比較器與基本振盪電路應用

National Taiwan Normal University
講師：袁仕翰

一、比較器及其相關介紹

比 較 器

在10-1小節中，證明過理想的運算放大器未接上任何負回授網路時，其功能特性相當於比較器。利用以下步驟，可得比較器輸出電壓。

步 驟 一 ： 分別找出$V_{i(+)}$與$V_{i(-)}$。

一、比較器及其相關介紹

比 較 器

步 驟 二：

若$V_{i(+)} > V_{i(-)}$則$V_o = +V_{sat} \doteqdot +V_{cc}$；

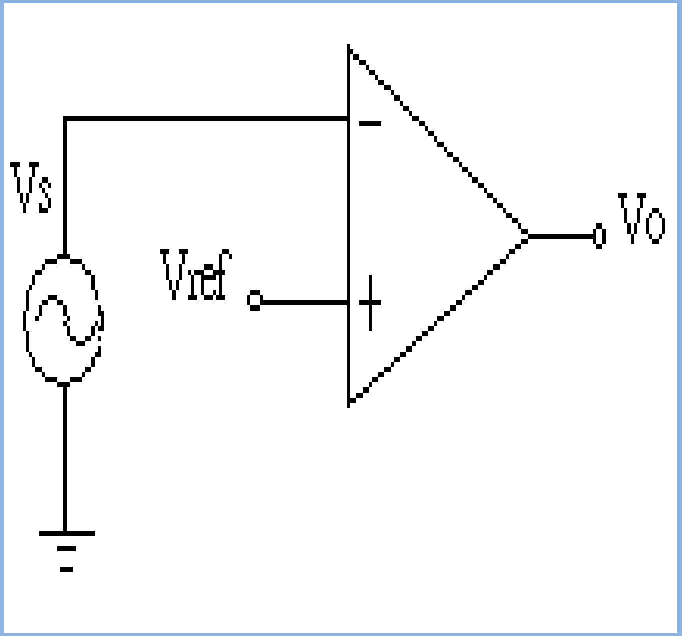
若$V_{i(+)} < V_{i(-)}$則$V_o = -V_{sat} \doteqdot -V_{cc}$。

※註：理想OPA做為比較器時，

若Vi(+) ＝ Vi(-) 則Vo ＝0 ，屬於特例情況。

一、比較器及其相關介紹

反相輸入比較器



步驟一：

分別找出$V_{i(+)}$與$V_{i(-)}$。

由圖可知$V_{i(+)} = V_{ref}$，$V_{i(-)} = V_s$。

步驟二：

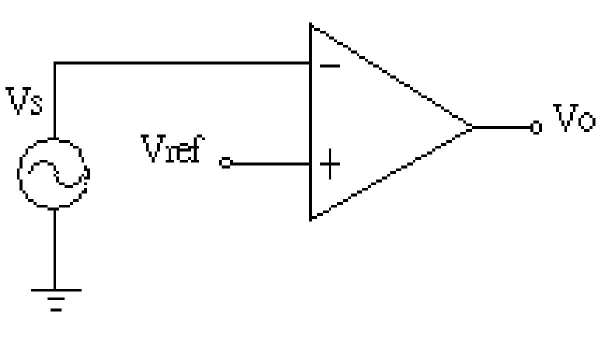
若$V_{i(+)} > V_{i(-)}$則$V_o = +V_{sat} \fallingdotseq +V_{cc}$；

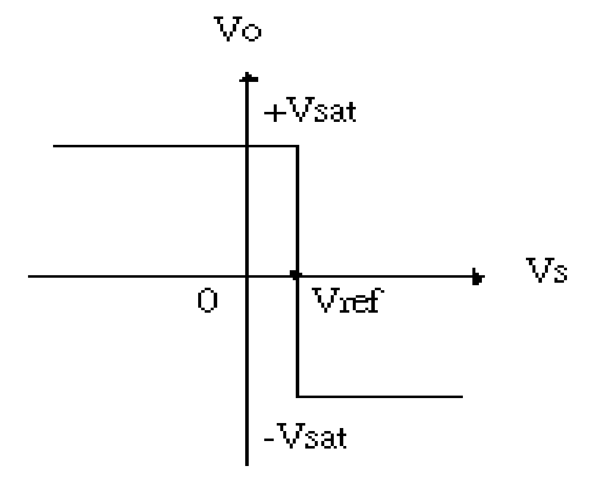
若$V_{i(+)} < V_{i(-)}$則$V_o = -V_{sat} \fallingdotseq -V_{cc}$。

一、比較器及其相關介紹

反相輸入比較器之 輸入-輸出轉移特性曲線

- $V_s > V_{ref} \rightarrow V_o = -V_{sat} \fallingdotseq -V_{cc}$
- $V_s < V_{ref} \rightarrow V_o = +V_{sat} \fallingdotseq +V_{cc}$



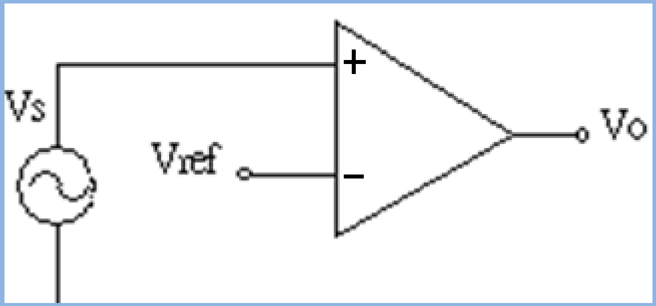


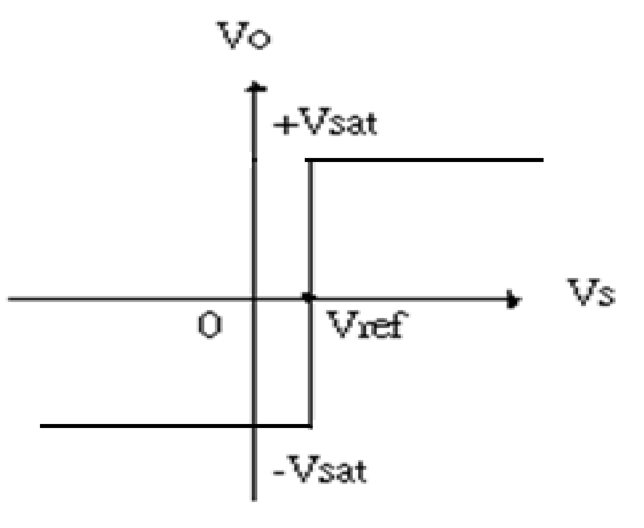
- V_{ref}為輸入－輸出轉移特性曲線之轉折電壓(crossover voltage)

一、比較器及其相關介紹

非反相輸入比較器之輸入-輸出轉移特性曲線

- 同理可得右圖所示非反相輸入比較器之輸入-輸出轉移特性曲線。
- $V_s > V_{ref} \rightarrow V_o = +V_{sat} \fallingdotseq +V_{cc}$
- $V_s < V_{ref} \rightarrow V_o = -V_{sat} \fallingdotseq -V_{cc}$

