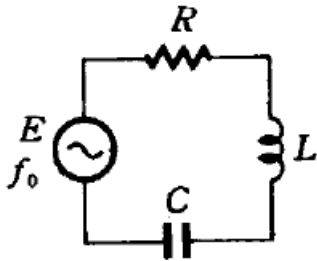


諧振電路

重點整理

1. 串聯諧振：



(1) 在R L C 串聯交流電路中，如圖所示，當 $X_L = X_C$ 時，即成串聯諧振電路。

(2) 串聯諧振時， $X_L = X_C$ ，電路之總阻抗 $Z = R + jX_L - jX_C = R$ 此時

- a. 電路之阻抗為純電阻R。
- b. 電路之阻抗最小。
- c. 電路之電流為最大，其值為 $I = \frac{E}{R}$
- d. 功率因數 $\cos \theta = 1$

(3) 諧振頻率：因 $X_L = X_C$ 故 $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

(4) 品質因數Q：

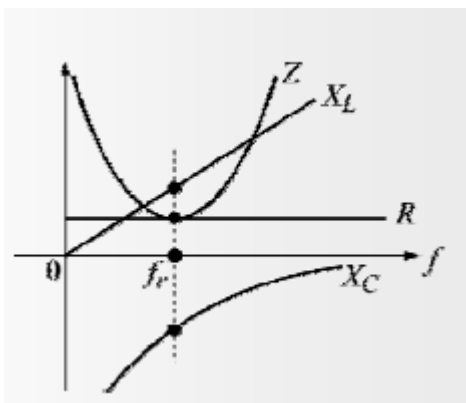
- a. 定義：電感器或電容器電抗功率與電阻器之平均功率之比，即

$$Q = \frac{Q_L}{P} = \frac{Q_C}{P} = \frac{X_L}{R} = \frac{X_C}{R}$$

- b. 一般Q 值在10~100 之間。

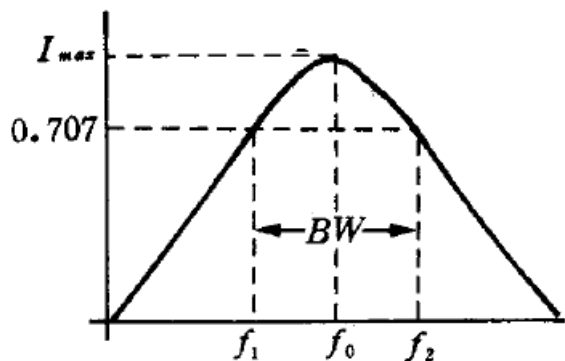
(5) 頻率與阻抗之關係：

- a. 當 $f = f_o$ 時， $Z = R$ ，電路呈電阻性， $\cos \theta = 1$
- b. $f > f_o$ 時， $X_L > X_C$ ，電路呈電感性， $\cos \theta < 1$
- c. $f < f_o$ 時， $X_L < X_C$ ，電路呈電容性， $\cos \theta < 1$

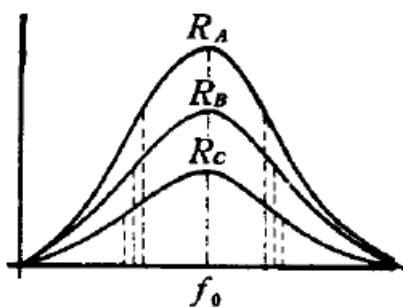


(6) 選擇性：

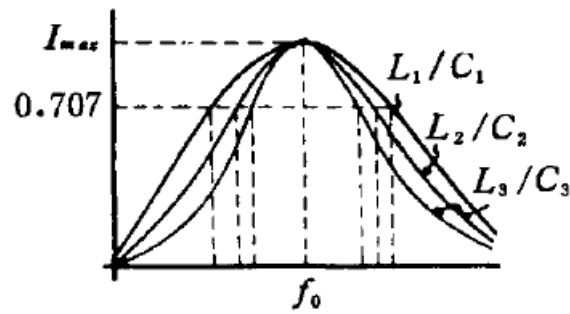
a. 在RLC 串聯電路中，若將電源頻率 f 變化，則電路電流之變化如圖所示。



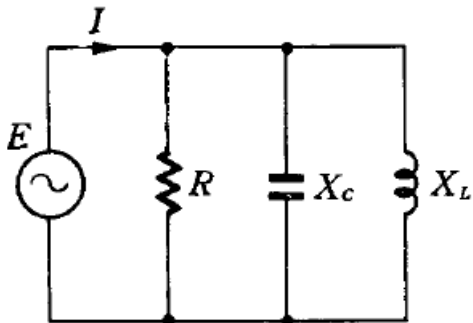
- a. 當 $f=f_0$ 時，電流為最大 $I_{\max} = \frac{E}{R}$
- b. 在 f_0 之兩旁使電流等於 $0.707 I_{\max}$ 之頻率，謂之截止頻率，以 f_1 與 f_2 表示之，如圖所示。
- c. 在 $f_1 \sim f_2$ 之頻率範圍， $\Delta f = f_2 - f_1$ 謂之諧振電路之波寬，或頻帶寬度，以BW 表示之，即 $BW = f_2 - f_1$ ，若電路之品質因數為Q，則 $B.W. = \frac{f_0}{Q}$ 。
- d. 當電源頻率為 f_1 或 f_2 時 $P_1 = P_2 = 0.5 I_{\max}^2 R = 0.5 P_{\max}$ ，即其功率為最大功率之半，故截止頻率又稱半功頻率。
- e. 截止頻率中 f_2 高於 f_0 ，稱為上限截止頻率， f_1 低於 f_0 ，稱為下限截止頻率。
- f. $f_1 = f_0 - \frac{1}{2} B.W.$ ， $f_2 = f_0 + \frac{1}{2} B.W.$
- g. 品質因數與選擇性： $Q = \frac{X_L}{R} = \frac{X_C}{R} \Rightarrow Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$
 - i. 若LC 之值不變，R值愈小時， Q 愈大，則曲線愈尖銳，如圖所示， $R_A < R_B < R_C$ ， R_A 曲線之波寬較窄， R_B 之波寬較大， R_C 更大，即 R_C 之曲線容許較大範圍頻率之電流流過電路，而 R_A 之範圍愈小，故 R_A 之選擇性較優於 R_B 及 R_C ，即 Q 值愈高，則選擇性愈佳。



