

DAC (Digital to Analog Converter)

一、 實驗目的

將多位元之數位資料轉換成類比電壓的轉或過程

二、 使用材料

零件名稱	零件值	數量
電阻	1k	3
電容	0.1uF	1
電容	0.01uF	1
電容	2.2uF	1
IC	DAC 0800	1
IC	μ A741	1

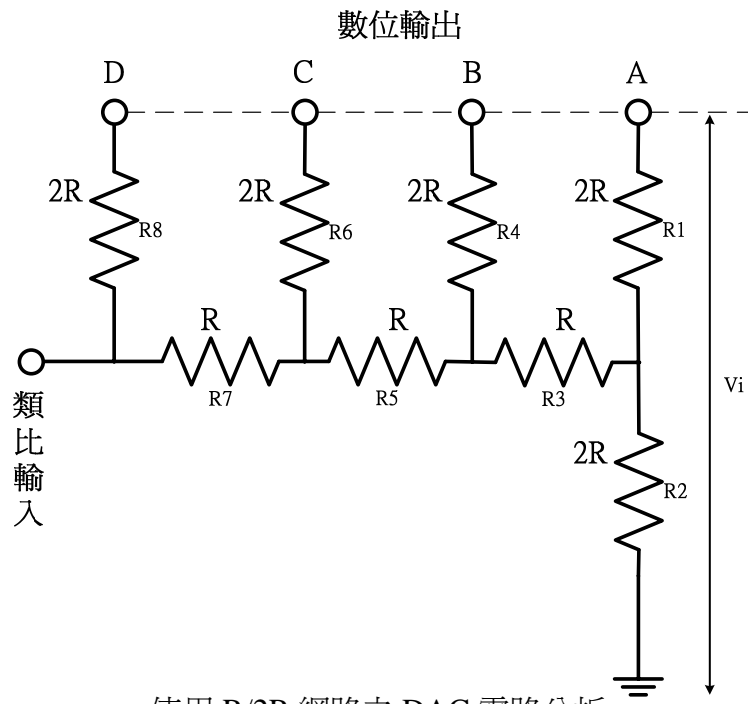
三、 相關知識

數位對類比轉換器是指將多位元之數位資料轉換成類比電壓的轉或過程，對 DA 轉換器，我們須注意的特性有解析度(resolution)，精確度(accuracy)，線性度(linearly)，單調性(monotonicity)，及安定時間(settling time)，分述如下：

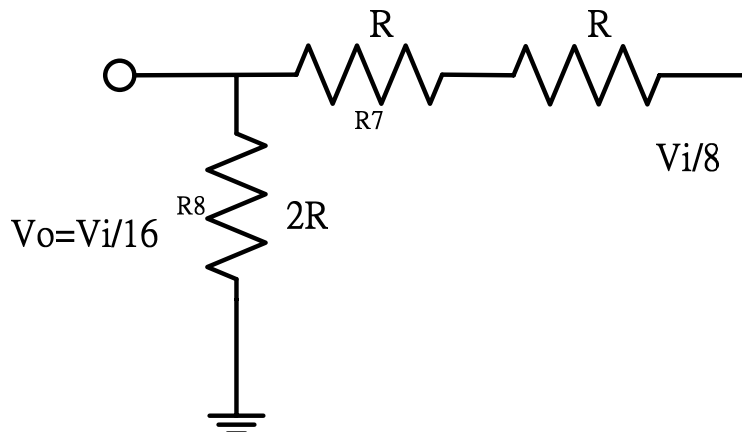
- (1) 解析度：是指 DAC 輸出端最大離散步階之倒數。例如：一個 8 位元之 DAC，其解析度為 $2^8 - 1$ 之倒數，即 $1/255$ 。
- (2) 精確度：只在同一個數位值輸入時，輸出可能產生的最大誤差電壓與滿刻度電壓之比值。
- (3) 線性度：線性度不良指的是 DAC 理想的直線性的轉換關係發生了偏差。
- (4) 單調性：當輸入端之位元由最小至最大單向變化且沒有漏失任何一階時 DAC 之輸出電壓亦應呈單向變化。
- (5) 安定時間：這個時間一般定義成，輸入位元發生變化時 DAC 開始轉換至新的輸出電壓值穩定所需時間。

