

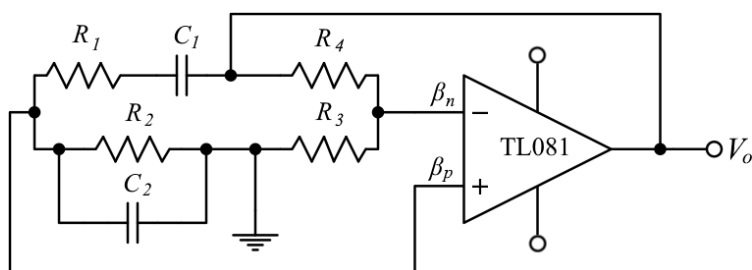
實驗六 運算放大器(二)

韋恩電橋震盪器

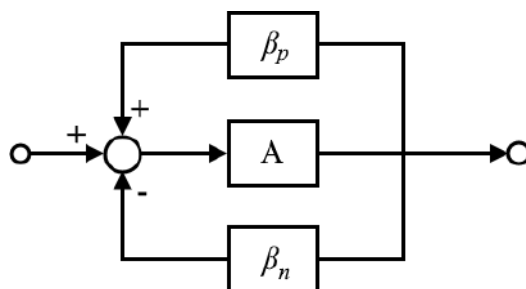
一、 實驗目的

瞭解韋恩電橋震盪器工作原理

二、 理論介紹



圖一、基本的韋恩電橋振盪器



圖二、韋恩電橋振盪器控制方塊圖

韋恩電橋振盪器利用平衡電橋作為回授電路，如圖一所示，圖中電路包括正、負回授網路，正回授網路由 R_1 、 C_1 、 R_2 、 C_2 所組成，負回授則由 R_3 、 R_4 組成。回授放大電路構成弦波振盪器，必須符合三個條件：

1. 電路之正回授 β_p 值需大於負回授 β_n 值。即：

$$A_f = \frac{A}{1 + (\beta_n - \beta_p)A} = \frac{A}{1 - (\beta_p - \beta_n)A} = \frac{A}{1 - \beta A}$$

$$\beta > 0 \Rightarrow \beta_p - \beta_n > 0$$

2. 要有足夠的增益，不然只會產生一段振盪而已。

3. 符合巴克豪森準則(Barkhausen criterion):

- 迴路增益 $\beta A = 1 \Rightarrow A_f = \frac{A}{1-\beta A} = \frac{A}{1-1} \Rightarrow \infty$

- 輸入與輸出的相位差為 0 或 2π 的整數倍

圖一為韋恩電橋震盪電路，由電橋平衡法，其必須滿足：

$$\frac{R_3}{R_4} = \frac{Z_1}{Z_2} \Rightarrow \frac{R_3}{R_4} = \frac{R_1 - jX_{C1}}{R_2 \parallel (-jX_{C2})} = \frac{X_{C1}R_2 - X_{C2}R_1}{X_{C2}R_2} + j \frac{R_1R_2 - X_{C1}X_{C2}}{X_{C2}R_2}$$

因上式左部為實數，故右部亦為實數，虛部為零：

$$R_1R_2 - X_{C1}X_{C2} = 0 \Rightarrow R_1R_2 = X_{C1}X_{C2} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1R_2C_1C_2}}$$

$$\frac{R_3}{R_4} = \frac{X_{C1}R_2 - X_{C2}R_1}{X_{C2}R_2} = \frac{R_1}{R_2} + \frac{X_{C1}}{X_{C2}} = \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1}$$

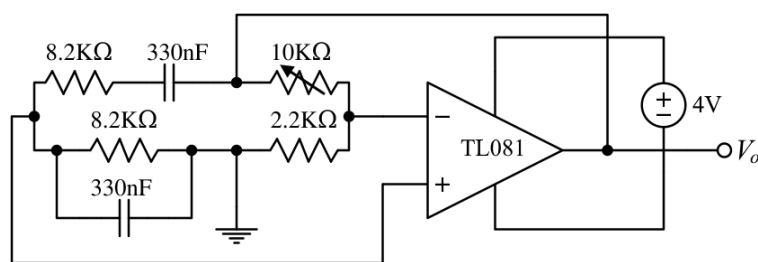
若 $R_1 = R_2 = R$ ， $C_1 = C_2 = C$ ，則

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

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

故系統若開始震盪，必須 $\frac{R_3}{R_4} \geq 2$

三、 實驗步驟



圖三、簡易系統實驗

- 如圖所示連接電路。
- 輸入電源 $+V_{cc} = 4V$ 。
- 調整可變電阻，使產生正弦波輸出信號，並記錄頻率與震幅。
- 將可變電阻取出，量測其電阻值。
- 驗證實驗結果與理論值。

四、實驗結果

表一、韋恩電橋振盪器實驗結果

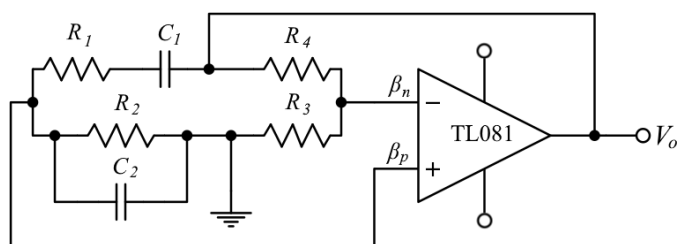
開始震盪 (Ω)	開始失真 (Ω)	震盪頻率 實測值(Hz)	震盪頻率 理論值(Hz)	震盪頻率 誤差(%)

五、問題與討論

除了本實驗所操作的韋恩電橋振盪器，請再列舉出兩種振盪器，並畫出其電路圖，並簡述其原理。

六、預習作業

推導本實驗的韋恩電橋振盪器中， $\frac{R_3}{R_4} \geq ?$ ，輸出訊號開始震盪。



附錄、材料表

	規格	數量
電阻 R_1	8.2 kΩ	2
電阻 R_2	2.2 kΩ	1
可變電阻 R_3	10 kΩ	1
電容 C_1	330 nF	2
運算放大器	TL081	1