- ii. L/C 比與選擇性：若R 值不變，LC 之值改變時，只要其乘積不變時，則諧振頻率亦不變，若L/C 比愈高，則 Q 值愈大，選擇性愈佳。



2. 並聯諧振：



- (1) 在 R L C 並聯之交流電路中，如圖所示，當 $X_L = X_C$ 時，即成並聯諧振電路。
- (2) 並聯諧振時，因 $X_L = X_C$ ，電路之總阻抗 $Z = R$ ，此時
 - a. 電路之阻抗為純電阻 R 。
 - b. 電路之阻抗為最大。
 - c. 電路之電流為最小，其值為 $I = E/R$ 。
 - d. 電路之功率因數 $\cos \theta = 1$ 。
- (3) 並聯諧振時電路之阻抗及電流之大小與串聯諧振時相反，故又稱反諧振。

(4) 諧振頻率：因 $X_L = X_C$ 故 $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

(5) 品質因數 Q ：

- a. 定義：電感器或電容器電抗功率與電阻器之平均功率之比，即

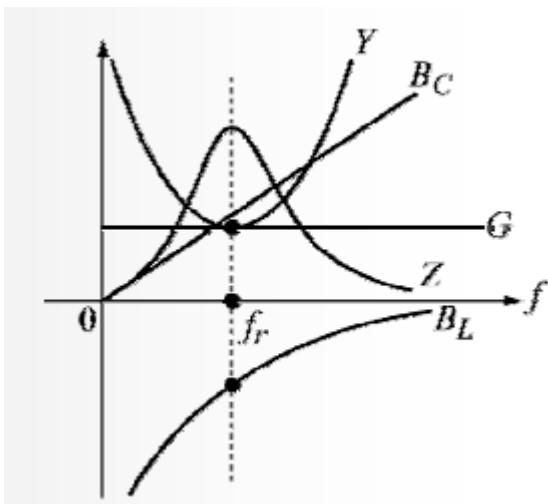
$$Q = \frac{Q_L}{P} = \frac{Q_C}{P} = \frac{R}{X_L} = \frac{R}{X_C}。$$

- b. $Q = \frac{R}{X_L} = \frac{R}{X_C} \Rightarrow Q = R\sqrt{\frac{C}{L}}。$

- c. 故並聯諧振電路之品質因數亦為 R 與 X_L 之比，此與串聯電路相反。

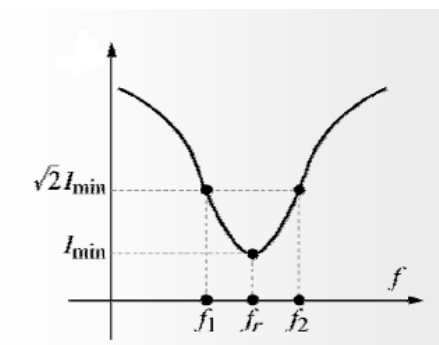
(6) 頻率與阻抗之關係：

- a. 當 $f = f_o$ 時， $Z = R$ ，電路呈電阻性， $\cos \theta = 1$ 。
- b. $f > f_o$ 時， $X_L > X_C$ ，電路呈電容性， $\cos \theta \neq 1$ 。
- c. $f < f_o$ 時， $X_L < X_C$ ，電路呈電感性， $\cos \theta \neq 1$ 。



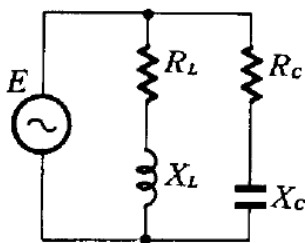
(7) 選擇性：

- a. 在RLC 並聯電路中，若將電源頻率f 變化，則電路電流之變化如圖所示。
- b. 品質因數Q 值愈高，則電路之選擇性愈佳。
- c. 頻帶寬度：則 $B.W. = \frac{f_o}{Q}$
- d. $f_1 = f_o - \frac{1}{2} B.W.$, $f_2 = f_o + \frac{1}{2} B.W.$



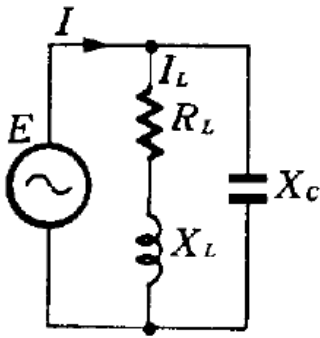
3. 串並聯諧振：

- (1) 若將兩電阻之分路各含電感與電容並聯接於交流電路如圖所示，其達成諧振之條件為： $B=0$ ，I 與E 同相。



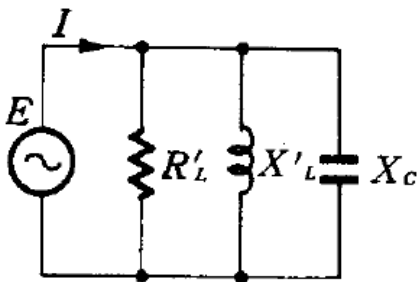
$$\frac{X_C}{R_C^2 + X_C^2} = \frac{X_L}{R_L^2 + X_L^2}$$