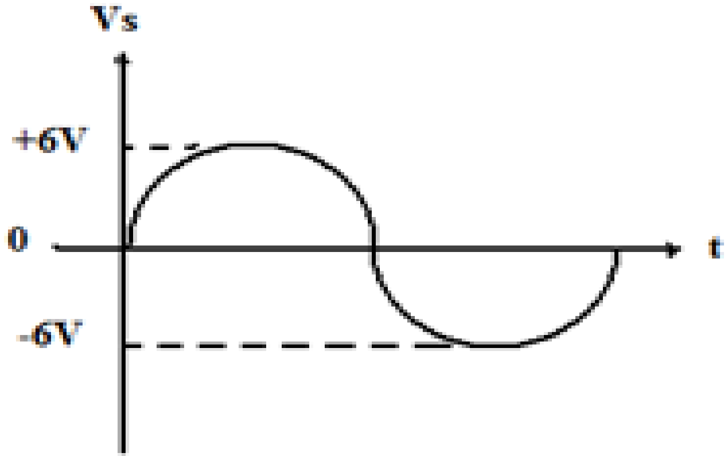


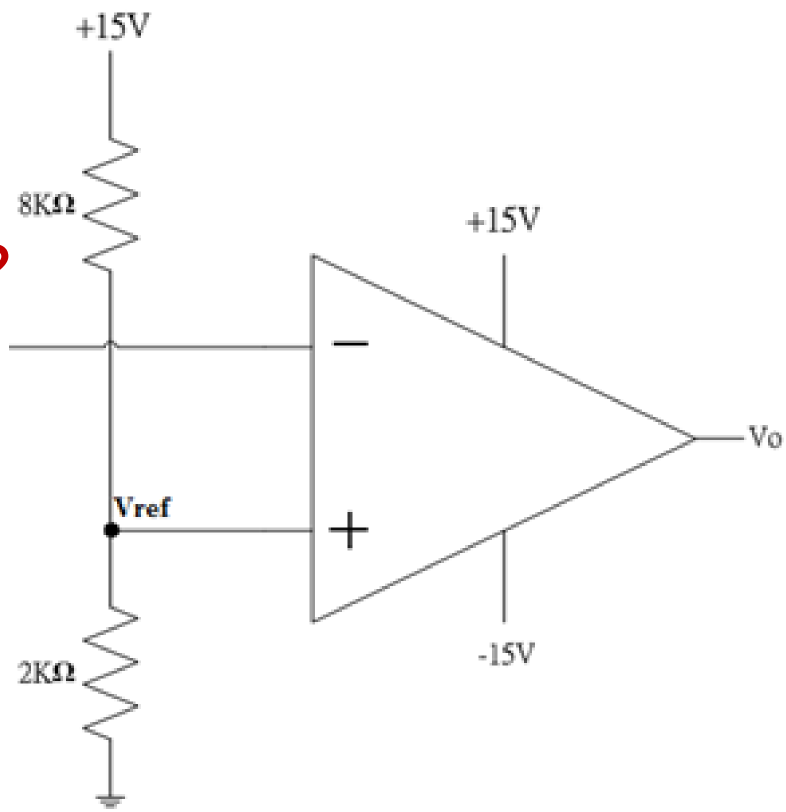


一、比較器及其相關介紹

例　題

如右圖所示反相輸入比較器若輸入信號為一峰值6V之正弦波，則其輸出V_o波形為何？



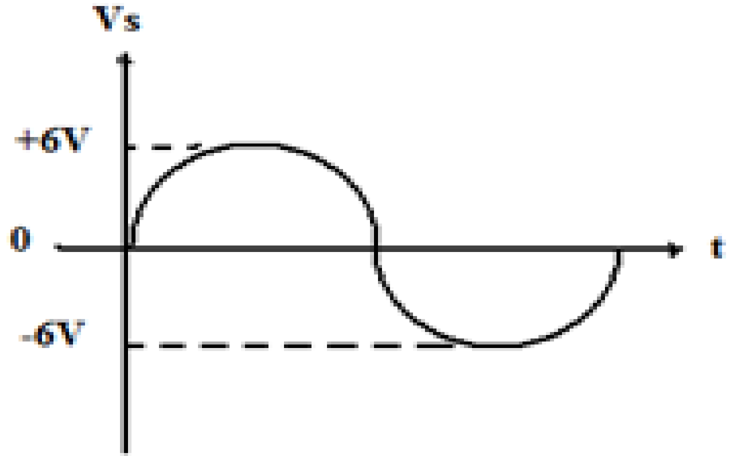


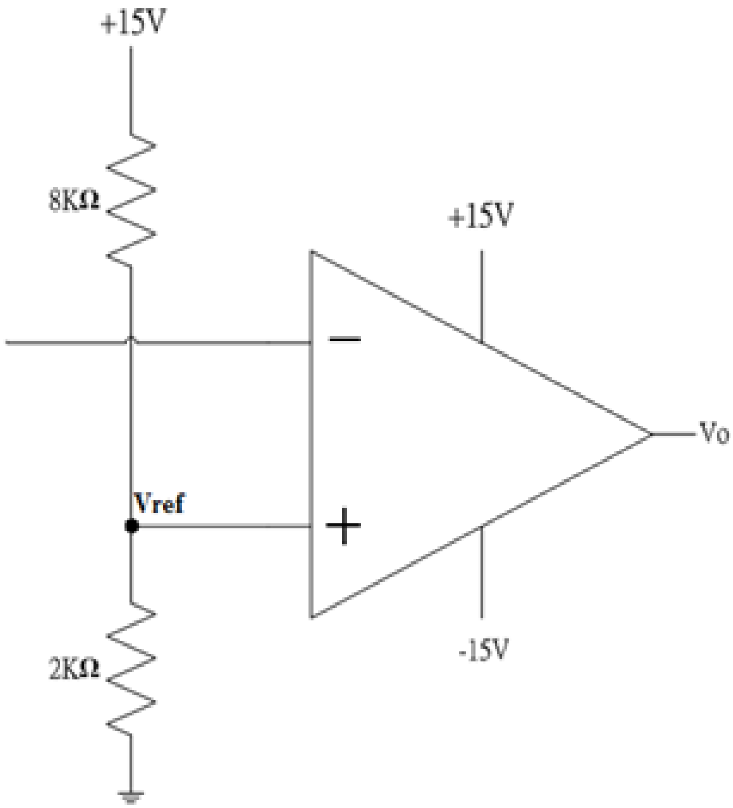
一、比較器及其相關介紹

解　答

Ans: 參考電壓

$$V_{ref} = 15V \times \frac{2k\Omega}{8k\Omega + 2k\Omega} = 3V$$

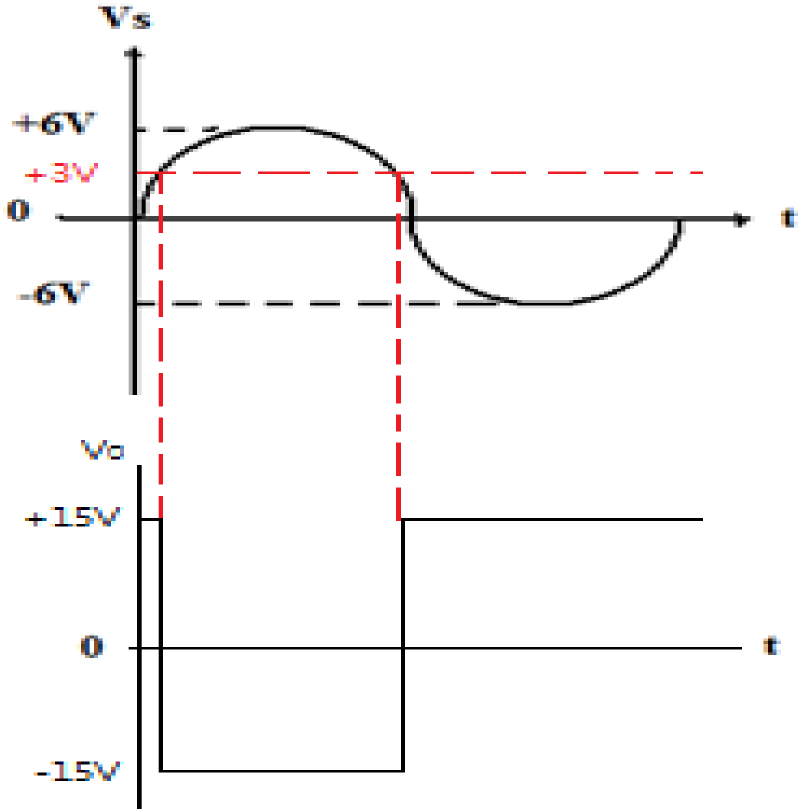




一、比較器及其相關介紹

解　答

$$\begin{cases} V_s > 3V \rightarrow V_o = -V_{sat} \approx -15V \\ V_s < 3V \rightarrow V_o = +V_{sat} \approx +15V \end{cases}$$

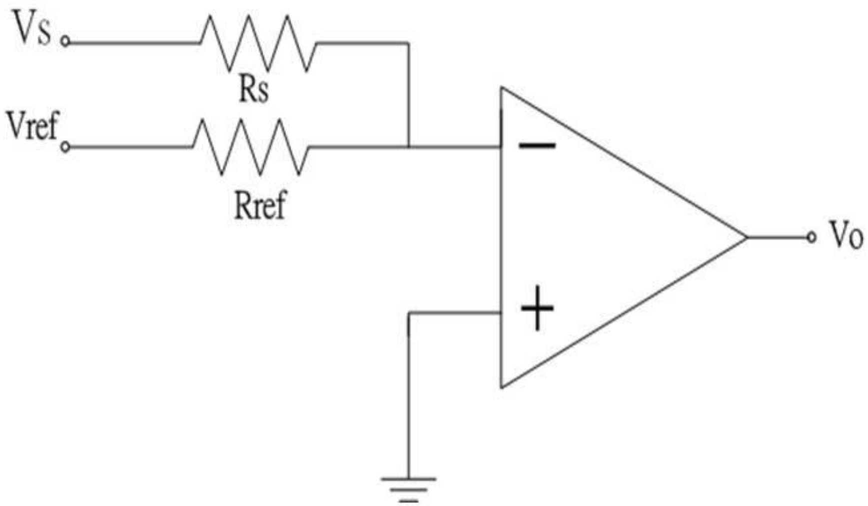


一、比較器及其相關介紹

- **步驟一：分別找出$V_{i(+)}$與$V_{i(-)}$。**

$V_{i(+)}=0$

$$V_{i(-)}=V_S\times\frac{R_{ref}}{R_S+R_{ref}}+V_{ref}\times\frac{R_S}{R_S+R_{ref}}$$



- **步驟二：**

若$V_{i(+)} > V_{i(-)}$則$V_o = +V_{sat} \fallingdotseq +V_{cc}$；

若$V_{i(+)} < V_{i(-)}$則$V_o = -V_{sat} \fallingdotseq -V_{cc}$

若$V_{i(+)} > V_{i(-)}$則 $$0 > V_S\times\frac{R_{ref}}{R_S+R_{ref}}+V_{ref}\times\frac{R_S}{R_S+R_{ref}}$$

化簡可得$V_s < (-R_s/R_{ref}) \times V_{ref}$時，

其輸出$V_o = +V_{sat} \fallingdotseq +V_{cc}$。

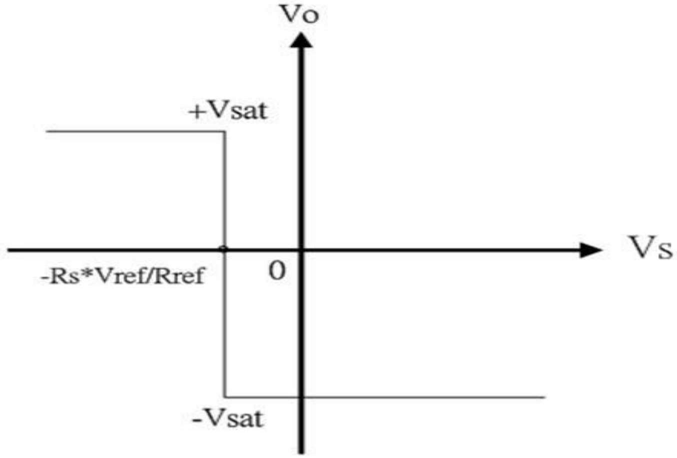
若$V_{i(+)} < V_{i(-)}$則 $$0<V_S\times\frac{R_{ref}}{R_S+R_{ref}}+V_{ref}\times\frac{R_S}{R_S+R_{ref}}$$

化簡可得$V_s > (-R_s/R_{ref}) \times V_{ref}$時，其輸出$V_o = -V_{sat} \fallingdotseq -V_{cc}$。

一、比較器及其相關介紹

反相輸入臨界電位比較電路

- 整理上述結果，可得反相輸入臨界電位比較器之輸入-輸出轉移特性曲線，其關係為
- $V_s < (-R_s/R_{ref}) \times V_{ref} \rightarrow V_o = +V_{sat} \fallingdotseq +V_{cc}$
- $V_s > (-R_s/R_{ref}) \times V_{ref} \rightarrow V_o = -V_{sat} \fallingdotseq -V_{cc}$
- 上式中 $(-R_s/R_{ref}) \times V_{ref}$ 為輸入-輸出轉移特性曲線之轉折電壓

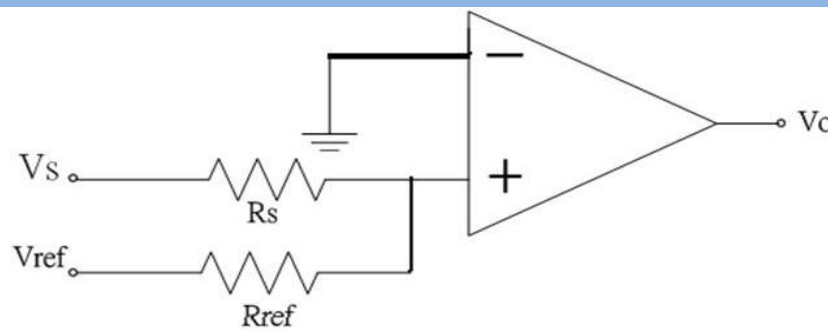


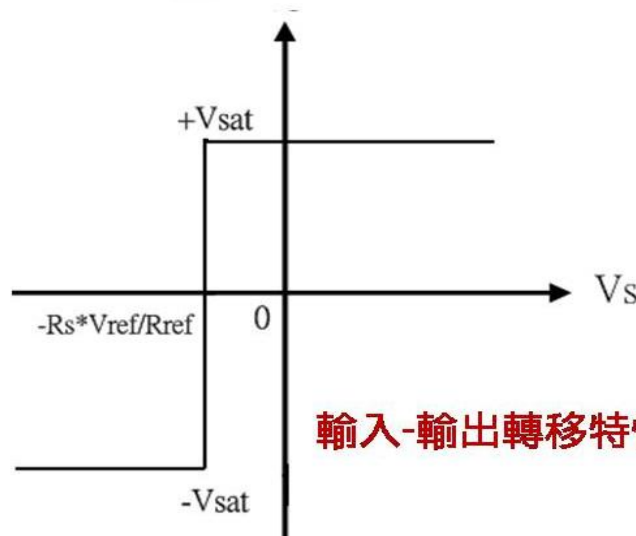
輸入-輸出轉移特性曲線

一、比較器及其相關介紹

非反相輸入臨界電位比較電路

- 同理可得右圖所示非反相輸入比較器之輸入-輸出轉移特性曲線。
- $V_s > (-R_s/R_{ref}) \times V_{ref} \rightarrow V_o = +V_{sat} \doteqdot +V_{cc}$
- $V_s < (-R_s/R_{ref}) \times V_{ref} \rightarrow V_o = -V_{sat} \doteqdot -V_{cc}$

