = 110 * \sqrt{2} * \sin(30^\circ) = 55\sqrt{2}$