- (2) 若C 為純電容電路，則 $R_C=0$ ，如圖所示。



$$Q = \frac{X_L}{R_L}, \quad \frac{1}{X_C} = \frac{X_L}{R_L^2 + X_L^2}, \quad C = \frac{L}{R_L^2 + X_L^2}$$

(3) 若將圖化為並聯等效電路，如圖所示



$$Q = \frac{R'_L}{X'_L}, \quad R'_L = \frac{R_L^2 + X_L^2}{R_L}, \quad X'_L = \frac{R_L^2 + X_L^2}{X_L}$$

則可依並聯諧振電路計算之。

(4) 諧振頻率：

$$\frac{1}{X_C} = \frac{X_L}{R_L^2 + X_L^2} \Rightarrow X_L \times X_C = R_L^2 + X_L^2, \quad f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \sqrt{1 - \frac{R_L^2 C}{L}}$$

由上式可知，並聯諧振電路的諧振頻率受電阻 R_L 的影響。

$$1 - \frac{R_L^2 C}{L} = \frac{X_L^2}{R_L^2 + X_L^2}, \quad X_L = Q \times R_L, \quad \frac{X_L^2}{R_L^2 + X_L^2} = \frac{Q^2 R_L^2}{R_L^2 + Q^2 R_L^2} = \frac{Q^2}{1 + Q^2}$$

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \sqrt{1 - \frac{R_L^2 C}{L}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \sqrt{\frac{Q^2}{1 + Q^2}}$$

若 $Q \geq 15$ 時， $1 + Q^2 \approx Q^2$ ，

因此，當 Q 值等於或大於15 以上時，並聯與串聯諧振之頻率相同。

並聯諧振時，電路總電流最小，阻抗最大。

$$I_{\min} = I_L \cos Q_L = \frac{E_X R_L}{R_L^2 + X_L^2}$$

$$Z_{\max} = \frac{E_X}{I_{\min}} = \frac{R_L^2 + X_L^2}{R_L} = R_L \times \frac{R_L^2 + X_L^2}{R_L^2} = R_L \left(1 + \frac{X_L^2}{R_L^2} \right) = R_L (1 + Q^2)$$

故當 $Q \geq 15$ 時， $Z_{\max} \doteq Q^2 \times R_L$

4. 濾波電路

(1) 濾波基本觀念

轉移函數表示式:

一階低通濾波(高頻響應不良): $\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{c}{as+b}$

一階高通濾波(低頻響應不良): $\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{cs}{as+b}$

轉移函數表示式:

二階低通濾波: $\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{d}{as^2 + bs + c}$

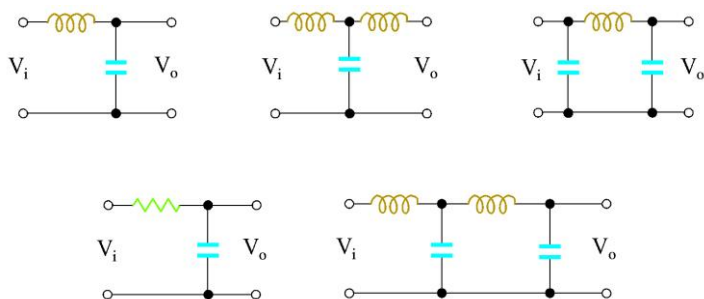
二階高通濾波: $\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{ds^2}{as^2 + bs + c}$

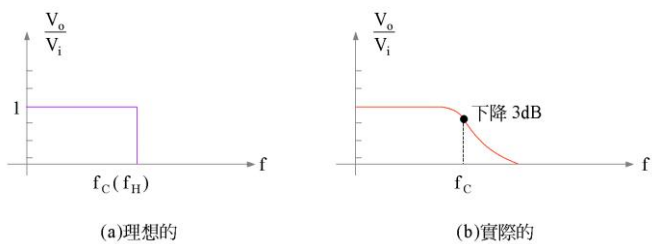
二階帶通濾波: $\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{ds}{as^2 + bs + c}$

二階帶斥濾波: $\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{ds^2 + e}{as^2 + bs + c}$

二階全通濾波: $\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{ds^2 - es + f}{as^2 + bs + c}$

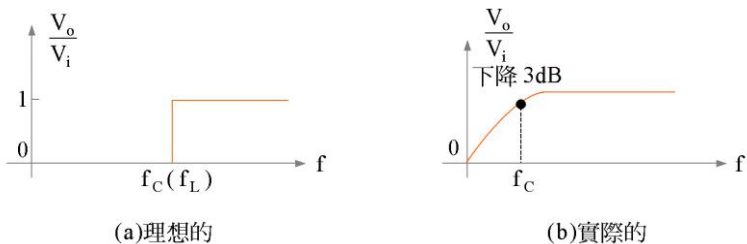
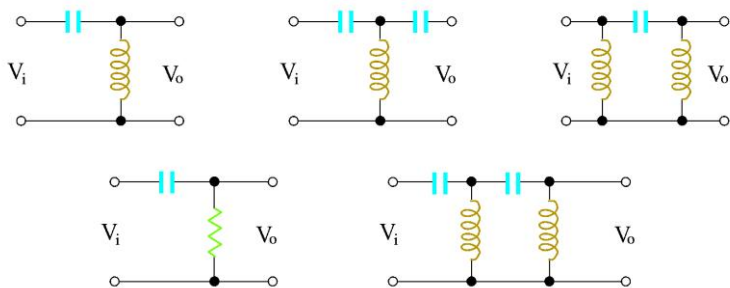
(2) 低通濾波電路