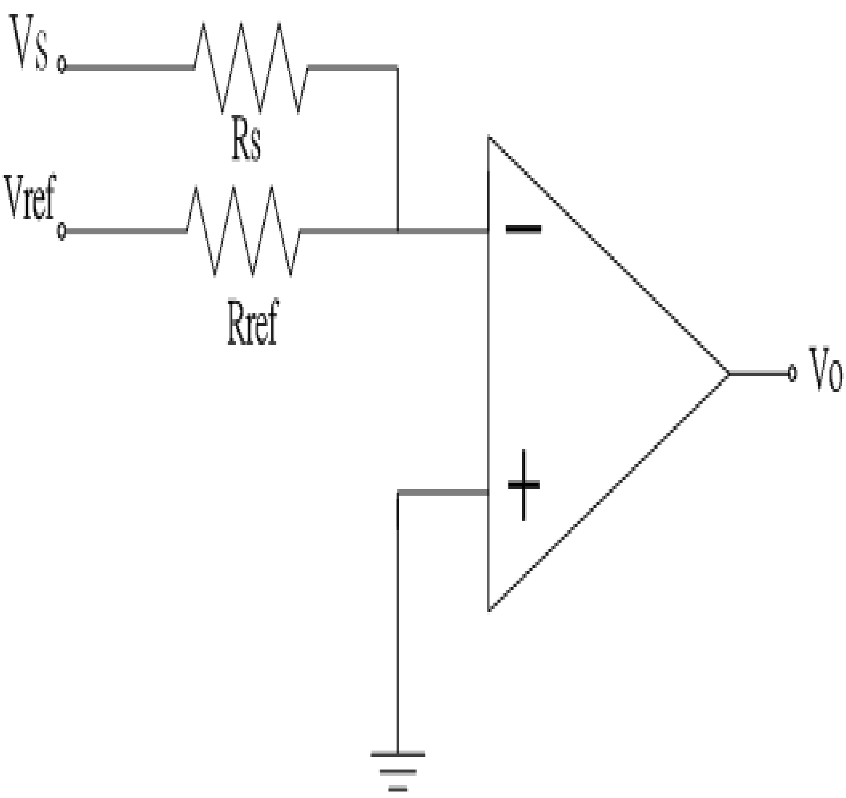




一、比較器及其相關介紹

例　題

如右圖所示反相輸入臨界電位比較器，若R_s＝3KΩ、R_{ref}＝ 2KΩ及V_{ref} ＝6V，試求(1) V_s ＝3V，(2) V_s ＝－ 10V時，其輸出電壓V_o分別為何？已知OPA電源電壓為±15V。

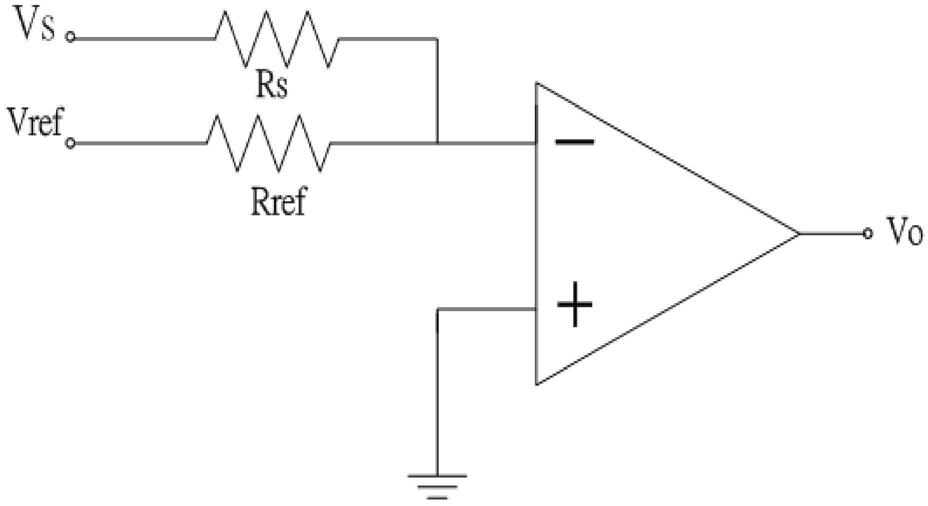


一、比較器及其相關介紹

解　答

Ans: 因轉折電壓

$$\left(-\frac{R_s}{R_{ref}}\right)\times V_{ref} = -\frac{3k\Omega}{2k\Omega}\times 6V = -9V$$



二、基本振盪電路應用

正弦波產生電路

- 基本振盪電路
  - 正弦波
    - 低頻(*RC*)
      - *RC*相移振盪器
      - 韋恩電橋振盪器
      - (11.1節)
    - 高頻(*LC*)
      - 哈特萊振盪器
      - 考畢子振盪器
      - 石英晶體振盪器
      - (11.1節)
  - 非正弦波
    - 方波
      - 施密特觸發電路(11.2節)
      - 方波產生器 (11.3節)(多諧振盪電路)
    - 三角波
      - 施密特+積分器

二、基本振盪電路應用

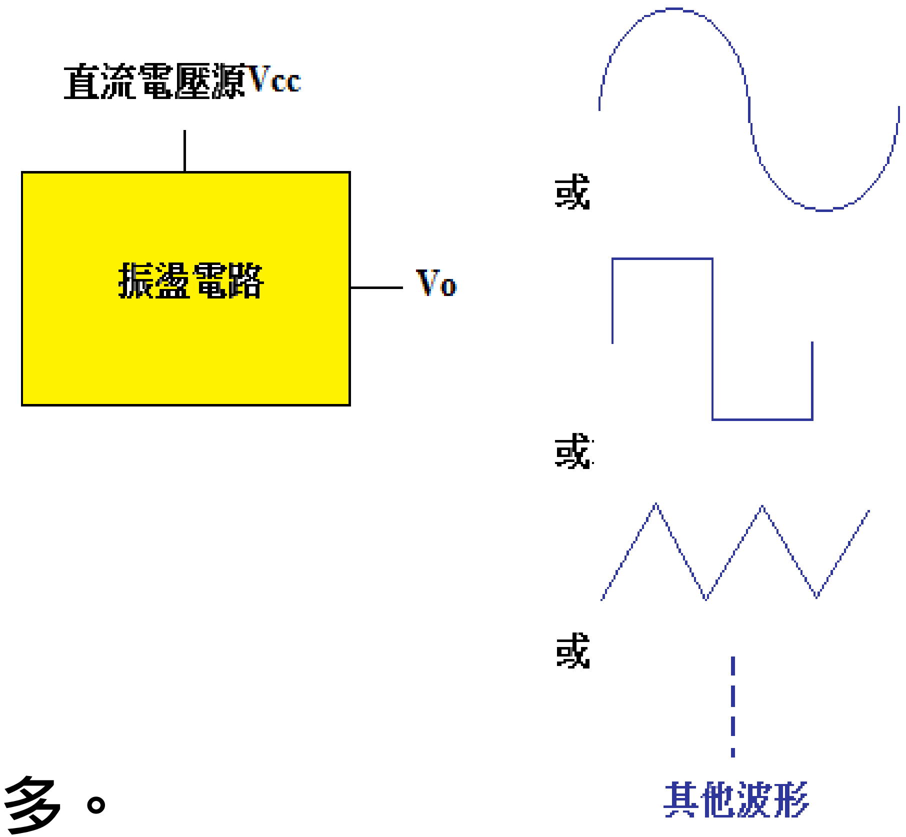
單 元 重 點

- 1.巴克豪森準則βA＝1∠0^0
- 2.正弦波產生電路有韋恩電橋、相移、LC調諧及石英等振盪電路。
- 在電子電路的應用中，我們常需要輸入信號來量測或控制電路，如輸入不同頻率的弦波信號至放大電路，以觀測其輸出頻率響應變化情形；提供方波時脈信號至邏輯電路，以控制邏輯電路的輸出狀態；提供鋸齒掃描波至示波器之時基掃描電路，以控制時基掃描線之位置等等。

二、基本振盪電路應用

單 元 重 點

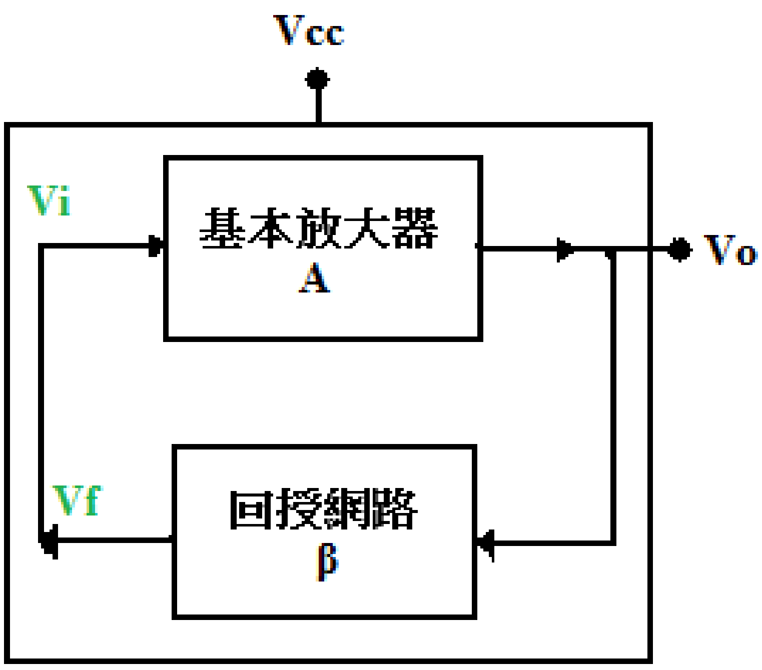
波形產生電路或稱振盪電路(oscillator)的功能是將電路中的直流電能轉換為交流電能，以產生各種交流信號波形輸出，如正弦波、方波、脈波、三角波、鋸齒掃描波及階梯坡等等。在各類的信號波形中，以正弦波應用類比電路與方波應用於數位電路最多。



二、基本振盪電路應用

正弦波振盪電路基本原理

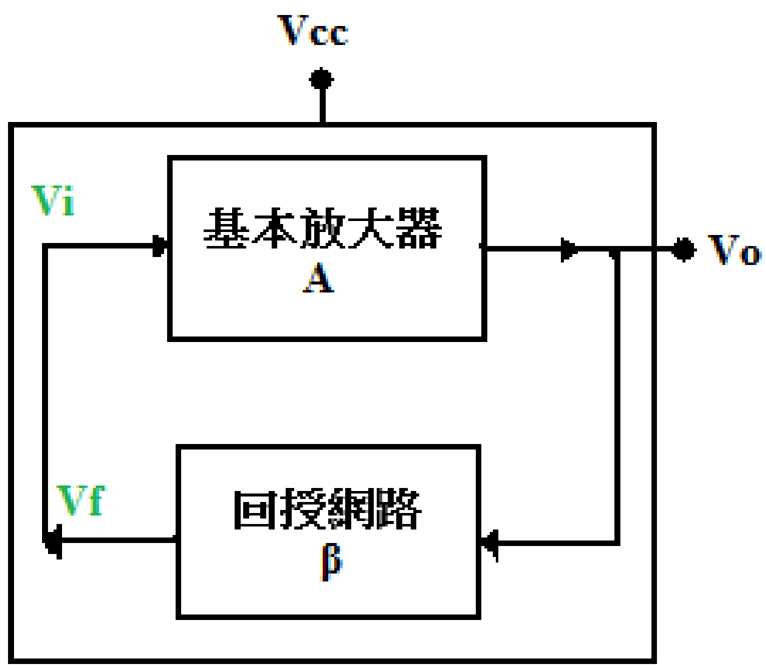
右圖為正弦波振盪電路的組成方塊圖，其中增益$A=V_o/V_i$之基本放大器功能為放大振盪信號，回授因數$\beta=V_f/V_o$之回授網路功能為選擇振盪信號頻率。



二、基本振盪電路應用

正弦波振盪電路基本原理

當直流電源加入振盪電路時，因電路上會有不同頻率成份的雜訊信號，這些信號經基本放大器放大並經具有頻率選擇功能的回授網路後，會產生一個特定頻率之正弦波信號輸出。



二、基本振盪電路應用

正弦波振盪電路基本原理

- 此特定頻率之正弦波振盪信號，若能使放大器輸出經回授網路所產生的電壓V_f等於放大器輸入電壓V_S時，即$V_f = V_S$時，即可得到一個穩定的等幅振盪之正弦波信號輸出，其中電路迴路增益：

$$\boxed{\beta \times A = \frac{V_f}{V_o} \times \frac{V_o}{V_i} = 1\angle 0^0}$$

