

信號產生器 (8038)

一、實驗目的

利用一只波形信號產生器 ICL8038，來產生「三角波」、「正弦波」以及「方波」輸出。

二、使用材料

項目	名稱	數量
材料	ICL 8038	1
	OP uA 741	1
	半可變電阻器 10KΩ	2
	半可變電阻器 100KΩ	2
	固定電阻 4.7 KΩ	3
	固定電阻 15 KΩ	1
	固定電阻 20 KΩ	2
	陶瓷電容 0.1uF	1
	陶瓷電容 0.0022uF	1
	二極體	1

三、相關知識

ICL8038 內部電路如下圖所示，依照下圖，8038 電路動作原理說明如下：

一、 內部兩個定電流源 IA 及 IB 支電流值由 V^+ 、VR 及 RA、RB 所決定，分別為

$$IA = \frac{V^+ - VR}{RA}$$

$$IB = \frac{V^+ - VR}{RB}$$

二、 設 $V^- = 0V$ ，正反器輸出 Q 為”Low”狀態(此時 PIN9 經由緩衝器，維持在低電位)，電晶體 T1 “OFF”，電流源 IA 向 C 充電。當電容電位 VC 上昇至 $(2/3) V^+$ ，比較器 U 轉態觸發正反器使 Q=” 1”，使 PIN9 輸出轉為高電壓，而電晶體 T1 維持在” ON”，T1 導通集極電流為 $2IB$ ，使電容 C 以 $(2IB-IA)$ 的電流放電。當 VC 下降至 $(1/3) V^+$ 時，比較器 D 轉態，清除正反器 Q 為” LOW”，使 PIN9 輸

出恢復為低電位狀態，電容器 C 將持續在(1/3) V^+ 與(2/3) V^+ 間往覆充放電，使得

(1) PIN9 為一方波輸出。因 IC 內部緩衝器為開集極式必須外接一提昇電阻 $R_L(10K\sim 15K)$ 。

(2) PIN3 經緩衝器取出電容 C 的充放電波形。因充放電電流為定電流源，故輸出為一線性三角波。

(3) PIN2 經非線性電路，將三角波整形成弦波。PIN1 及 PIN12 是用來調整截波器的參考電位以改善弦波的失真度。

三、週期及頻率之計算

電容器 C 充放電介於 $\frac{1}{3}(V^+ - V^-)$ 與 $\frac{2}{3}(V^+ - V^-)$ 之間，因此電容器充電或放電的電壓值僅為 $\frac{1}{3}(V^+ - V^-)$ ，所以

$$\text{充電時間 } t_A = \frac{\frac{1}{3}(V^+ - V^-)C}{I_A} \quad (\text{PIN9 輸出為 LOW})$$

$$\text{放電時間 } t_B = \frac{\frac{1}{3}(V^+ - V^-)C}{2I_B - I_A} \quad (\text{PIN9 輸出為 HIGH})$$

則震盪週期

$$\begin{aligned} T &= t_A + t_B = \frac{C(V^+ - V^-)}{3} \left(\frac{1}{I_A} + \frac{1}{2I_B - I_A} \right) \\ \therefore \frac{1}{I_A} + \frac{1}{2I_B - I_A} &= \frac{1}{\frac{V^+ - V_R}{R_A}} + \frac{1}{\frac{2(V^+ - V_R)}{R_B} - \frac{V^+ - V_R}{R_A}} \\ &= \frac{1}{V^+ - V_R} \left(R_A + \frac{R_A \cdot R_B}{2R_A - R_B} \right) \\ &= \frac{1}{V^+ - V_R} \frac{2R_A^2}{2R_A - R_B} \\ \therefore T &= \frac{C(V^+ - V^-)}{3} \frac{1}{V^+ - V_R} \cdot \frac{2R_A^2}{2R_A - R_B} \\ \Rightarrow f &= \frac{3}{2C} \left(\frac{V^+ - V_R}{V^+ - V^-} \right) \left(\frac{2R_A - R_B}{2R_A^2} \right) \end{aligned}$$

而工作週期

$$D = \frac{tB}{tA + tB} = \frac{\frac{1}{3}(V^+ - V^-)C}{\frac{2IB - IA}{3} \left(\frac{1}{IA} + \frac{1}{2IB - IA} \right)} = \frac{1}{\frac{2IB - IA}{2IB} \cdot \frac{IA(2IB - IA)}{2IB}}$$

$$= \frac{IA}{2IB} = \frac{\frac{V^+ - VR}{RA}}{2 \cdot \frac{V^+ - VR}{RB}} = \frac{RB}{2RA}$$