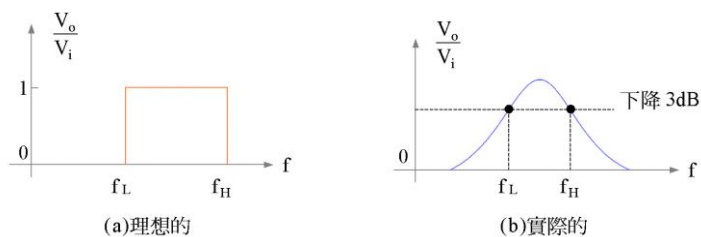
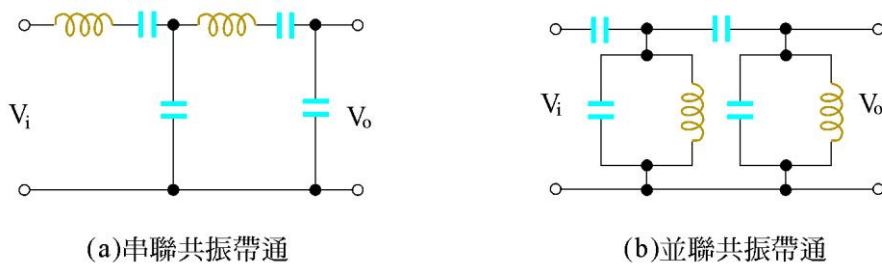
低通濾波器的頻率響應

(3) 高通濾波電路



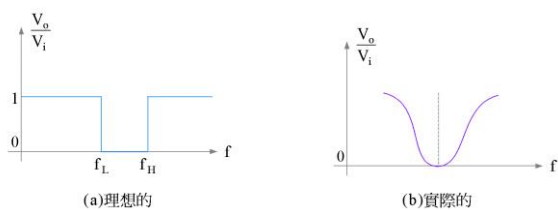
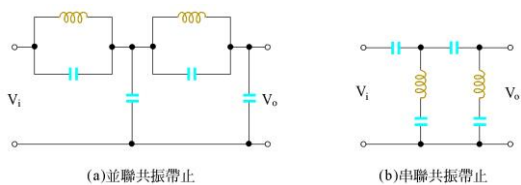
高通濾波器的頻率響應

(4) 帶通濾波電路



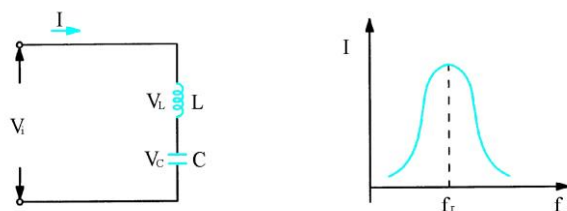
帶通濾波器的頻率響應

(5) 帶斥濾波電路

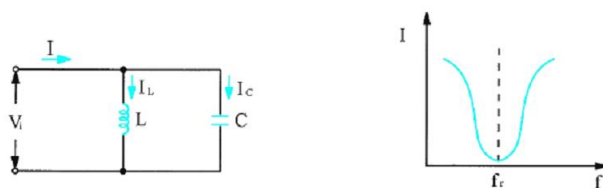


帶斥濾波器的頻率響應

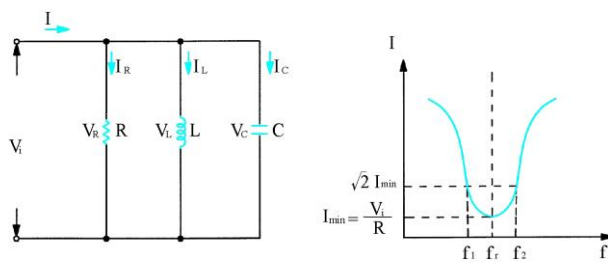
5. 二階電路



LC 串聯諧振電路



LC 並聯諧振電路



RLC 並聯諧振電路

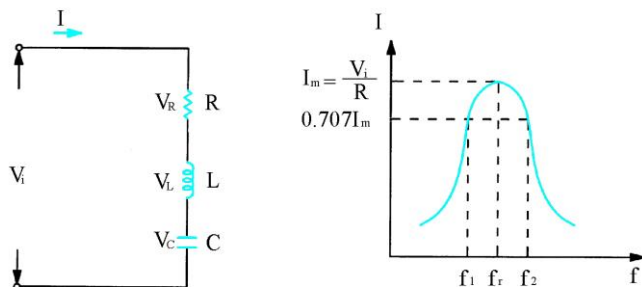
並聯諧振（電流共振）：於 f_r 時， $B_L = B_C$

諧振頻率 $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = f \sqrt{\frac{B_L'}{B_C'}}$ ， B_C' 與 B_L' 表示於頻率 f 時的電抗值

品質因數（電流放大因數）： $Q_p = \frac{Q}{P} = \frac{B}{G} = R\sqrt{\frac{C}{L}} = \frac{f_r}{BW}$

截止頻率即 $G = B$ 時的頻率，有兩個頻率分別為電感性的 f_L ，和電容性的 f_H 。

頻寬 $BW = \frac{1}{2\pi RC} = f_H - f_L = \frac{f_r}{Q_p}$



RLC 串聯諧振電路

串聯諧振（電壓共振）：於 f_r 時， $X_L = X_C$

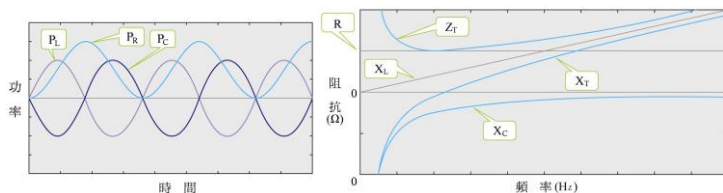
$$\text{諧振頻率 } f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = f \sqrt{\frac{X_C'}{X_L'}}$$