- 上式即為正弦波振盪條件-巴克豪森準則 (Barkhausen criterion)
- 註$\beta A = 1 \angle 0^0$，可表示為$\beta A = 1 \angle (360 \times n)$

二、基本振盪電路應用

例 題

若要滿足巴克豪森振盪條件，試求以下各條件分別為何？

(1) $\beta = 0.2 \angle 0^0$，$A =$ ？

ANS： $\beta A = 1 \angle 0^0 = 0.2 \angle 0^0 \times A \rightarrow A = 5 \angle 0^0$

(2) $\beta = 0.1 \angle 180^0$，$A =$ ？

ANS： $\beta A = 1 \angle 0^0 = 0.1 \angle 180^0 \times A \rightarrow$

$A = 10 \angle 180^0 = -10 \angle 0^0$

(3) $\beta = -0.5 \angle 0^0$，$A =$ ？

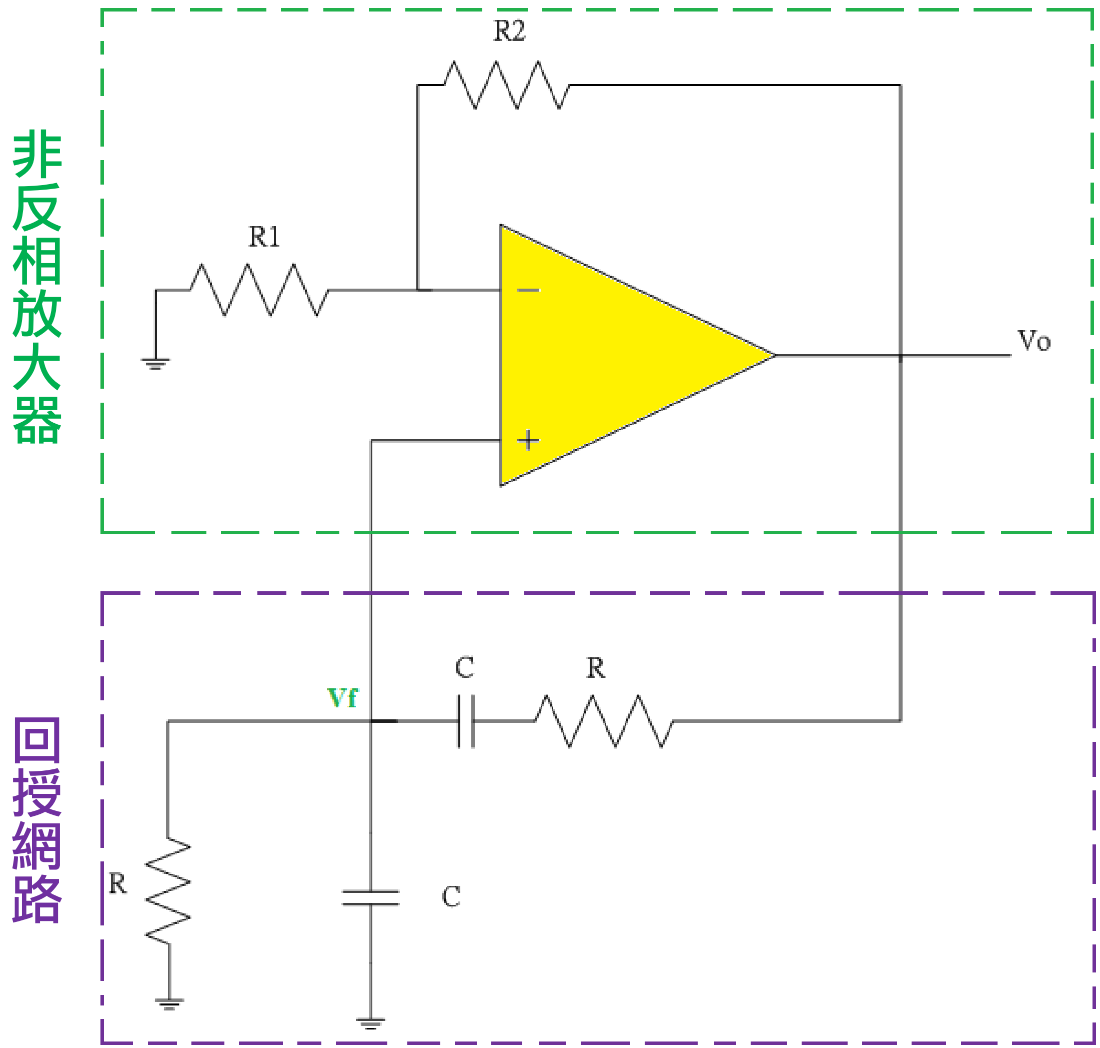
ANS： $\beta A = 1 \angle 0^0 = -0.5 \angle 0^0 \times A \rightarrow$

$A = -2 \angle 0^0 = 2 \angle 180^0$

二、基本振盪電路應用

韋恩電橋振盪電路

右圖為回授網路採RC回授式的韋恩電橋振盪器(Wien-bridge oscillator)，由回授網路，及頻率選擇網路(frequency-selective network)，利用基本電學分壓定理，可得回授因數。



二、基本振盪電路應用

韋 恩 電 橋 振 盪 電 路

$$\beta=\frac{V_f}{V_o}=\frac{R_B//(-jX_B)}{(R_A-jX_A)+R_B//(-jX_B)}=\frac{R_B\times(-jX_B)}{(R_A-jX_A)\times(R_B-jX_B)+R_B\times(-jX_B)}$$

$$=\frac{R_B\times(-jX_B)}{(R_AR_B-X_AX_B)-j(R_AX_B+R_BX_A+R_BX_B)}$$

$$=\frac{R_BX_B}{j(R_AR_B-X_AX_B)+(R_AX_B+R_BX_A+R_BX_B)}$$

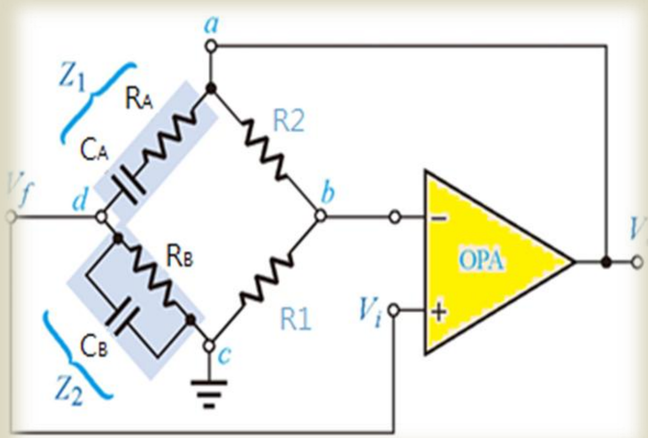
二、基本振盪電路應用

韋恩電橋振盪電路

- 若要滿足巴克豪森準則β A ＝1 ∠0^0之正弦波振盪條件，上式之虛數項必須為0，即
- $$R_A R_B = X_A X_B \Rightarrow R_A R_B = \frac{1}{\omega C_A} \times \frac{1}{\omega C_B}$$

可得振盪頻率：

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{R_A R_B C_A C_B}} \quad 或 \quad f = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_A R_B C_A C_B}}$$



二、基本振盪電路應用

韋恩電橋振盪電路

此時 $\beta = \dfrac{R_B X_B}{R_A X_B + R_B X_A + R_B X_B} = \dfrac{1}{\dfrac{R_A}{R_B} + \dfrac{X_A}{X_B} + 1} = \dfrac{1}{\dfrac{R_A}{R_B} + \dfrac{1/\omega C_A}{1/\omega C_B} + 1}$

化簡可得 $\beta = \dfrac{1}{\dfrac{R_A}{R_B} + \dfrac{C_B}{C_A} + 1}$ $\quad A = \dfrac{1}{\beta} = \dfrac{R_A}{R_B} + \dfrac{C_B}{C_A} + 1$

