

## 第11章 諧振電路

11-1 串聯諧振電路

11-2 並聯諧振電路

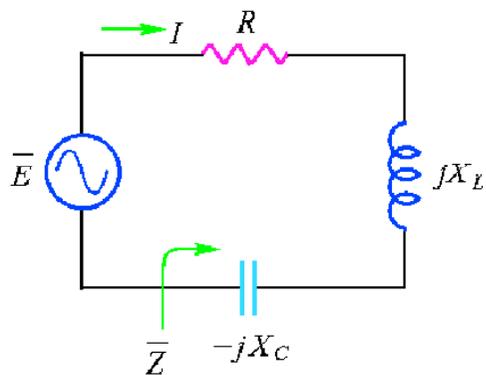
11-3 串、並聯諧振電路



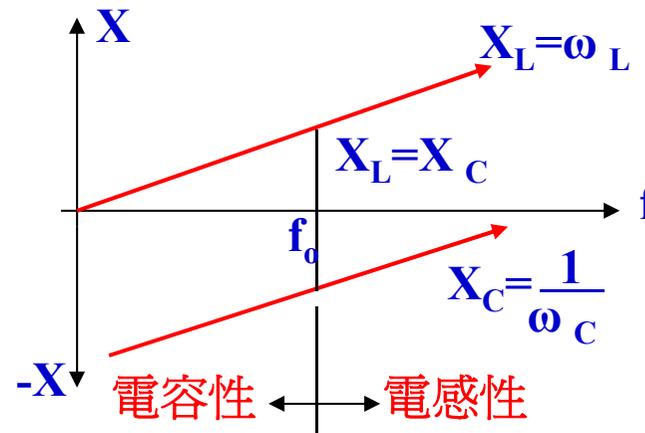
# 11-1 串聯諧振電路

**諧振現象** 當電源頻率改變時，電感與電容之能量一釋放一吸收，產生能量脈動現象

## RLC串聯電路



## 電抗與頻率之關係



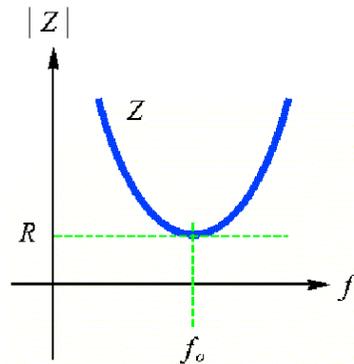


# 11-1 串聯諧振電路

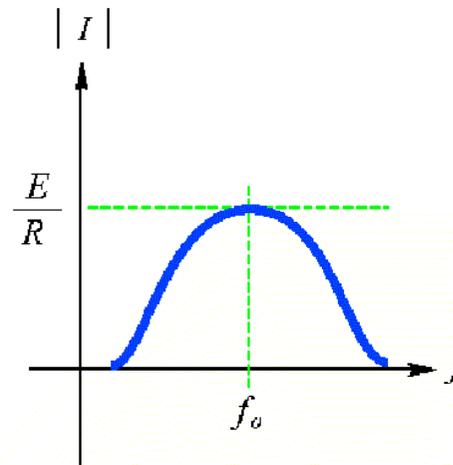
諧振條件  $X_L = X_C$

諧振頻率  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

## 串聯諧振的特性



$Z=R$  電路呈電阻性



電路電流最大



## 11-1.1 品質因數

定義： 儲能與耗能之比或虛功率與實功率之比

$$Q = \frac{Q_L}{P} = \frac{I^2 X_L}{I^2 R} = \frac{X_L}{R} = \frac{\omega L}{R} = \frac{X_C}{R} = \frac{1}{\omega C R}$$

