

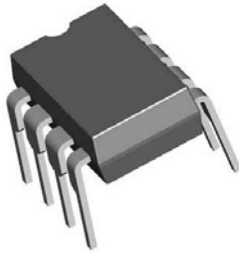
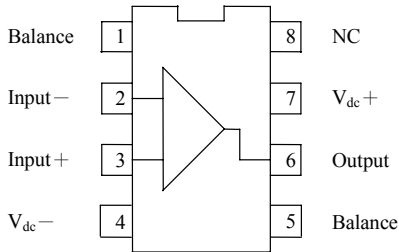
震盪電路實習

一、實習目的

1. 瞭解 RC 維恩電橋震盪器 (Wein-bridge oscillator) 之工作原理
2. 討論 RC 維恩電橋震盪器 (Wein-bridge oscillator) 之應用

二、使用材料

實驗一、RC 相移震盪器 (RC-shift oscillator)

零件名稱	零件值及腳位圖			數量
電阻	R=1k			3
電阻	R ₁ =2k			1
可變電阻	R ₂ =100k			1
電容	C=0.01μ			3
LED				
Diode				
 μA 741 運算放大器外型圖	 μA 741 放大器輸出入腳位圖			2

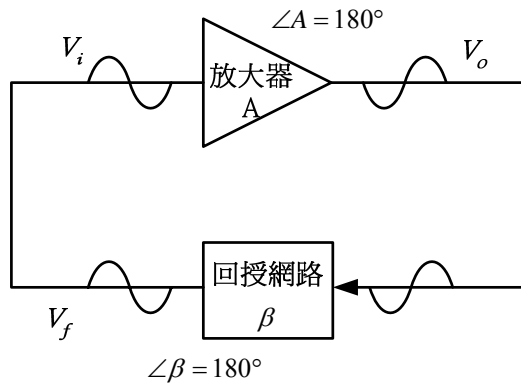
實驗二、偉恩電橋震盪器 (Wien-bridge oscillator)

零件名稱	零件值及腳位圖			數量
電阻	R ₁ = R ₂ =3k			2
電阻	R ₄ =10k			1
可變電阻	R ₃ =50k			1
電容	C=0.01μ			2
μA 741 運算放大器外型圖	μA 741 放大器輸出入腳位圖			1

三、相關知識

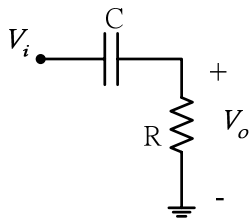
實驗一、RC 相移震盪器 (RC-shift oscillator)

RC 相移震盪器的原理如圖一，其放大器是反向放大器，及輸出與輸入相差 180° ，如果欲使回路增益 βA 的相移為 0° 或 360° 的整數倍，則 β 網路必須相移 180° 才可。



圖一、RC 相移震盪器基本原理

由圖一中，可以得到 $\angle\beta A = \angle\beta + \angle A = 360^\circ$ ，即經迴授後 V_f 的相位與 V_i 相同，則可以產生震盪。而 β 網路總共要有幾組的 RC 才可以相移 180° ？如圖二，依分壓定理可知



圖二、RC 網路

$$V_o = V_i \times \frac{R}{R + \frac{1}{j\omega C}} \Rightarrow \frac{V_o}{V_f} = \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC} = \left| \frac{V_o}{V_f} \right| \angle\theta$$

其中 $\angle\theta = \angle 90^\circ - \tan^{-1} \omega RC$

若 $\omega RC \rightarrow 0^\circ \Rightarrow \angle\theta = \angle 90^\circ - 0^\circ = 90^\circ$

若 $\omega RC \rightarrow \infty \Rightarrow \angle\theta = \angle 90^\circ - 90^\circ = 0^\circ$

因此，我們可知其輸出與輸入間的相移角度 θ 介於 $0^\circ \sim 90^\circ$ 之間，故欲使 β 網路相移 180° ，則至少必須要三組的 RC 相移網路。