若 $R_A = R_B = R$ ， $C_A = C_B = C$ 則

$$\boxed{\omega = \frac{1}{RC} \quad \text{或} \quad f = \frac{1}{2\pi RC}}$$

二、基本振盪電路應用

韋恩電橋振盪電路

$\boxed{\beta = 1/3}$

由 $\beta A = 1 \angle 0^0$，可得放大器之增益必須等於3之正相放大，即

$\boxed{A = 3}$

OPA非反相放大器之增益 $A = 1 + R_2/R_1$

可得 $\boxed{R_2 = 2R_1}$

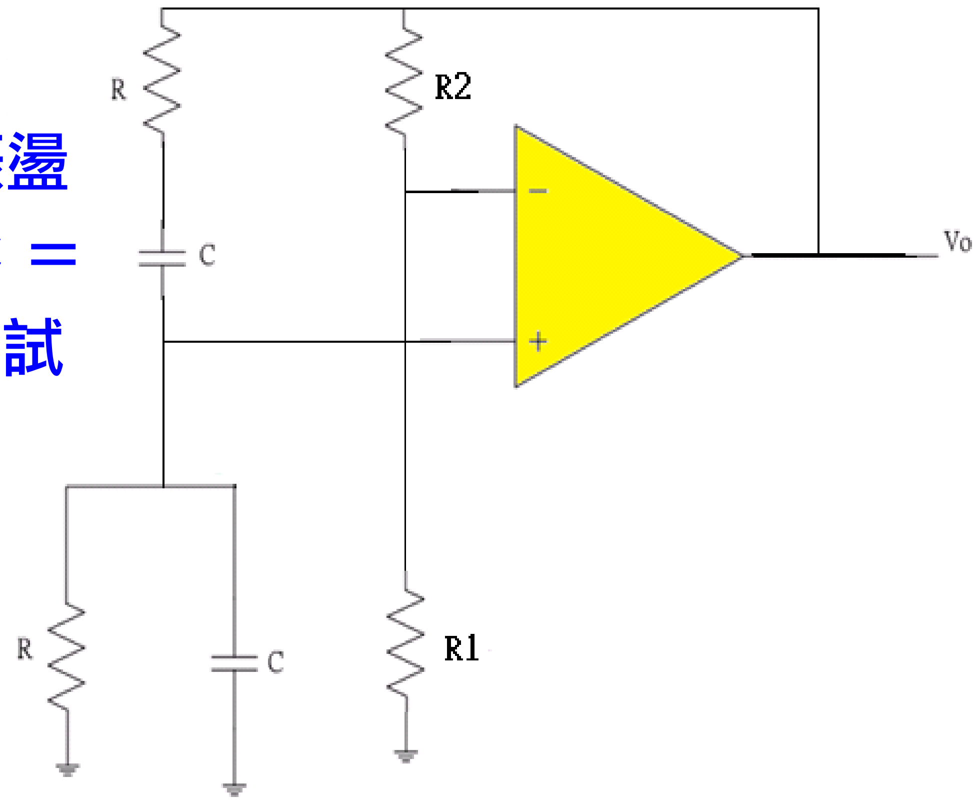
二、基本振盪電路應用

例　題

如右圖所示韋恩電橋振盪電路，若R ＝1K Ω，C ＝0.1 μ F，R1 ＝5K Ω，試求振盪發生時，

(1)正弦波振盪頻率f

(2) R2電阻值？

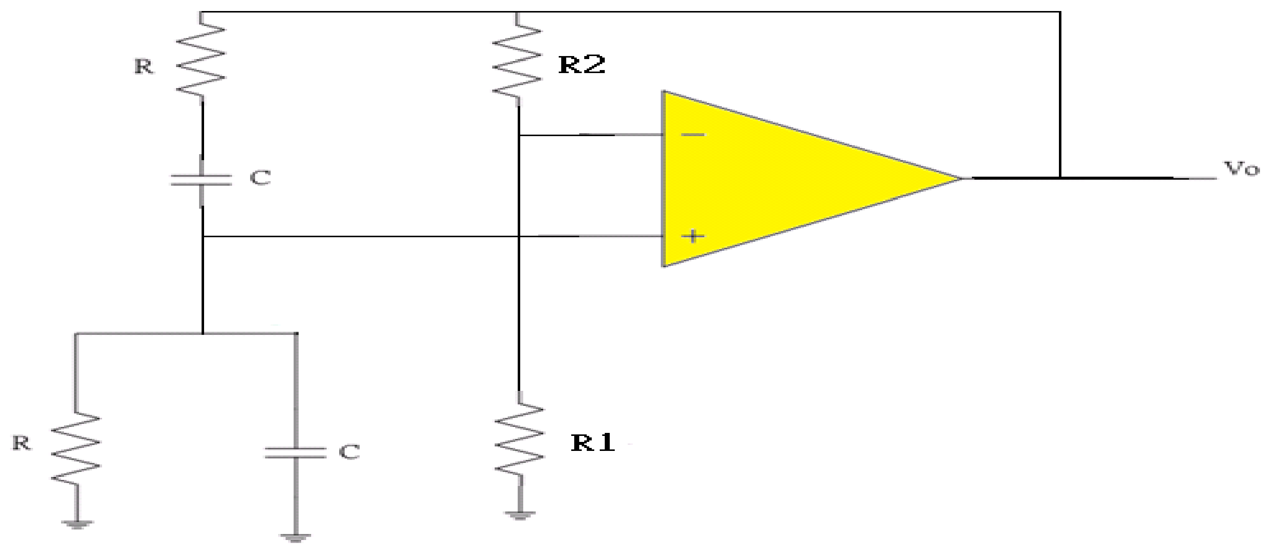


二、基本振盪電路應用

解 答

$$(1)\ f=\frac{1}{2\pi RC}=\frac{1}{2\pi\times 1K\Omega\times 0.1\mu F}\approx 1.59kHz$$

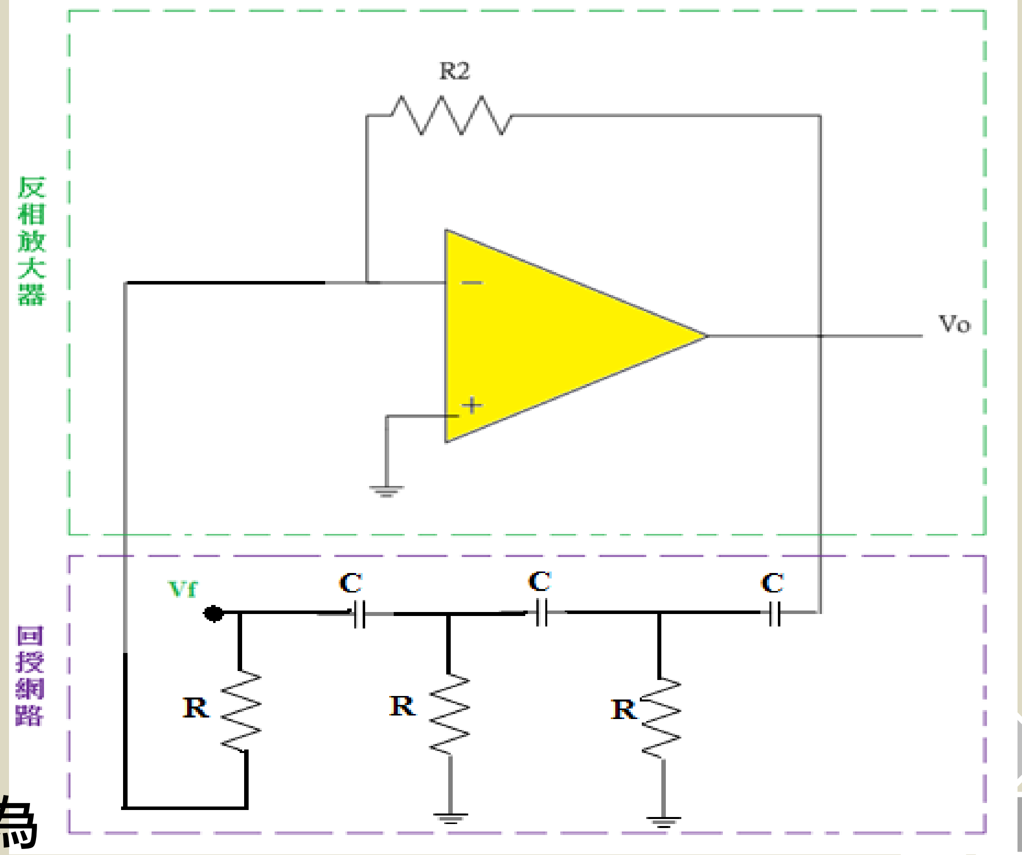
$$(2)\ R_2=2R_1=10k\Omega$$



二、基本振盪電路應用

相 移 振 盪 電 路

右圖為回授網路採RC回授式的相移振盪器(phase-shift oscillator)，由回授網路，即頻率選擇網路，利用基本電學迴路電流法，可得滿足巴克豪森準則$\beta A = 1 \angle 0^0$時，其正弦波振盪頻率、回授因數與放大器增益分別為



二、基本振盪電路應用

$$\begin{cases}(R-jX_c)\times I_1-R\times I_2+0\times I_3=V_o\\-R\times I_1+(2R-jX_c)\times I_2-R\times I_3=0\\0\times I_1-R\times I_2+(2R-jX_c)\times I_3=0\end{cases}$$

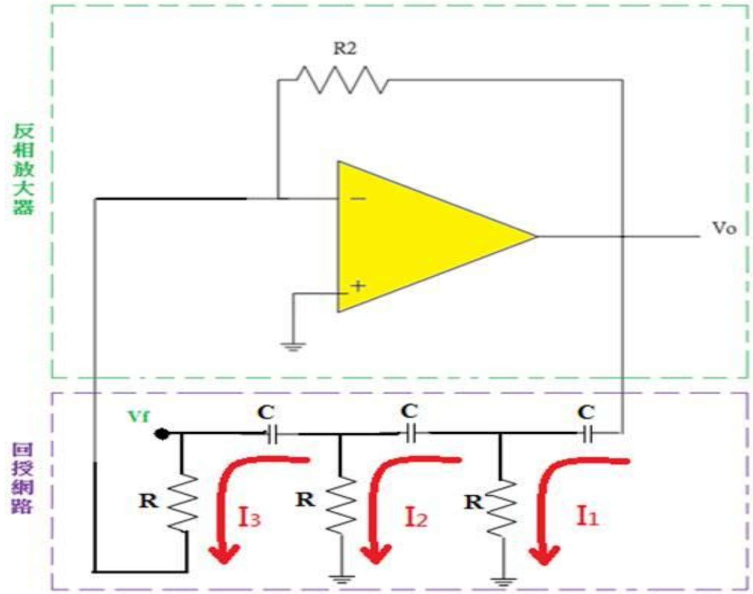
$$I_3=\frac{\begin{pmatrix}(R-jX_c) & -R & V_o\\ -R & (2R-jX_c) & 0\\ 0 & -R & 0\end{pmatrix}}{\begin{pmatrix}(R-jX_c) & -R & 0\\ -R & (2R-jX_c) & -R\\ 0 & -R & (2R-jX_c)\end{pmatrix}}$$

$$=\frac{R^2\times V_o}{(R-jX_c)\times(2R-jX_c)^2-R^2\times(R-jX_c)-R^2\times(2R-jX_c)}$$

$$=\frac{R^2V_o}{R^3-5RX_c^2-j\left(6R^2X_c-X_c^3\right)}$$

$$\beta=\frac{V_f}{V_o}=\frac{I_3\times R}{V_o}=\frac{R^3}{R^3-5RX_c^2-j\left(6R^2X_c-X_c^3\right)}$$

$$6R^2X_c=X_c^3\Rightarrow 6R^2\frac{1}{\omega C}=\frac{1}{\omega^3C^3}\Rightarrow 6R^2=\frac{1}{\omega^2C^2}$$



相 移 振 盪
電 路

二、基本振盪電路應用

相 移 振 盪 電 路

$$\boxed{\omega=\frac{1}{\sqrt{6}RC} \text{ 或 } f=\frac{1}{2\pi\sqrt{6}RC}}$$

$$\beta=\frac{R^3}{R^3-5RX_c^2}=\frac{R^3}{R^3-5R\frac{1}{\omega^2C^2}}$$ ，代入 $\omega=\frac{1}{\sqrt{6}RC}$ 化簡可得

β ＝-1/29 ＝1/29 $\angle 180^0$

A ＝-29 ＝29 $\angle 180^0$

上式結果表示相移振盪電路之回授網路與放大器皆為反相，即相移180^0 ，但迴路增益仍為正回授，即βA ＝1 $\angle 360^0$＝1 $\angle 0^0$滿足巴克豪森準則。

OPA反相放大器之增益A ＝-R_2/R_1 可得 $\boxed{R_2 = 29R}$

二、基本振盪電路應用

例 題

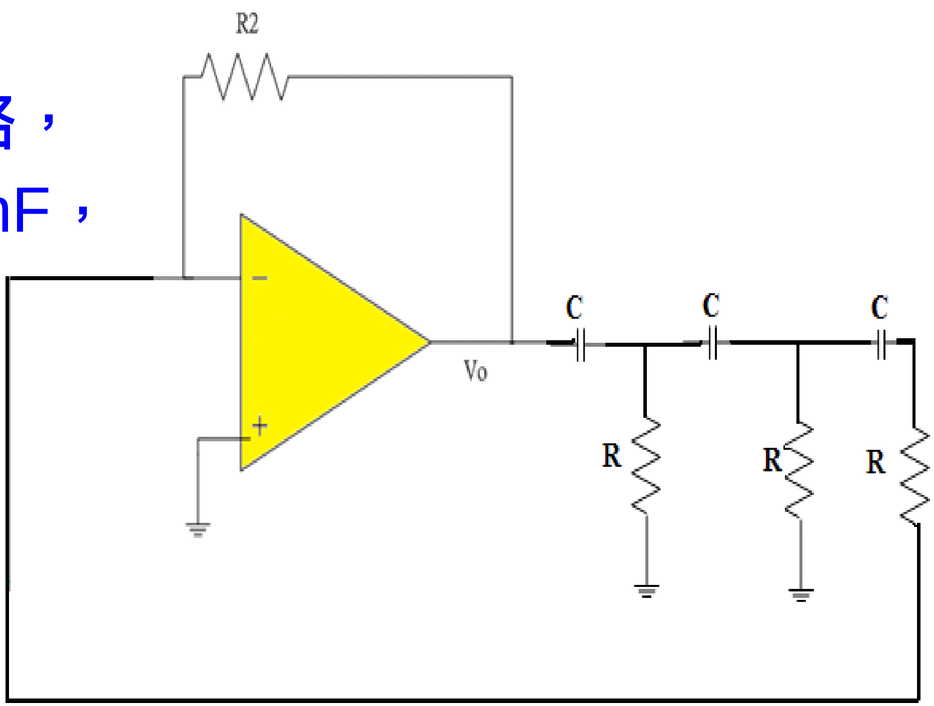
如右圖為相移振盪電路，

若R ＝10K Ω，C ＝1nF，

試求振盪發生時，

(1)正弦波振盪頻率f

(2)R2電阻值

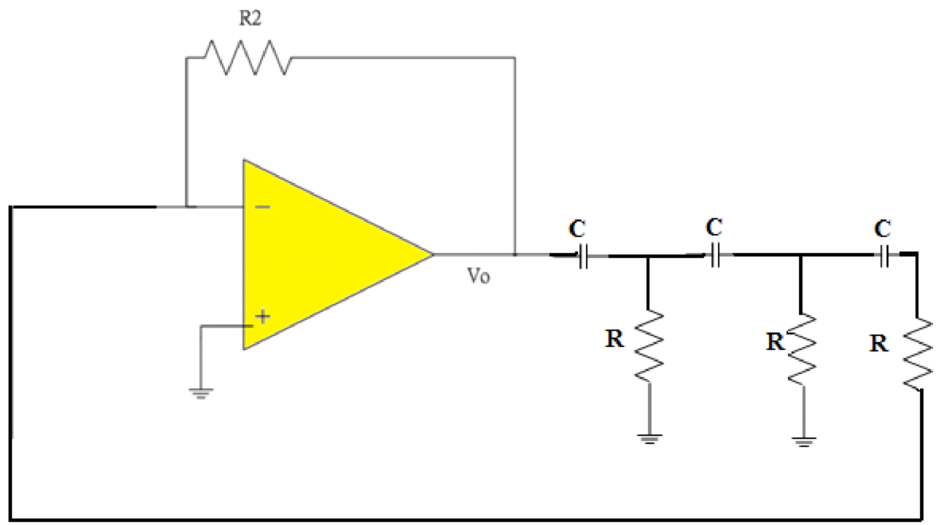


二、基本振盪電路應用

解　答

$$(1)\ f=\frac{1}{2\pi\sqrt{6}RC}=\frac{1}{2\pi\times\sqrt{6}\times10k\Omega\times1nF}\approx6.5kHz$$