X_C' 與 X_L' 表示於頻率 f 時的電抗值

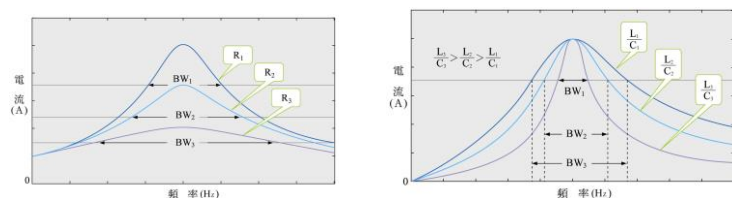
$$\text{品質因數（電壓放大因數）： } Q_s = \frac{Q}{P} = \frac{X}{R} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{f_r}{BW}$$

截止頻率即 $R = X$ 時的頻率，有兩個頻率分別為電容性的 f_L ，和電感性的 f_H 。

$$\text{頻寬 } BW = \frac{R}{2\pi L} = f_H - f_L = \frac{f_r}{Q_s}$$



RLC 串聯諧振電路的功率曲線 RLC 串聯諧振電路總阻抗、總電抗曲線

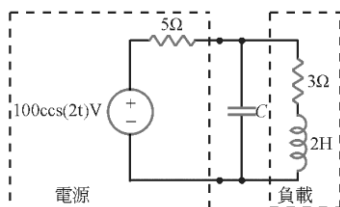


串聯諧振電路，改變電阻 R 串聯諧振電路，電阻 R 固定不變，
對於選擇性的影響 改變 L/C 會影響頻帶寬度

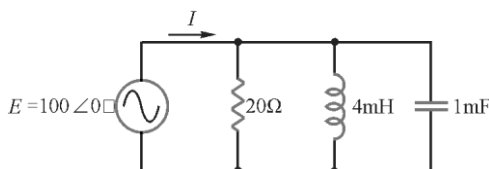


歷屆試題精選

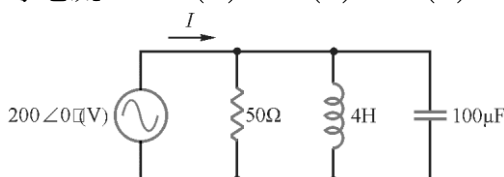
- () 1. 有一 RLC 串聯電路， $R = 10\Omega$ ， $L = 2H$ ， $C = 50\mu F$ ，求其諧振時之品質因數=20。
- () 2. 圖所示電路，為使電源外之阻抗功因值為 1，求 C 值 = (A) $\frac{1}{8}F$ (B) $\frac{1}{4}F$ (C) $\frac{1}{25}F$
(D) $\frac{2}{25}F$ 。



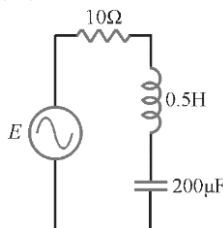
- () 3. RLC 串聯電路，由 $R = 50$ 歐姆， $L = 0.1$ 亨利， $C = 100$ 微法拉所構成，其諧振時之頻率為 (A)30 (B)40 (C)50.4 (D)70 赫芝。
- () 4. 圖 14-18 電路中，並聯諧振電路的頻寬(B.W.)約為 (A)8Hz (B)12Hz (C)16Hz (D)20Hz。



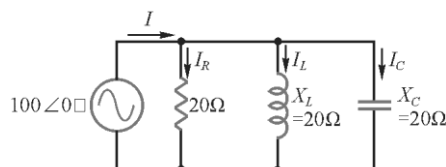
- () 5. 如圖 14-19 所示，諧振時電流 $I =$ (A)1A (B)2A (C)3A (D)4A。



- () 6. 如圖所示，當電路諧振時，求其頻帶寬度(Band Width)，應約為多少 Hz？ (A)3.2Hz (B)2.5Hz (C)4.1Hz (D)1.7Hz。



- () 7. 如圖所示，下列敘述何者有誤？ (A) I_R 電流為 5A (B) I_C 電流為 $j5$ A (C)總店流 I 為 5A (D)總阻抗為 6.7Ω 。



- () 8. 某串聯電路中 $R = 10\Omega$ ， $L = 0.01H$ ， $C = 10\mu F$ ，則諧振時之品質因數 Q 為 (A)10000 (B)1000 (C)100 (D)10 (E)1。
- () 9. RLC 串聯電路中， $R = 10\Omega$ ， $L = 0.1H$ ， $C = 10\mu F$ ，接於 AC110V 電源，則其諧振頻率約為 (A)160Hz (B)170Hz (C)180Hz (D)200Hz。
- () 10. 有一 RLC 串聯電路，其諧振頻率 $f_0 = 1000Hz$ ， $R = 10\Omega$ ， $X_L = 100\Omega$ ，則頻寬為 (A)100Hz (B)10Hz (C)1000Hz (D)1Hz (E)10000Hz。

● 歷屆試題解答

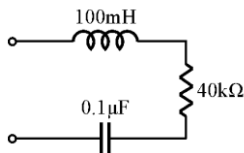
1. (D) 2. (D) 3. (C) 4. (A) 5. (D) 6. (A) 7. (A) 8. (D) 9. (A) 10. (A)