以下以 R-2R 網路之 DAC 電路做轉換動作分析。使用戴維寧等效電路分析方式，由下圖之輸入端往輸出端化簡即可得到每個數位輸入位元對輸出電壓之關係。再透過重疊定理將所得到的輸出電壓相加即可得到該數位輸入資料所對應的類比電壓值。

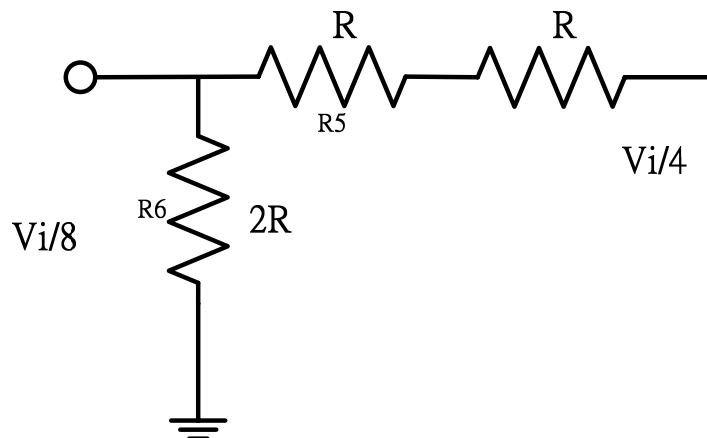
$$V_o = (D+C+B+A)V_i/16$$



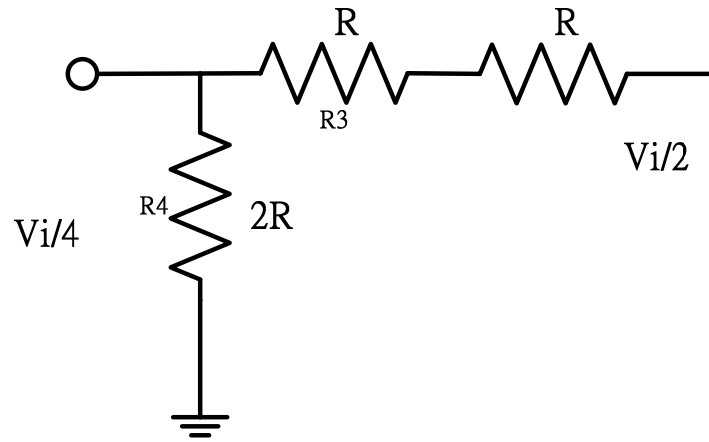
使用 R/2R 網路之 DAC 電路分析



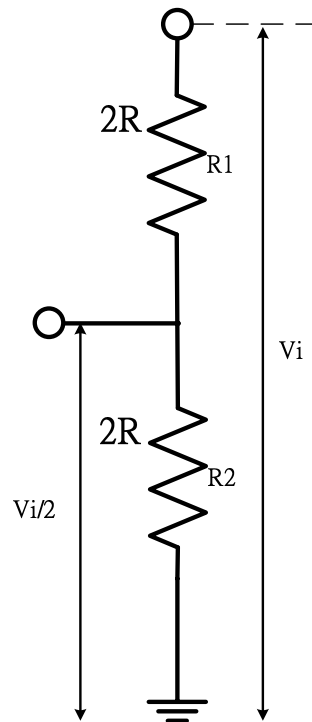
在 R7R8 接點處之 V



在 R5R6 接點處之 V 及 R

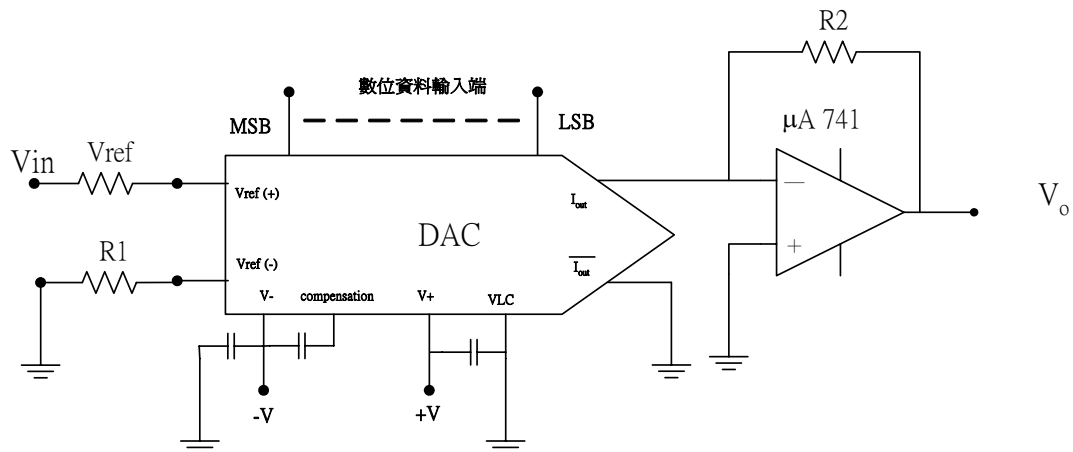


在 R3R4 接點處之 V 及 R

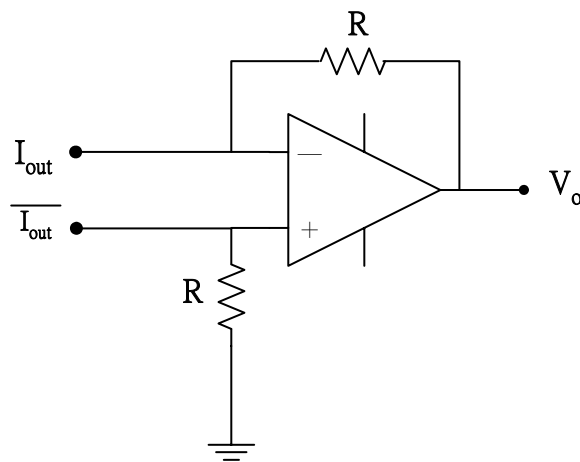


在 R1 及 R2 接點處之開路電壓及輸出電阻