$$(2)\ R_2=29R=29\times10k\Omega=290k\Omega$$



二、基本振盪電路應用

LC調諧振盪電路

採RC回授式網路的韋恩電橋振盪電路與相移振盪電路，因電阻會消耗能量，所以最高振盪頻率大約在數百KHz左右，為得到更高之振盪頻率，則回授網路應改用LC回授式，如

1. 考畢子(Colpitts)振盪電路
2. 哈特萊(Hartley)振盪電路

二、基本振盪電路應用

LC 調諧振盪電路

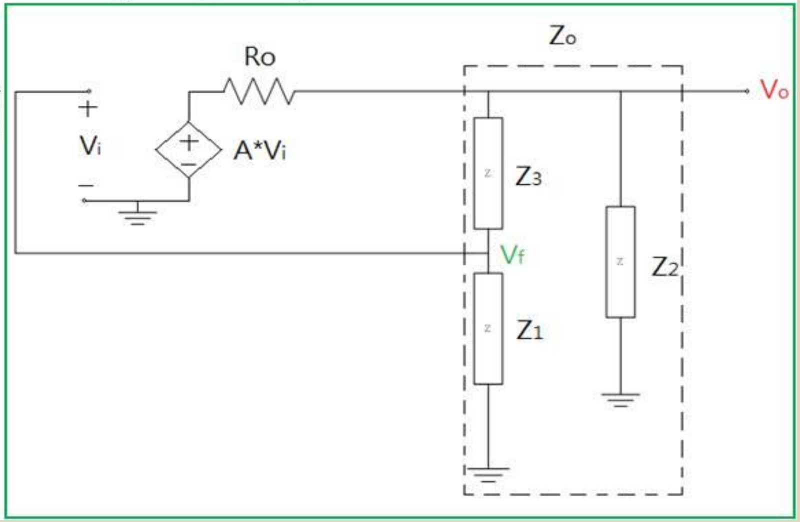
$$Z_o = (Z_1 + Z_3) // Z_2 = \frac{Z_2 \times (Z_1 + Z_3)}{Z_1 + Z_2 + Z_3}$$

$$\beta A = \frac{V_f}{V_o} \times \frac{V_o}{V_i} = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_3} \times A \frac{Z_o}{R_o + Z_o} = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_3} \times A \frac{\frac{Z_2 \times (Z_1 + Z_3)}{Z_1 + Z_2 + Z_3}}{R_o + \frac{Z_2 \times (Z_1 + Z_3)}{Z_1 + Z_2 + Z_3}}$$

$$\beta = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_3} \times \frac{Z_2 \times (Z_1 + Z_3)}{R_o \times (Z_1 + Z_2 + Z_3) + Z_2 \times (Z_1 + Z_3)}$$

$$= \frac{Z_1 Z_2}{R_o \times (Z_1 + Z_2 + Z_3) + Z_2 \times (Z_1 + Z_3)}$$

$$\beta = \frac{-X_1 X_2}{R_o \times j(X_1 + X_2 + X_3) - X_2 \times (X_1 + X_3)}$$



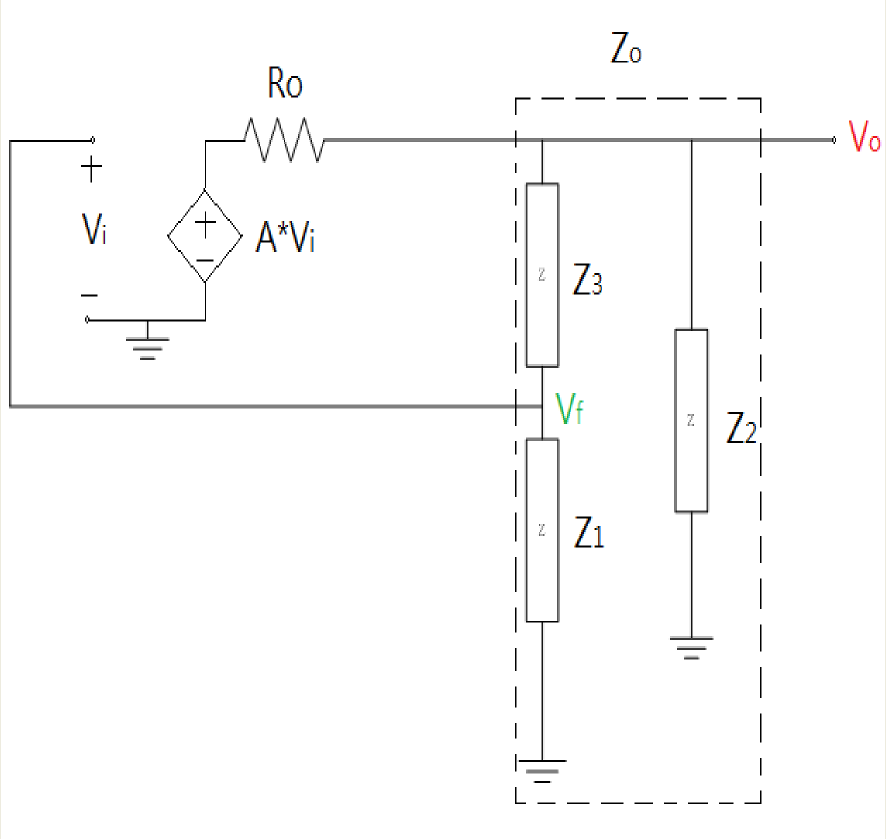
二、基本振盪電路應用

LC 調 諧 振 盪 電 路

若要滿足巴克豪森準則βA＝1 ∠0^0之正弦波振盪條件，上式之虛數項必須為0，即

$$X_1 + X_2 + X_3 = 0$$

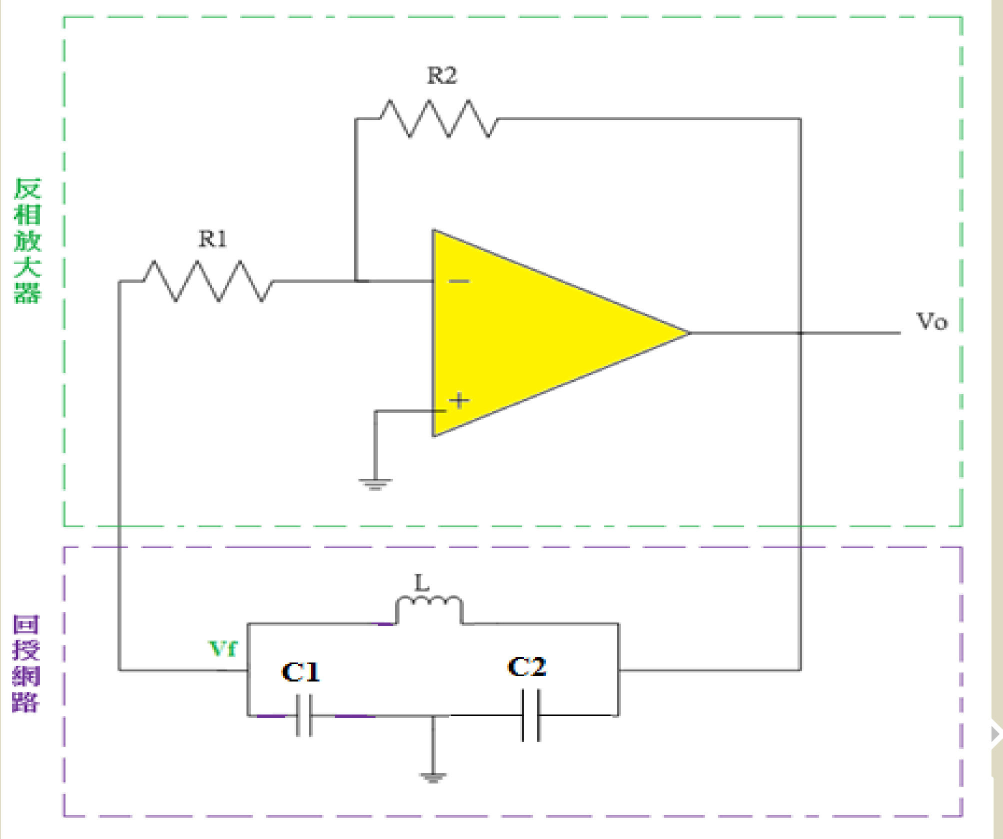
$$\beta = \frac{-X_1}{X_2}$$



二、基本振盪電路應用

考畢子(Colpitts)振盪電路

右圖為考畢子振盪電路，其中兩個電容C_1 、 C_2及一個電感L構成LC回授網路，由電路分析，可得滿足巴克豪森準則$\beta A = 1 \angle 0^0$時，其正弦波振盪頻率，回授因數與放大器增益，分別為



二、基本振盪電路應用

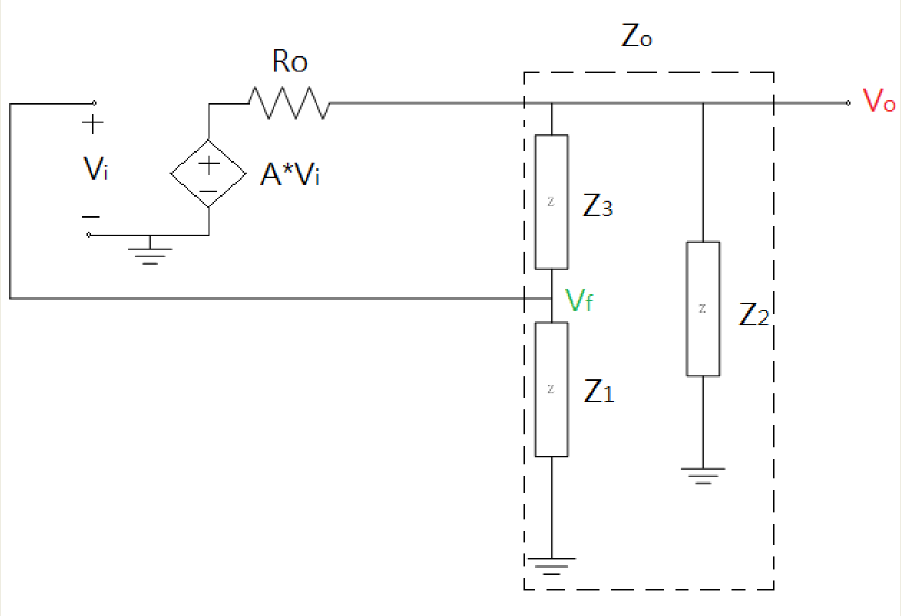
考畢子(Colpitts)振盪電路

- 考畢子振盪電路之

$$Z_1 = jX_1 = j\frac{-1}{\omega C_1}$$

$$Z_2 = jX_2 = j\frac{-1}{\omega C_2}$$

$$Z_3 = jX_3 = j\omega L$$



- 分別可得

$$\frac{-1}{\omega C_1} + \frac{-1}{\omega C_2} + \omega L = 0 \rightarrow \frac{1}{\omega C_1} + \frac{1}{\omega C_2} = \omega L \rightarrow \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \omega^2 L$$