1. **【 $Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{10} \sqrt{\frac{2}{50\mu}} = \frac{1}{10} \sqrt{\frac{10^6}{20}} = \frac{10^3}{50} = 20$ 】**
2. **【 $X_L = \omega L = 2 \times 2 = 4\Omega$, $X'_L = \frac{3^2 + 4^2}{4} = \frac{25}{4} = X_C$, $\therefore X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{25}{4} \Rightarrow \frac{1}{2 \times C} = \frac{25}{4}$, $\therefore C = \frac{2}{25}$ (F)】**
3. **【 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.1 \times 100\mu}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{10} \times 10^{-3}} = 50.4$ (Hz)】**
4. **【 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{4m \times 1m}} = \frac{1}{2\pi \times 2 \times m} = \frac{250}{\pi}$, $Q = R\sqrt{\frac{C}{L}} = 20 \times \frac{1m}{4m} = 10$, $\therefore B.W = \frac{250}{10} = \frac{25}{\pi} \doteq 8$ (Hz)】**
5. **【 $I = \frac{200}{50} = 4$ (A)】**
6. **【 $B.W = \frac{R}{2\pi L} = \frac{10}{2\pi \times 0.5} \doteq 3.2$ (Hz)】**
7. **【 $I_R = \frac{100}{20} = 5$ (A) , $Z = 20(\Omega)$ 】**
8. **【 $Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{10} \sqrt{\frac{0.01}{1\mu}} = \frac{1}{10} \times 10^2 = 10$ 】**
9. **【 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.1 \times 10\mu}} = \frac{500}{\pi} \doteq 160$ (Hz)】**
10. **【 $B.W = \frac{f_0}{Q} = f_0 / X_L / R = \frac{1000}{100/10} = 100$ (Hz)】**

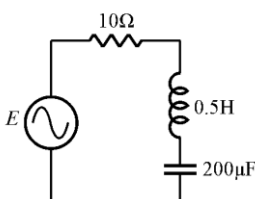


試題演練

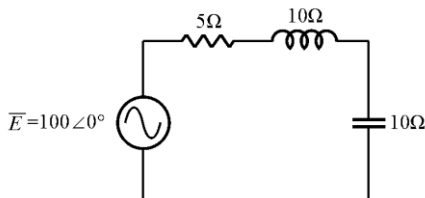
- () 1. 右圖為一 RLC 串聯電路，其諧振角頻率 ω_r 為多少？ (A)50rad/s (B) 4×10^3 rad/s (C) 10^4 rad/s (D) 4×10^5 rad/s。



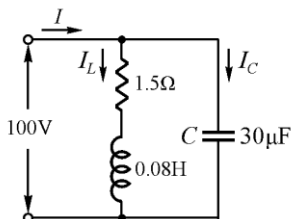
- () 2. 如圖所示，當電路諧振時，求其頻帶寬度(Band width)，應約為多少 Hz？ (A)3.2Hz (B)2.5Hz (C)4.1Hz (D)1.7Hz。



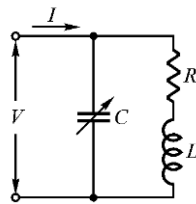
- () 3. 某串聯電路中 $R=10\Omega$ ， $L=0.01H$ ， $C=1\mu F$ ，則諧振時之品質因數 Q 為 (A)10000 (B)1000 (C)100 (D)10 (E)1。
- () 4. 如圖所示電路，請問在截止頻率時電路消耗的功率為 (A)500 (B)1000 (C)1500 (D)2000 (E)2500 瓦特。



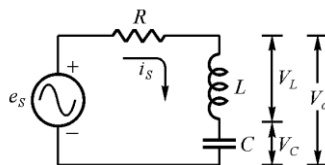
- () 5. 如圖所示電路，欲發生諧振時，請問當諧振其品質因數約為 (A)35 (B)50 (C)100 (D)200 (E)300。



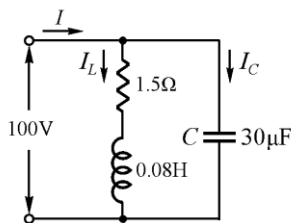
- () 6. 如圖所示， I 落後於 V ，則當 C 稍增大時 (A)功率因數提高，電流 I 減小，平均功率不變 (B)功率因數提高，電流 I 增大，平均功率不變 (C)功率因數提高，電流 I 減小，功率增大 (D)功率因數提高，電流 I 增大，功率增大。



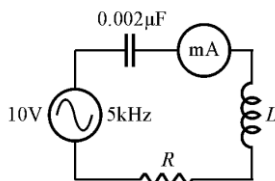
- () 7. 如圖電路諧振時，下列敘述何者錯誤？ (A) $i_s = \frac{e_s}{R}$ (B) i_s 與 e_s 同相 (C) $V_o = 0$
 (D) $V_L = V_C = 0$ 。



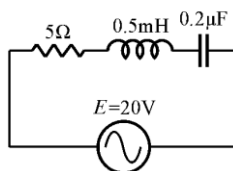
- () 8. 如圖所示電路，欲發生諧振時，請求其諧振頻率約為 (A)50 (B)100 (C)200
 (D)300 (E)400 Hz。



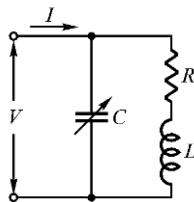
- () 9. 如圖當所示當線圈共振時，電流 25mA，線圈 L 之 Q 值為 (A)15.9 (B)159
 (C)39.79 (D)397.5。



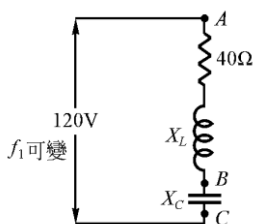
- () 10. 如圖為 RLC 串聯電路，在諧振時電感器的端電壓為 (A)10V (B)20V (C)100V
 (D)200V (E)0V。



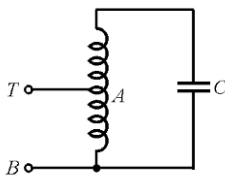
- () 11. 如圖所示電路中，若 C 可變，則諧振時 C 之值為 (A) $\frac{1}{\omega^2 L}$ (B) $\frac{1}{\omega L}$
 (C) $\frac{L}{R^2 + \omega^2 L^2}$ (D) $\frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2}$ 。