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

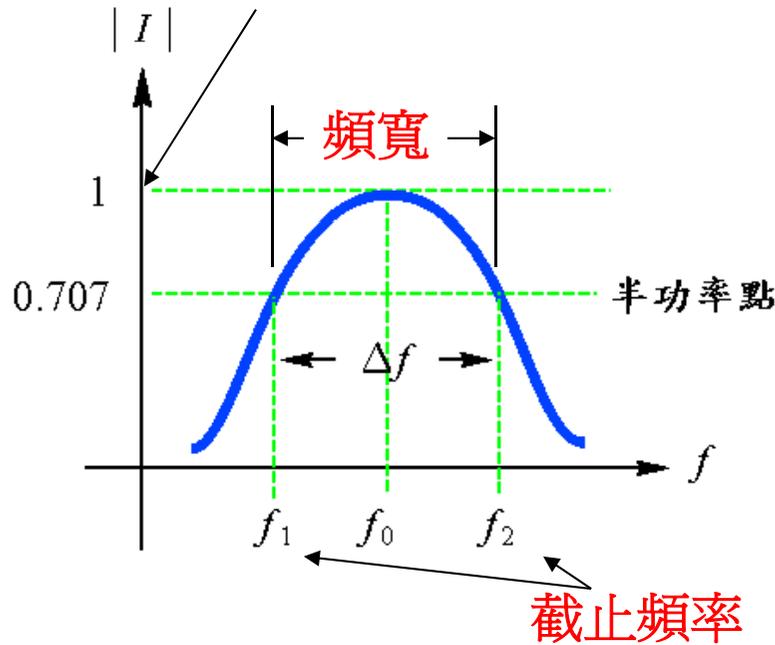
端電壓與品質因數：  $V_L = QE$  ，  $V_C = QE$



# 11-1.2 頻帶寬度

定義：

令最大電流值為 1



$$BW = \Delta f = \frac{f_0}{Q}$$

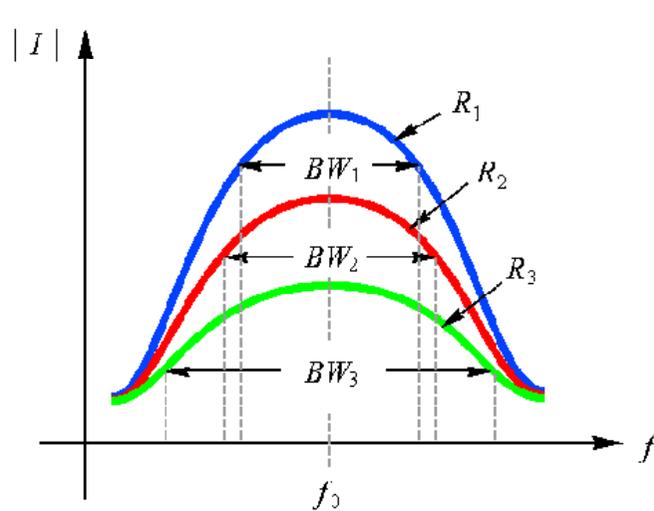
$$f_1 = f_0 - \frac{BW}{2}$$

$$f_2 = f_0 + \frac{BW}{2}$$

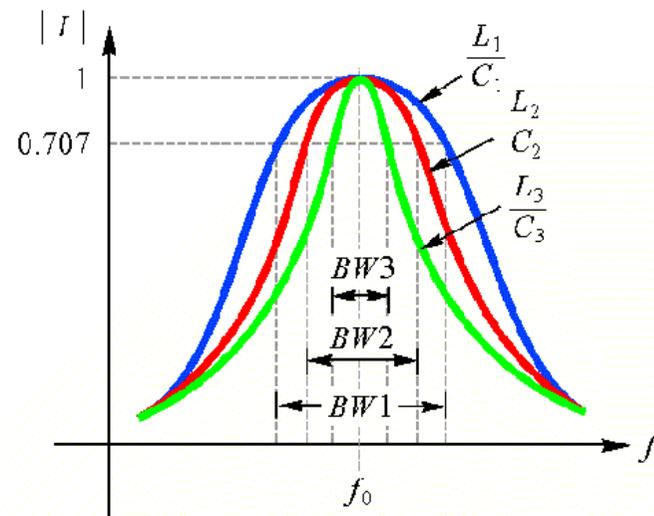


## 11-1.2 頻帶寬度-選擇性

作用：表示諧振是否具有較好的**頻率響應**



電阻愈小選擇性愈佳



L/C比愈大選擇性愈佳



## 11-1 串聯諧振電路

**例題：** RLC串聯電路， $R=10\ \Omega$ ， $X_L=30\ \Omega$ ， $X_C=120\ \Omega$   
 $E=100\text{V}$ ， $f=120\text{Hz}$ ，試求下列各值：