二、基本振盪電路應用

考畢子(Colpitts)振盪電路

- $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC_T}}$ 或 $f = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{L\,C_T}}$
- 其中等效電容量C_T為Ｃ$_1$與Ｃ$_2$之串聯值，即

$$C_T = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} \qquad \beta = \frac{-C_2}{C_1} \qquad A = \frac{1}{\beta} = \frac{-C_1}{C_2}$$

- 上式結果表示考畢子振盪電路之回授網路與放大器皆為反相，即相移１８０^0，但迴路增益為正回授，即βＡ＝１$\angle$３６０^0＝１$\angle 0^0$滿足巴克豪森準則。

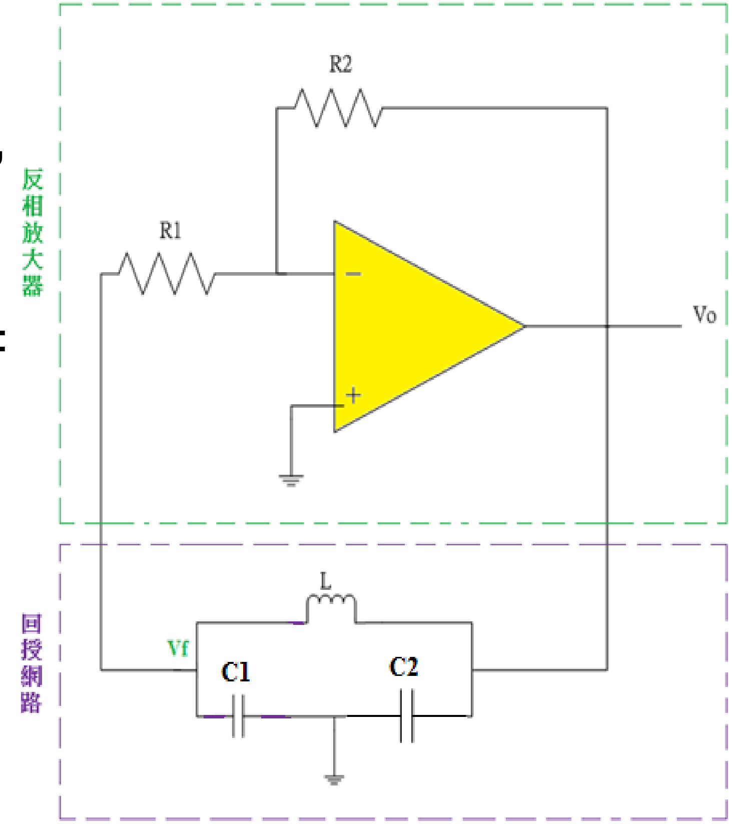
二、基本振盪電路應用

例 題

考畢子振盪電路，已知L=1mH，C1=30pH，C2=15pH，在不考慮OPA反相放大器輸入電阻R1=100kΩ對回授網路之負載效應，試求（1）正弦波振盪頻率f

（2）回授因數β

（3）R2電阻值？



二、基本振盪電路應用

解 答

$$(1)\,C_T=\frac{C_1\times C_2}{C_1+C_2}=\frac{30pF\times 15pF}{30pF+15pF}=10pF$$

$$f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC_T}}=\frac{1}{2\pi\times\sqrt{1mH\times 10pF}}\approx 1.59MHz$$

$$(2)\,\beta=-\frac{C_2}{C_1}=-\frac{15pF}{30pF}=-\frac{1}{2}$$

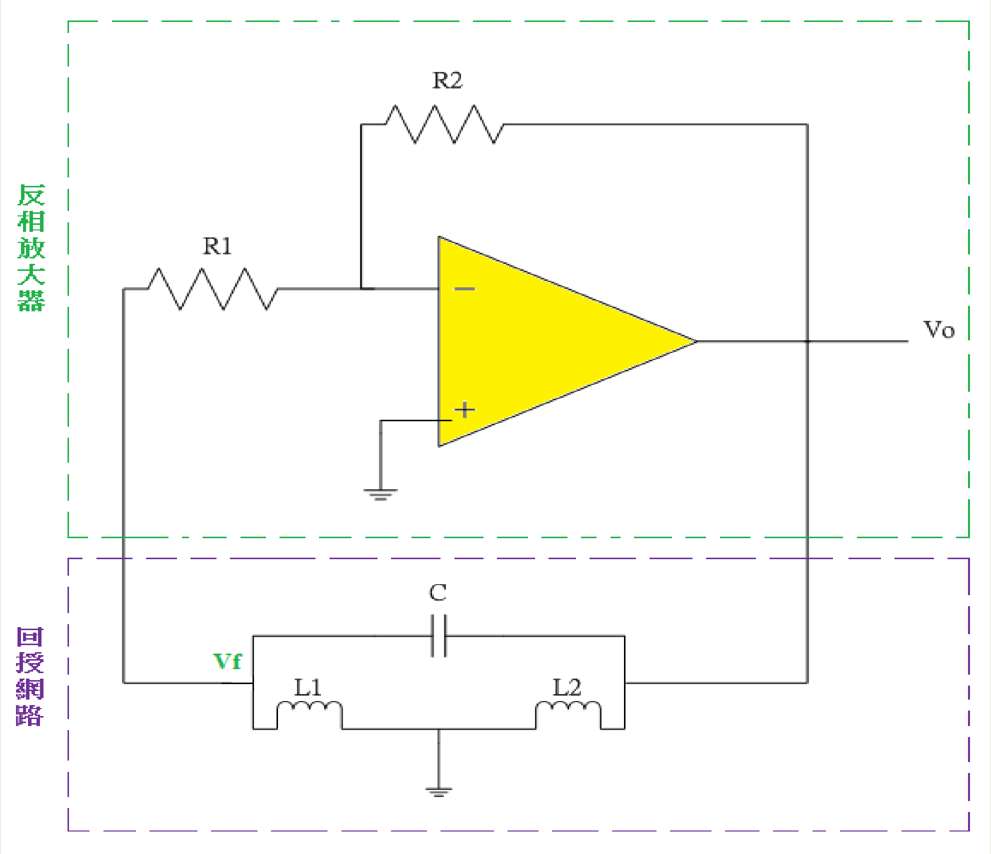
$$(3)\,A=\frac{1}{\beta}=-\frac{C_1}{C_2}=-\frac{R_2}{R_1}$$

$$\rightarrow R_2=\frac{C_1}{C_2}\times R_1=\frac{30pF}{15pF}\times 100k\Omega=200k\Omega$$

二、基本振盪電路應用

哈特萊(Hartley)振盪電路

右圖為哈特萊振盪電路，其中兩個電感L_1、L_2及一個電容C構成LC回授網路，由電路分析，可得滿足巴克豪森準則$\beta A = 1\angle 0^0$時，其正弦波振盪頻率，回授因數與放大器增益，分別為



二、基本振盪電路應用

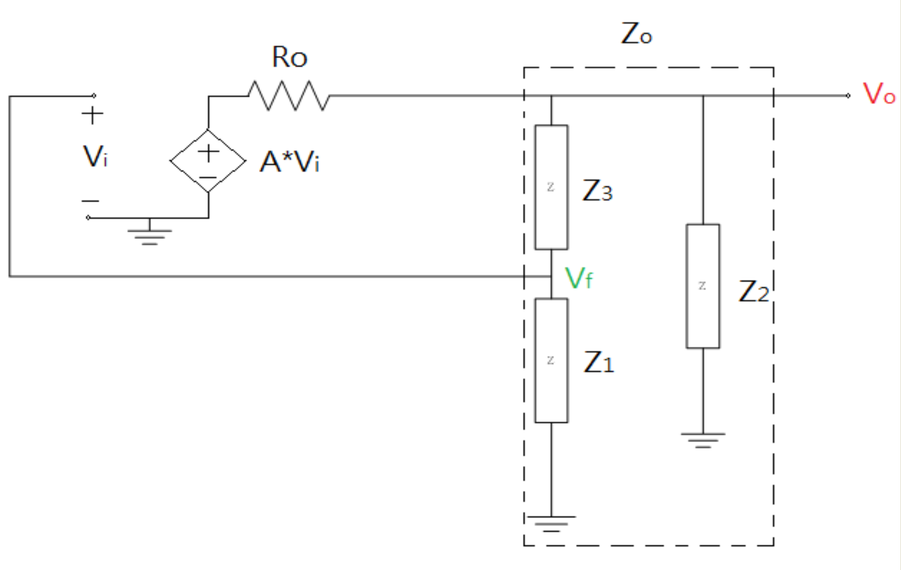
哈特萊(Hartley)振盪電路

- 哈特萊振盪電路之

$$Z_1 = jX_1 = j\omega L_1$$

$$Z_2 = jX_2 = j\omega L_2$$

$$Z_3 = jX_3 = j\frac{-1}{\omega C_3}$$



- 分別可得

$$\omega L_1 + \omega L_2 + \frac{-1}{\omega C_3} = 0 \rightarrow \omega L_1 + \omega L_2 = \frac{1}{\omega C_3} \rightarrow \omega^2\left(L_1 + L_2\right) = \frac{1}{C_3}$$

二、基本振盪電路應用

哈特萊(Hartley)振盪電路

- $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{L_T C}}$ 或 $f = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{L_T C}}$
- 其中等效電容量L_T為L_1與L_2之串聯值，即
- $L_T = L_1 + L_2$

$$\beta = -\frac{L_1}{L_2} \qquad A = \frac{1}{\beta} = -\frac{L_2}{L_1}$$

- 上式結果表示哈特萊振盪電路之回授網路與放大器皆為反相，即相移180^0，但迴路增益為正回授，即$\beta A = 1\angle 360^0 = 1\angle 0^0$滿足巴克豪森準則。

二、基本振盪電路應用

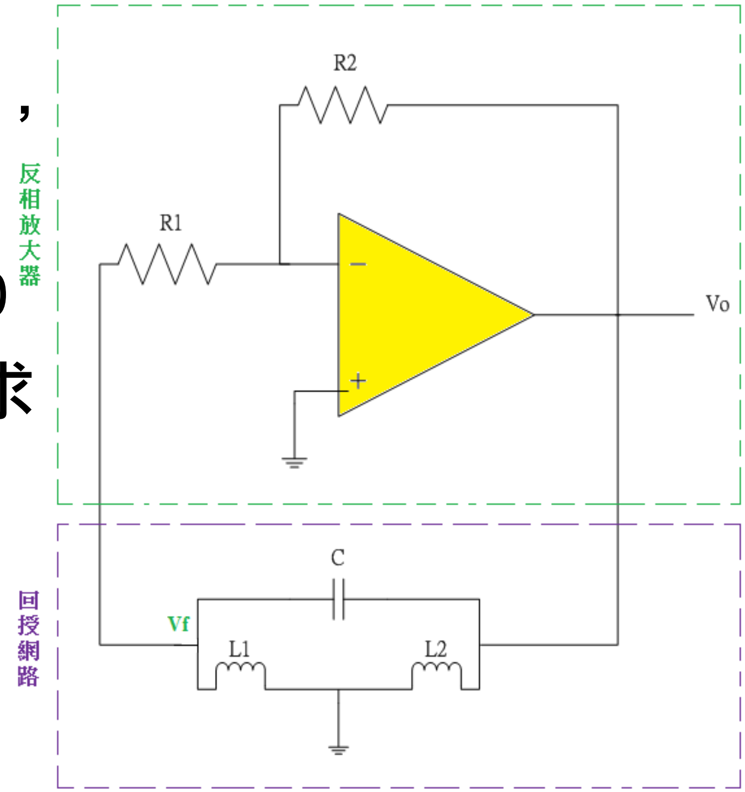
例題

哈特萊振盪電路，已知C=16pF，L_1=1mH，L_2=4mH，在不考慮OPA反相放大器輸入電阻R_1=20 kΩ對回授網路之負載效應，試求

（1）正弦波振盪頻率f

（2）回授因數β

（3）R_2電阻值



二、基本振盪電路應用

解 答

$$(1)\ L_T = L_1 + L_2 = 1mH + 4mH = 5mH$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_T C}} = \frac{1}{2\pi \times \sqrt{5mH \times 16pF}} \approx 530kHz$$

$$(2)\ \beta = -\frac{L_1}{L_2} = -\frac{1mH}{4mH} = -\frac{1}{4}$$

$$(3)\ A = \frac{1}{\beta} = -\frac{L_2}{L_1} = -\frac{R_2}{R_1}$$

$$\rightarrow R_2 = \frac{L_2}{L_1} \times R_1 = \frac{4mH}{1mH} \times 20k\Omega = 80k\Omega$$