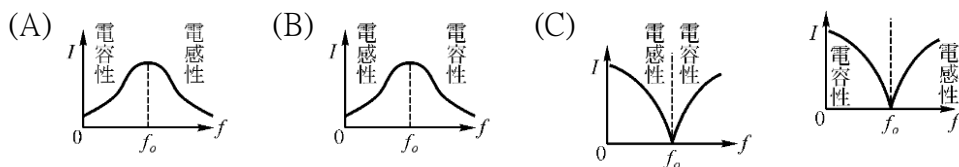
- () 12. 如圖所示電路，其中電源的頻率 f 為可變，當 f 為 60Hz 時電感抗為 36 歐姆，電容抗為 25 歐姆，請問當發生諧振時的頻率為 (A)10 (B)30 (C)50 (D)60 (E)100 Hz。



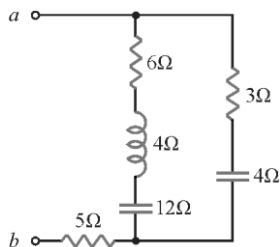
- () 13. 如圖若線圈之電感為 10mH，品質因數 $Q=15$ ，諧振頻率為 455kHz，T 為線圈之中點，則 T、B 兩點間之電阻為 (A)368.5Ω (B)542.5Ω (C)762.5Ω (D)952.5Ω (E)1082.5Ω。



- () 14. RLC 串聯電路，當 $f_0=500\text{Hz}$ 時發生諧振，此電路之截止頻率分別為 400Hz 及 600Hz，則此電路之波寬(B.W.)及品質因數分別為 (A)100Hz, 5 (B)200Hz, 1.25 (C)100Hz, 10 (D)200Hz, 2.5 (E)50Hz, 10。
- () 15. RLC 串聯電路 $R=1$ 歐姆、 $L=2\mu\text{H}$ 、 $C=50\text{PF}$ ，則品質因數為 (A)100 (B)200 (C)300 (D)400。
- () 16. RLC 串聯諧振電路中，下列敘述何者錯誤？ (A)諧振頻率 $f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ (B)電壓超前電流一角度 (C)電路呈純電阻性質 (D)功率因數為 1。
- () 17. RLC 並聯電路，電阻為 1 歐姆，電感為 1 微亨利，電容為 0.25 微法拉，請問其電路品質因數為 (A)2 (B)5 (C)10 (D)20 (E)30。
- () 18. RLC 並聯諧振電路 $R=300$ 歐姆，接於 120 伏特的電流，頻帶寬度為 100Hz，此電路的諧振頻率為 300Hz，則當此電路諧振時的流經電感器的電流為 (A)0.1 (B)0.4 (C)0.8 (D)1 (E)1.2 安培。
- () 19. 一電阻為 12 歐姆，一電感為 0.2H 與一電容並聯接於 120 伏特、60Hz 的電源，則此並聯電路欲共振時，電容值須為 (A)25.2 (B)35.2 (C)45.2 (D)55.2 μF 。
- () 20. 下列各圖中，何者為 LC 串聯諧振頻率與電流之曲線圖？



- () 21. RLC 並聯電路發生諧振時，電路呈現 (A) 電阻性電路 (B) 電容性電路 (C) 電感性電路 (D) 純電容電路。
- () 22. 一電路先調節並對 f_2 頻率發生並聯諧振後，在串聯一電容或電感使對另一頻率 f_1 發生串聯諧振，則該電路之特性 (A) 對 f_1, f_2 之信號均被排除 (B) f_1 之信號可通過， f_2 之信號被排除 (C) f_1 之信號被排除， f_2 之信號可通過 (D) 對 f_1, f_2 之信號均無選擇性。
- () 23. 如上題，若電源電壓為 $100 \angle 0^\circ$ 伏特，且頻率為可變，當頻率改變時，電阻器可能消耗的最大功率為 (A) 50 瓦特 (B) 100 瓦特 (C) 150 瓦特 (D) 200 瓦特。
- () 24. RLC 並聯電路發生諧振時，電路呈現 (A) 電阻性電路 (B) 電容性電路 (C) 電感性電路 (D) 純電容電路。
- () 25. 串聯諧振時電路品質因數為 20，諧振頻率為 3000Hz，則其頻寬為 (A) 600 (B) 400 (C) 200 (D) 150 Hz。
- () 26. 對於 RLC 串聯電路之電感抗 X_L 及電容抗 X_C 關係之敘述何者正確？ (A) 當 $X_L > X_C$ 時，電路呈電容性，此時電路的電壓滯後電流 (B) 當 $X_L < X_C$ 時，電路呈電感性，此時電路的電壓超前電流 (C) 當 $X_L = X_C$ 時，電路之功率因數為 1 (D) 以上皆是。
- () 27. 對 LC 並聯電路而言，若電感抗 X_L 等於電容抗 X_C ，下列敘述何者有誤？ (A) 諧振頻率為 $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ (B) 電路總導納為 0 (C) 電源端輸入電流最大 (D) 當輸入頻率小於諧振頻率時，電路呈電感性。
- () 28. RLC 串聯諧振時，其輸入阻抗為 (A) 最大 (B) 最小 (C) 不變 (D) 不一定 (E) 先大後小。
- () 29. 有關 RLC 串聯諧振電路，下列敘述何者是錯誤的？ (A) 當電源頻率小於諧振頻率時，電路呈電容性 (B) 當電感性阻抗等於電容性阻抗時，電路產生諧振 (C) 品質因數 Q 值愈大，電路阻抗對應於頻率之曲線愈尖銳 (D) 當電源頻率等於諧振頻率時，其阻抗為無窮大 (E) 當電源頻率大於諧振頻率時，電路呈電感性。
- () 30. 如圖所示，此電路之等效阻抗為 (A) $7 - j1.33$ (B) $7 - j2.66$ (C) $7 - j1.2$ (D) $5 + j4.21$ 。