**解答：**

**諧振頻率：**  $f_0 = f \sqrt{\frac{X_C}{X_L}} = 120 \sqrt{\frac{120}{30}} = 240(\text{Hz})$

**電路電流：**  $I = E/R = 100/10 = 10(\text{A})$

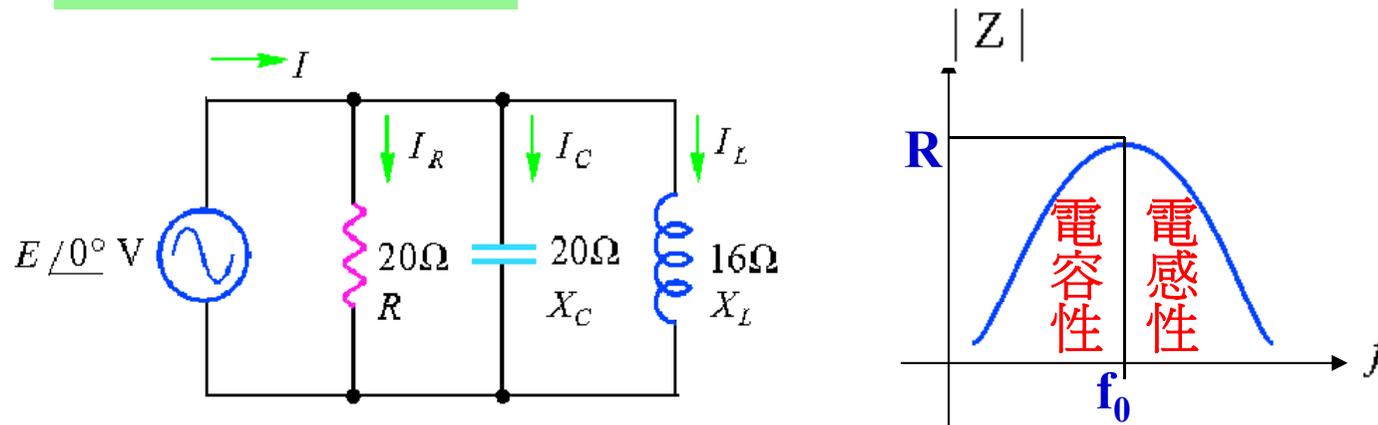
**品質因數：**  $Q = X_{L0}/R = 60/10 = 6$  ( $X_{L0} = \sqrt{X_L X_C} = 60\ \Omega$ )

**頻帶寬度：**  $BW = f_0/Q = 240/6 = 40(\text{Hz})$



# 11-2 並聯諧振電路

## RLC並聯電路



### 阻抗特性：

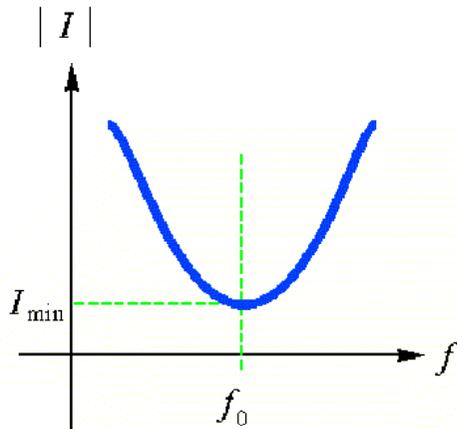
- $f < f_0$  : 電路呈電容性
- $f > f_0$  : 電路呈電感性
- $f = f_0$  : 電路呈電阻性 :  $Z=R$