二、基本振盪電路應用

石英晶體振盪電路

1.石英晶體振盪器的物理結構與電路符號

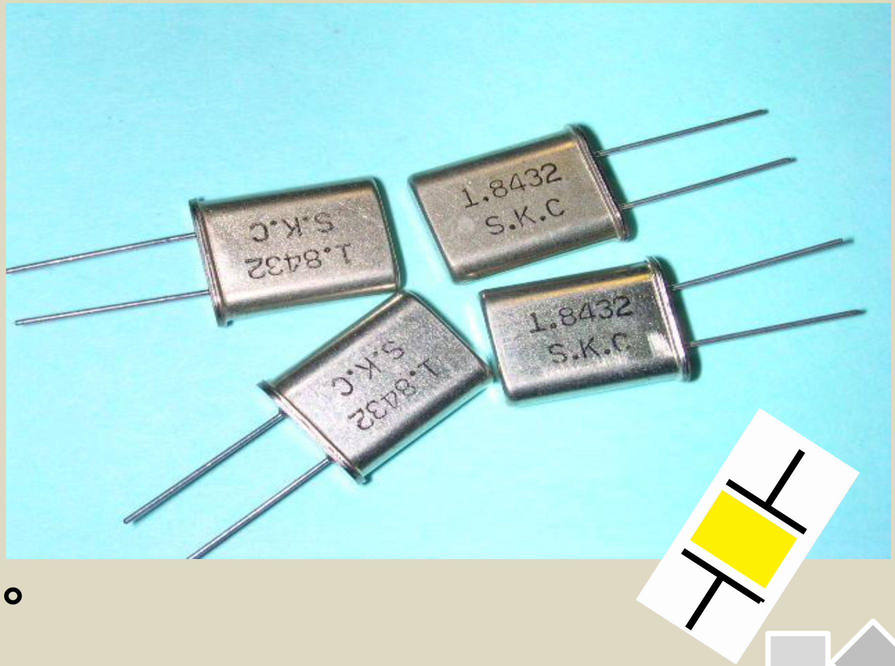
2.石英晶體的壓電效應

3.石英晶體的等效電路與振盪頻率

二、基本振盪電路應用

石英電晶振盪器的物理結構與電路符號

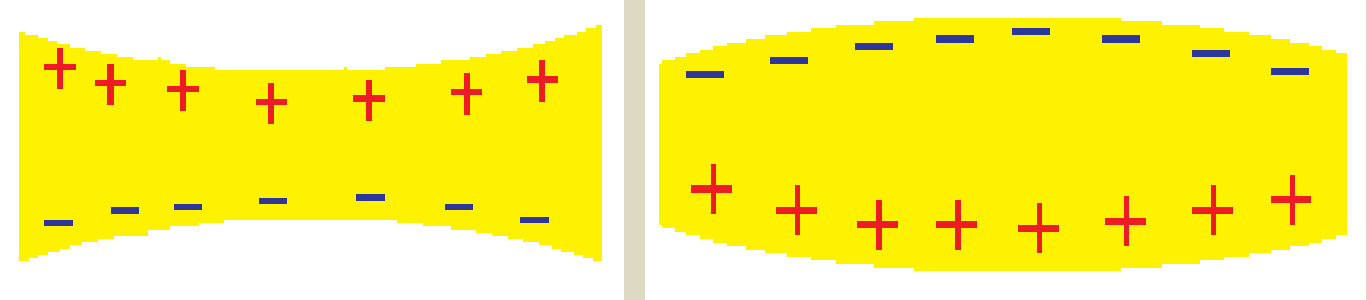
石英晶體(簡稱晶體)基本上為二氧化矽的結晶體，若將一塊切割好的石英晶體(外觀像是一片很薄的玻璃片)兩邊塗上導電銀薄膜並各銲上一根導線，再加上金屬外殼封裝，及構成石英晶體振盪器。



二、基本振盪電路應用

石英晶體的壓電效應

石英晶體的振盪原理是利用壓電效應(piezoelectric effect)，使晶體產生共振現象。當在石英晶體的兩端加上電場時，晶體會產生機械變形，相反地，若在石英晶體的兩端施以壓力時，晶體則會在其對應方向產生電場，這種物理現象稱為壓電效應。



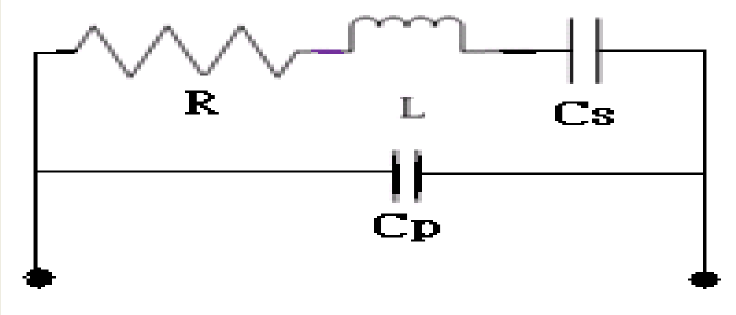
二、基本振盪電路應用

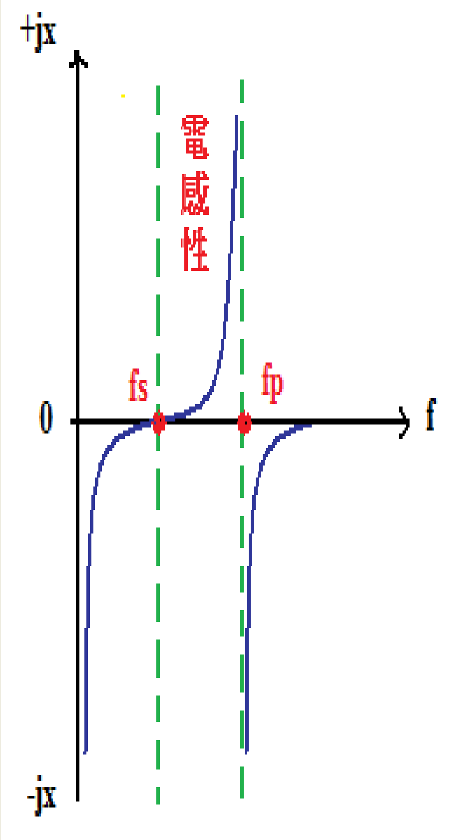
石英晶體的等效電路與振盪頻率

- 串聯諧振頻率或 $\omega_s = \dfrac{1}{\sqrt{LC_s}}$ 或 $f_s = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC_s}}$
- 並聯諧振頻率或 $\omega_p = \dfrac{1}{\sqrt{LC_T}}$ 或 $f_P = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC_T}}$
- 其中 $C_T = \dfrac{C_S \times C_P}{C_S + C_P}$ ，因 $C_p >> C_s$ ，

所以 $C_T \approx C_s$ ，

即 $f_p \approx f_s$。





二、基本振盪電路應用

例 題

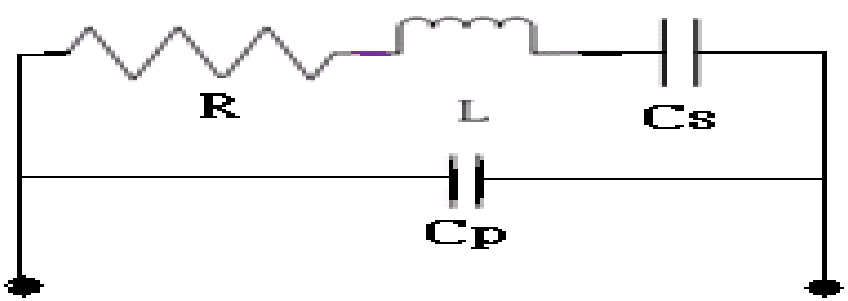
如圖之石英晶體等效電路，

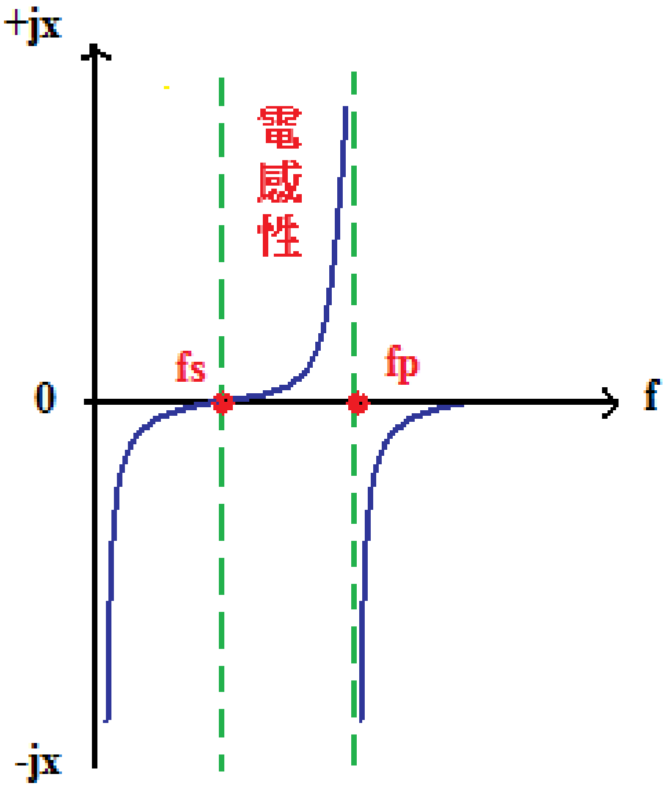
若R＝100Ω，Cs＝0.01pF，

Cp＝10pF，Ls＝10mH，

試求晶體(1)串聯諧振頻率fs

(2)並聯諧振頻率fp





二、基本振盪電路應用

解 答

$$(1)\ f_s=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC_s}}=\frac{1}{2\pi\sqrt{10mH\times 0.01pF}}\approx 15.9MHz$$

$$(2)\ C_T=\frac{C_s\times C_p}{C_s+C_p}=\frac{0.01pF\times 10\,pF}{0.01pF+10\,pF}\approx 0.01pF=C_s$$

$$f_p=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC_T}}\approx\frac{1}{2\pi\sqrt{LC_s}}=f_s\approx 15.9MHz$$

二、基本振盪電路應用

歷 屆 試 題

- 2009甄試入學題型範例：
- 49. 如圖所示為超前型 RC振盪電路，此電路之振盪頻率(fo)為何？

（A） 1/(2π（√6）RC) （B） 1/(2π6RC)

（C） (√6)/(2πRC) （D） 6/(2πRC)

二、基本振盪電路應用

解答

超前型 RC 振盪電路，振盪頻率為 $f_o = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{6}RC}$

落後型 RC 振盪電路，振盪頻率為 $f_o = \dfrac{\sqrt{6}}{2\pi RC}$