八位元 DAC 轉換器之簡介 (以 DAC0800 為例)



- (1) 數位資料輸入端使用時應注意 MSB 及 LSB 之位元順序。
- (2) 經轉換後之類比信號是以電流形式輸出，若欲轉換成電壓的形式輸出，則還需要串接一電流/電壓轉換電路，如下圖。



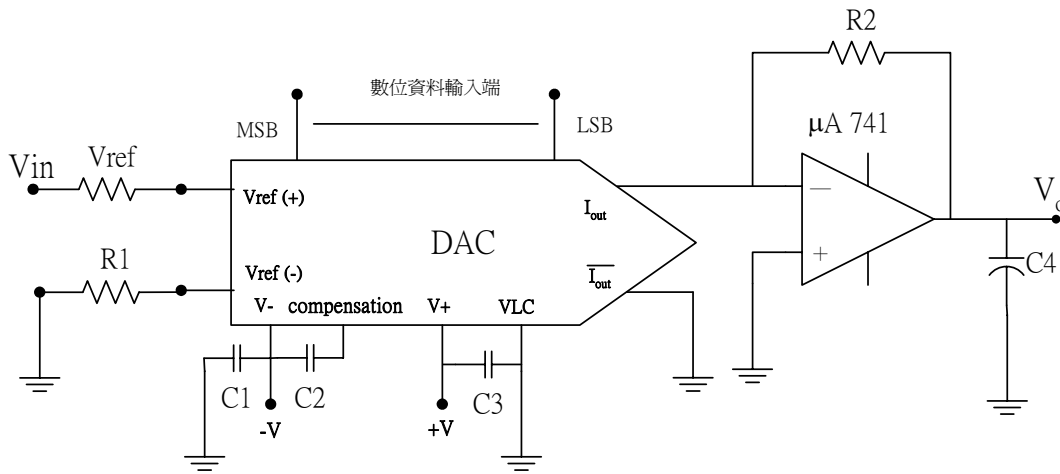
$$V_o = I_{out} \cdot R + (-\overline{I_{out}} \cdot R) = (I_{out} - \overline{I_{out}}) \cdot R$$

DAC 0800 之輸出電流與滿刻度電流 I_{FS} 的關係如下

$$I_{FS} = I_{out} + \overline{I_{out}}$$

$$I_{FS} = \frac{V_{REF}}{R_{REF}} \cdot \frac{255}{256} \cong \frac{V_{REF}}{R_{REF}}$$