四、因 IC 內部提供一三考電壓由 PIN7 輸出，其值為 $\frac{4}{5}V^+$ 。若將 VR(PIN8)直接

與 PIN7 連接，則 $VR = \frac{4}{5}V^+$ ，而 $V^- = 0$ 。電路震盪週期與頻率分別為

$$T = \frac{5}{3} \frac{2RA^2C}{2RA - RB}$$

$$f = \frac{3}{5} \frac{2RA - RB}{2RA^2C}$$

取 $RA=RB=R$ ，則工作週期為 50%，則

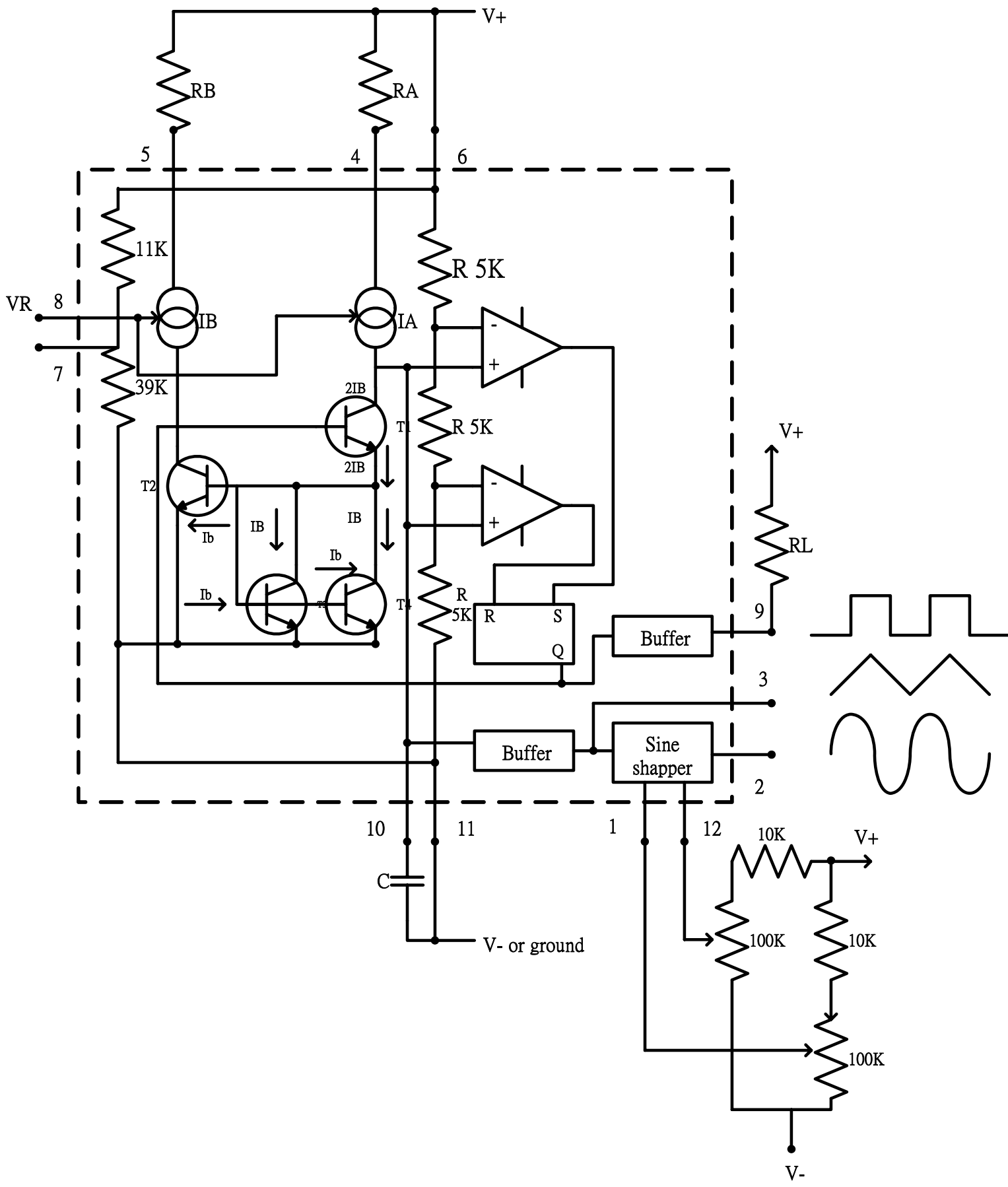
$$T = \frac{5}{3} \cdot \frac{2R^2C}{R} = \frac{10RC}{3}$$