- () 31. 有一 RLC 串聯電路，已知交流電源為 110 V、50 Hz 時， $R = 20 \Omega$ ， $X_L = 100 \Omega$ ， $X_C = 4 \Omega$ ，求此串聯電路的諧振頻率為多少？ (A) 250 Hz (B) 100 Hz (C) 10 Hz (D) 2 Hz 【94 四技二專】

試題演練解答

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

1. $\omega_r = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{\sqrt{100 \times 10^{-3} \times 0.1 \times 10^{-6}}} = 10^4 \text{ rad/s}$
2. $B.W. = \frac{f_o}{Q_s} = \frac{f_o}{\frac{W_o L}{R}} = \frac{R}{2\pi L} = \frac{10}{2\pi \times 0.5} \doteq 3.5 \text{ Hz}$
3. $Q_s = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{10} \cdot \sqrt{\frac{0.01}{1 \times 10^{-6}}} = 10$
4. $P_o = \frac{E^2}{R} = \frac{100^2}{5} = 2000 \text{ W}$ $P_{f1} = P_{f2} = \frac{P_o}{2} = 1000 \text{ W}$
5. $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 102 \text{ Hz}$ $Q = \frac{XL_o}{R} = \frac{2\pi \times 102 \times 0.08}{1.5} \doteq 35$
8. $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \cdot \sqrt{1 - \frac{R^2 C}{L}} \doteq 100 \text{ Hz}$
9. $R = \frac{E}{I} = \frac{10}{25 \times 10^{-3}} = 400 \Omega$
 $Q_s = \frac{X_{L_o}}{R} = \frac{X_{C_o}}{R} = \frac{1}{\omega_o CR} = \frac{1}{(2\pi \times 5 \times 10^3) \times 0.002 \times 10^{-6} \times 400} = 39.79$
10. $Q_s = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{5} \times \sqrt{\frac{0.5 \times 10^{-3}}{0.2 \times 10^{-6}}} = 10$ $V_{L_o} = Q_s E = 10 \times 20 = 200 \text{ V}$
11. X_C 等於 R-L 並聯等效值
12. $f_o = f \cdot \sqrt{\frac{X_C}{X_L}} = 60 \sqrt{\frac{25}{36}} = 50 \text{ Hz}$
13. $R = \frac{X_{L_o}}{Q_s} = \frac{2\pi \times 455 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-3}}{15} \doteq 1905.9 \Omega$ $R_{TB} = \frac{R}{2} = 952.9 \Omega$
14. $B.W. = f_2 - f_1 = 600 - 400 = 200 \text{ Hz}$ $Q = \frac{f_o}{B.W.} = \frac{500}{200} = 2.5$
15. $Q_s = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{1} \cdot \sqrt{\frac{2\mu}{50P}} = 200$

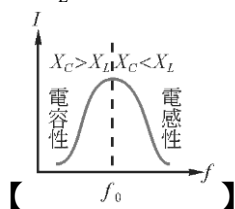
17. $Q_P = R \cdot \sqrt{\frac{C}{L}} = 1 \times \sqrt{\frac{1 \times 10^{-6}}{0.25 \times 10^{-6}}} = 2$
18. $I_{L0} = Q_P I = 3 \times 0.4 = 1.2 \text{ A}$
19. $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \therefore C = \frac{1}{(2\pi f_0)^2 L} = \frac{1}{(2\pi \times 60)^2 \times 0.2} \doteq 35.2 \mu\text{F}$

21. 【諧振時，為純電阻性電路】
22. 【基本上電路只對特定一頻率產生諧振，且以最後為依據】

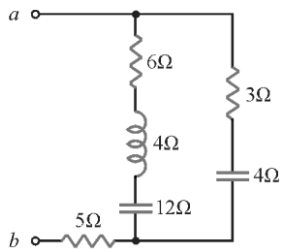
23. 【 $P_{\max} = \frac{V^2}{R} = \frac{(100)^2}{50} = 200 \text{ (W)}$ 】

25. 【 $BW = f_0 / Q = 3000 / 20 = 150$ 】

26. 對於 RLC 串聯電路之電感抗 X_L 及電容抗 X_C ，當 $X_L = X_C$ 時，電路之功率因數為 1，當 $X_C > X_L$ 時電路呈電容性，電流為超前，當 $X_L > X_C$ 時電路呈電感性，電流為落後



27. 對 LC 並聯電路而言，若電感抗 X_L 等於電容抗 X_C ，諧振頻率為 $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ，電路總導納為 0，電源端輸入電流最小，當輸入頻率小於諧振頻率時，電路呈電感性。
28. RLC 串聯諧振時，其輸入阻抗為最小。
29. 有關 RLC 串聯諧振電路，當電源頻率小於諧振頻率時，電路呈電容性，當電感性阻抗等於電容性阻抗時，電路產生諧振，品質因數 Q 值愈大，電路阻抗對應於頻率之曲線愈尖銳，當電源頻率等於諧振頻率時，其阻抗為最小，當電源頻率大於諧振頻率時，電路呈電感性。
30. 如圖所示，此電路之等效阻抗為 $7 - j2.66$ 。



【 $Z_{ab} = 5 + [(6 + j4 - j12)] // (3 - j4) = 5 + [(6 - j8) // (3 - j4)] = 5 + \frac{6 - j8}{2 + 1} = 5 + 2 - j2.66 = 7 - j2.66 (\Omega)$ 】

31. 諧振頻率 $= 50 \times \sqrt{XC / XL} = 50 \times 0.2 = 10 \text{ Hz}$