# 11-2

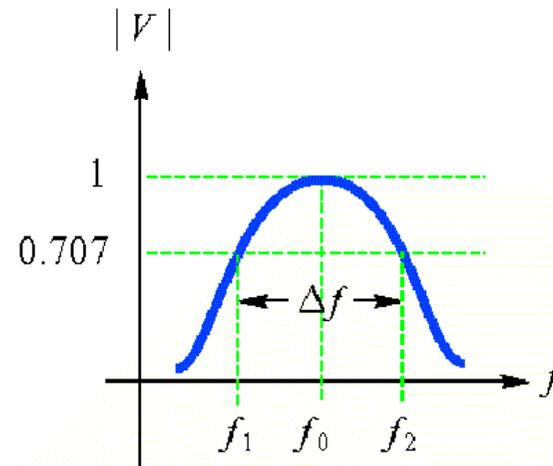
## 並聯諧振電路

電流特性：



電流值最小

電壓特性：



電壓值  $V_0 = I \times R$



## 11-2.1 品質因數

定義： 諧振電路之虛功率與實功率的比值

$$Q = \frac{Q_L}{P} = \frac{Q_C}{P} \quad \text{並聯的端電壓相等 } V_L = V_C = E$$

$$\text{又因： } Q_L = E^2/X_L, \quad Q_C = E^2/X_C, \quad P = E^2/R$$

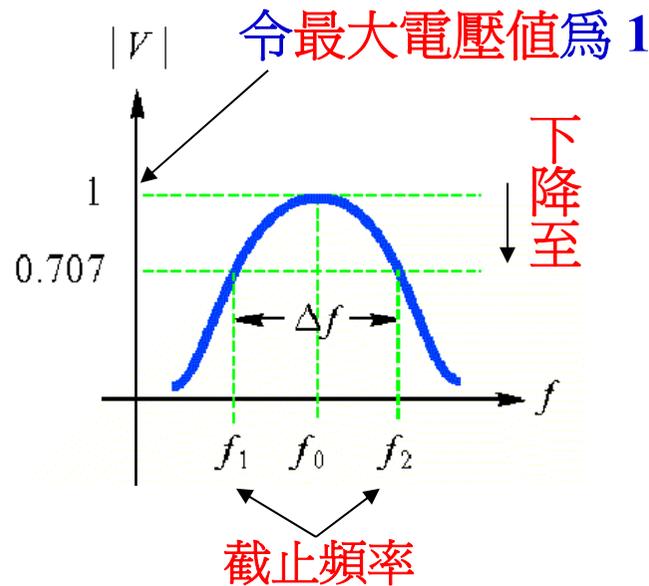
$$\text{所以： } Q = R/X_L \quad \text{或} \quad Q = R \sqrt{\frac{C}{L}}$$

分路電流：  $\bar{I}_L = -jIQ$  ,  $\bar{I}_C = jIQ$



# 11-2.2 頻帶寬度

頻寬定義：



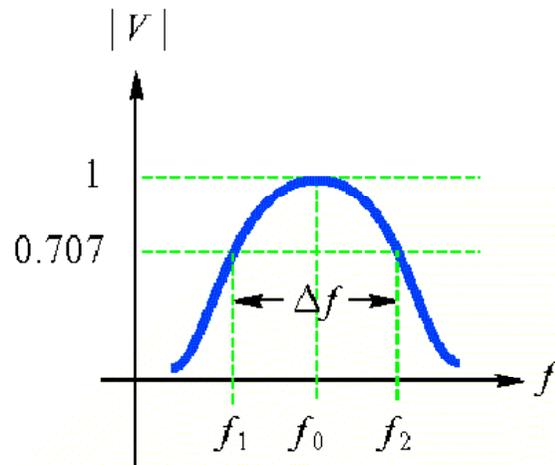
$$BW = \Delta f = \frac{f_0}{Q} = f_2 - f_1$$