$$f \approx \frac{0.3}{RC}$$

五、欲使 8038 工作在最是噹的狀況，充放電的電流最好限制在 10uA 到 1mA 之間，即

$$10\mu A \leq \frac{V^+ - VR}{RA} \leq 1mA$$

$$10\mu A \leq \frac{V^+ - VR}{RB} \leq 1mA$$



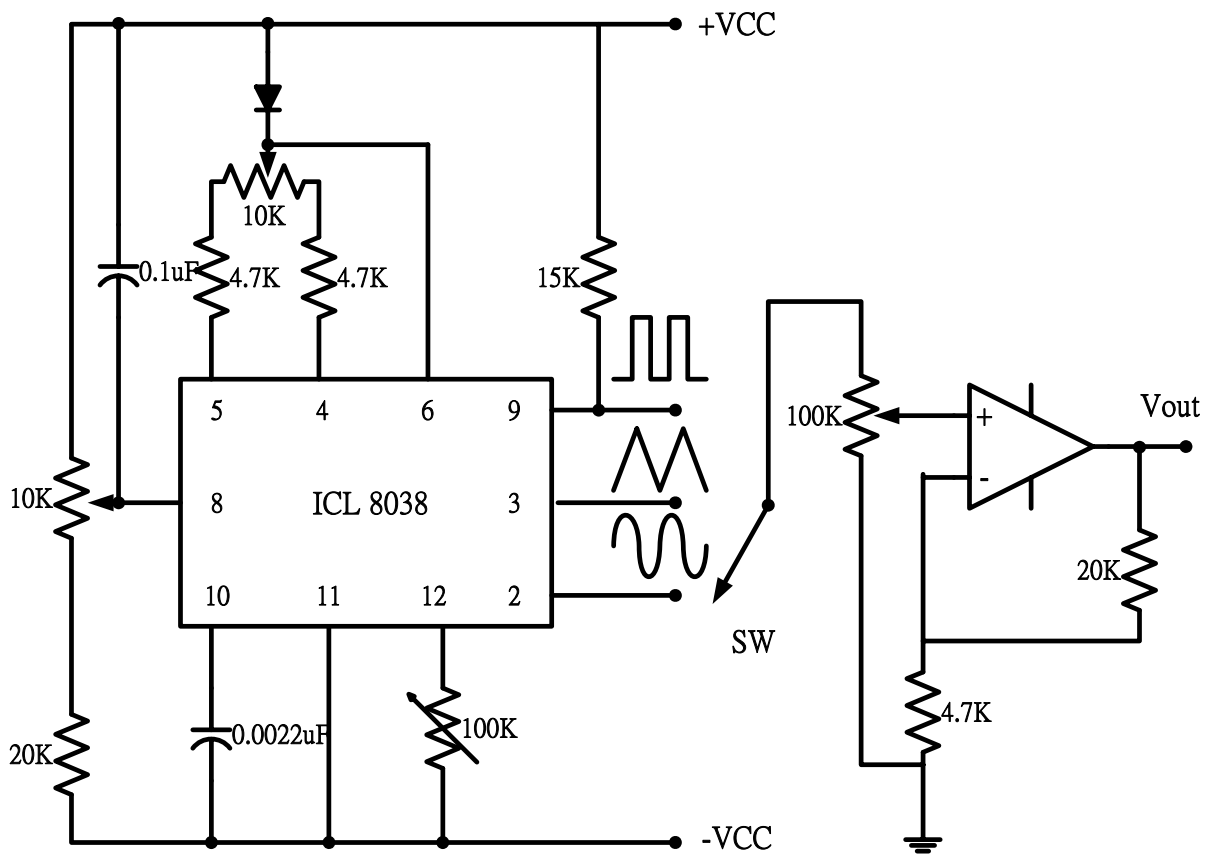
四、實習項目

工作一 函數信號產生器

利用下圖所示電路，將電路接妥， $+VCC=12V$ ， $-VCC=-12V$ 。

動作要求：

1. 輸出頻率可調：最高至少 20kHz 且輸出波形不失真。
2. 輸出振幅可調：0Vpp~10Vpp。
3. 工作週期可調。
4. 輸出可為正弦波，方波，三角波。
5. 可改善輸出弦波失真度。



五、心得