如圖三，利用 A_1 作為一阻抗轉換器，以隔絕 RC 衰減網路與 A_2 放大器輸入端之負載效應。如果滿足振盪的條件之一

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

其中 $X_c = \frac{1}{\omega C}$ 。

當相位差為 180° 時，虛數部份必須為 0 ，則震盪頻率（ ω_0 ）可得

$$6R^2 X_c - X_c^3 = 0$$

$$\Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{6RC}}$$

$$\Rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{6RC}}$$

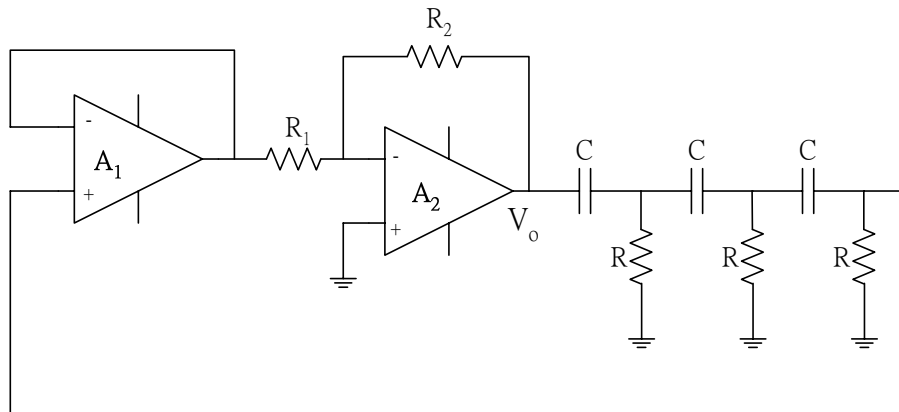
因此，可得

$$\beta = \frac{R^3}{R^3 - 5RX_c^2} = -\frac{1}{29}$$

$$\text{由於巴克豪生準則 } |\beta A| \geq 1 \Rightarrow |A| \geq \frac{1}{|\beta|} = 29$$

$$\text{又 } |A| = \left| -\frac{R_2}{R_1} \right| \geq 29$$

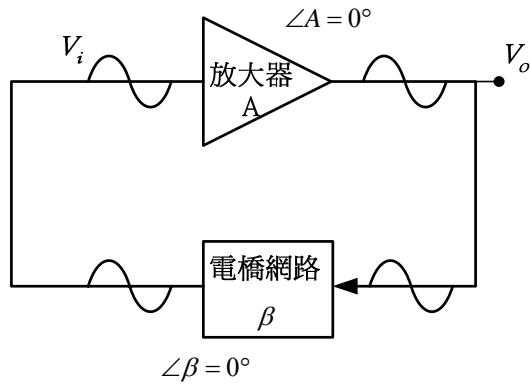
因此， R_2 必須略大於 $29R_1$ ，則此時電路即能產生震盪。



圖三、RC 相移電路

實驗二、偉恩電橋震盪器（Wien-bridge oscillator）

如圖四所示，其基本原理是由一個電橋網路與一個非反相放大器所組成。因放大器是非反向的，所以其相角為 0° ；而為了滿足巴克豪生準則，故電橋網路的相角亦需為 0° 。而電橋只有當到達平衡時，才會呈現純電阻網路，此時相角才會為 0° 。



圖四、維恩電橋震盪器基本原理

圖五為一維恩電橋震盪電路，由電橋平衡法，所以電橋平衡須滿足

$$\frac{R_3}{R_4} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

$$\Rightarrow \frac{R_3}{R_4} = \frac{R_1 - jX_{C1}}{R_2 \parallel (-jX_{C2})} = \frac{X_{C1}R_2 + X_{C2}R_1}{R_2X_{C2}} + j \frac{R_1R_2 - X_{C1}X_{C2}}{R_2X_{C2}}$$

因上式之左邊為實數，故右邊亦為實數，即虛部須為零，即

$$R_1R_2 - X_{C1}X_{C2} = 0$$

$$\Rightarrow R_1R_2 = X_{C1}X_{C2}$$

$$\Rightarrow f = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1R_2C_1C_2}}$$

如此，則實部為

$$\frac{R_3}{R_4} = \frac{X_{C1}R_2 + X_{C2}R_1}{R_2X_{C2}} = \frac{R_1}{R_2} + \frac{X_{C1}}{X_{C2}} = \frac{R_1}{R_2} + \frac{1/\omega C_1}{1/\omega C_2}$$

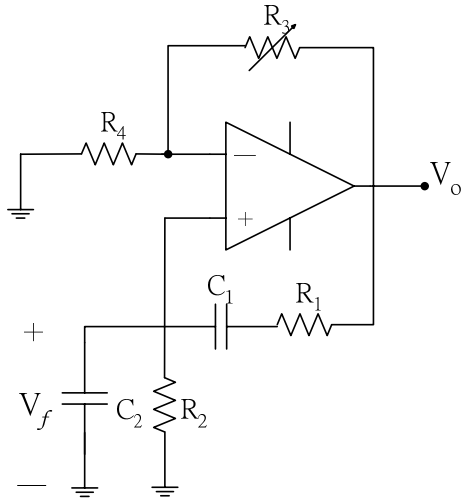
$$\Rightarrow \frac{R_3}{R_4} = \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1}$$

若 $R_1=R_2=R$ ， $C_1=C_2=C$ ，則上式可寫為

$$f = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$\frac{R_3}{R_4} = 2$$

故保證震盪，必須 $\frac{R_3}{R_4} \geq 2$



圖五、韋恩電橋震盪電路

實驗二、偉恩電橋震盪器 (Wien-bridge oscillator)

- 1.如圖五，將電路接好。
- 2.調整 $R_3 = 50k\Omega$ 之可變電阻，觀察 V_o 波形為正弦波，量測其震盪頻率，並記錄之，計算理論震盪頻率記錄下來互相比較。
- 3.改變 R_1 、 C_1 ，重複 2 之步驟。

R_1	C_1	量測頻率	理論頻率	R_3 值