$$f_1 = f_0 - \frac{BW}{2}$$

$$f_2 = f_0 + \frac{BW}{2}$$



## 11-2.2 頻帶寬度(選擇性)



選擇性的關係為：

1. 選擇性與頻帶寬度成反比
2. 選擇性與電阻值  $R$  成正比
3. 選擇性與品質因數成正比



## 11-2 並聯諧振電路

**例題：** RLC並聯電路， $E=100V$ ， $R=20\Omega$ ，當諧振頻率為 $100Hz$ 時， $X_L=X_C=10\Omega$ ，求下列各值：

**解答：**

**品質因數：**  $Q=R/X_L=20/10=2$

**頻帶寬度：**  $BW=f_0/Q=100/2=50(Hz)$

**電路電流：**  $I=E/R=100/20=5(A)$

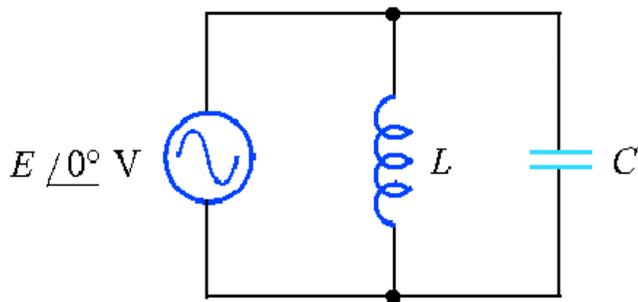
**分路電流：**  $I_L=I_C=QI=2\times 5=10(A)$

並聯諧振電路，分路電流大於電路電流**Q**倍

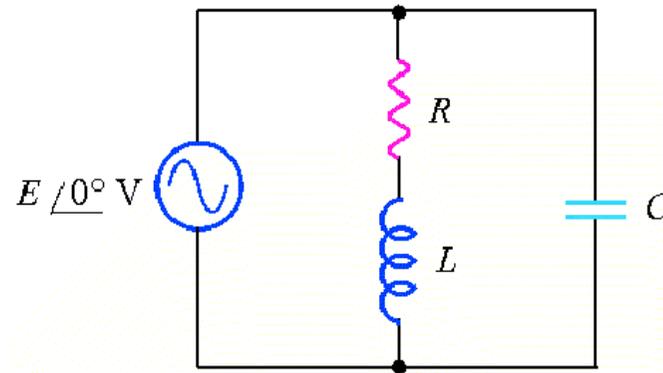


# 11-3 串、並聯諧振電路

LC並聯電路



實際LC並聯電路



繞製電感之線圈具電阻值應為電阻串接電感



## 11-3 串、並聯諧振電路

諧振頻率

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \sqrt{1 - \frac{R^2 C}{L}}$$

品質因數

$$Q = \frac{Q_{LP}}{P_{RP}} = \frac{X_L}{R} = \frac{\omega_0 L}{R}$$

頻帶寬度

$$BW = \Delta f = \frac{f_0}{Q} = f_2 - f_1$$

諧振頻率將因品質因數而受限制：

$$1. Q \geq 10 : f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \quad 2. Q < 10 : f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \sqrt{1 - \frac{R^2 C}{L}}$$



## 11-3 串、並聯諧振電路

阻抗特性 並聯諧振阻抗為電阻性

$$Z=R+QX_L \quad \text{因：} R \ll QX_L \quad \text{則：} Z=QX_L$$

阻抗 $Z$ 與品質因數 $Q$ 成正比， $Q$ 值愈大 $Z$ 愈大

電流特性 因： $V_C=V_L=V_R=IZ=IQX_L$

$$I_C=V_C/X_C=IQX_L/X_C=IQ \quad (\text{諧振 } X_L=X_C)$$

可知：流入電容之電流為總電流之 $Q$ 倍



## 11-3 串、並聯諧振電路

**例題：** 串並聯諧振電路，諧振頻率為1MHz  
 $R=10\Omega$ ， $L=100\mu\text{H}$ ，試求下列各值：

**解答：**

**品質因數：**  $Q = \frac{X_L}{R} = \frac{2\pi f_0 L}{R} = \frac{2 \times 3.14 \times 10^6 \times 100 \times 10^{-6}}{10} = 62.8$

**阻抗 Z 值：**  $Z = QX_L = 62.8 \times 628 = 39.5\text{k}(\Omega)$

**頻帶寬度：**  $BW = f_0 / Q = 10^6 / 62.8 = 16\text{k}(\text{Hz})$