四、實驗步驟



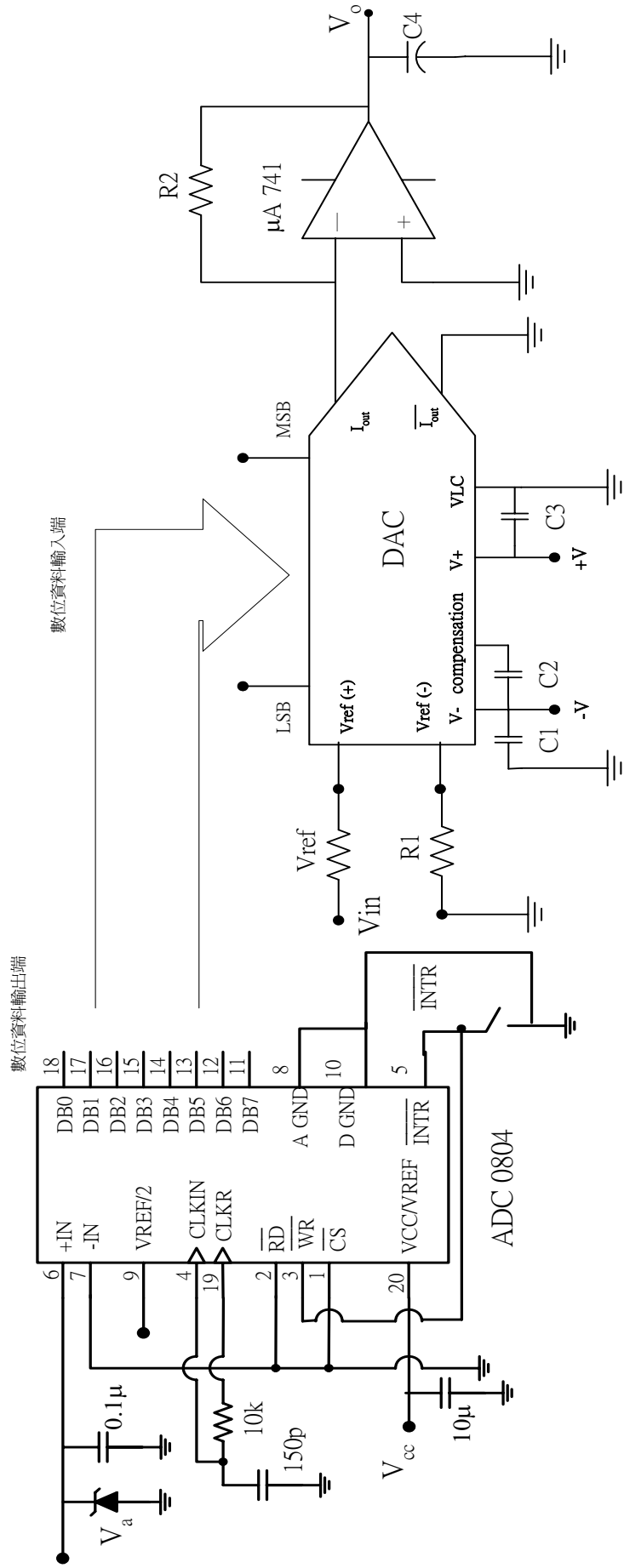
1. 如圖所示電路，電路接線完成，令 $V_{in}=5V$ 、 $V_{ref}=1K$ 、 $R1=1K$ 、 $R2=1K$ 、 $C1=0.1\mu F$ 、 $C2=0.01\mu F$ 、 $C3=0.1\mu F$ 、 $C4=2.2\mu F$ ，並以跳線的方式來操控數位資料輸入端的 0 和 1 的狀態，並使用示波器觀測相對應的輸出電壓值。
2. 使用示波器記錄以下各相關數據。
3. 使用數據值及使用 Excel 畫出其轉換曲線圖，理想的話會得到階梯形式的步階曲線圖。

五、實驗結果

B_8	B_7	B_6	B_5	B_4	B_3	B_2	B_1	數位值	V_o

五、心得

附錄：AD-DA 電路

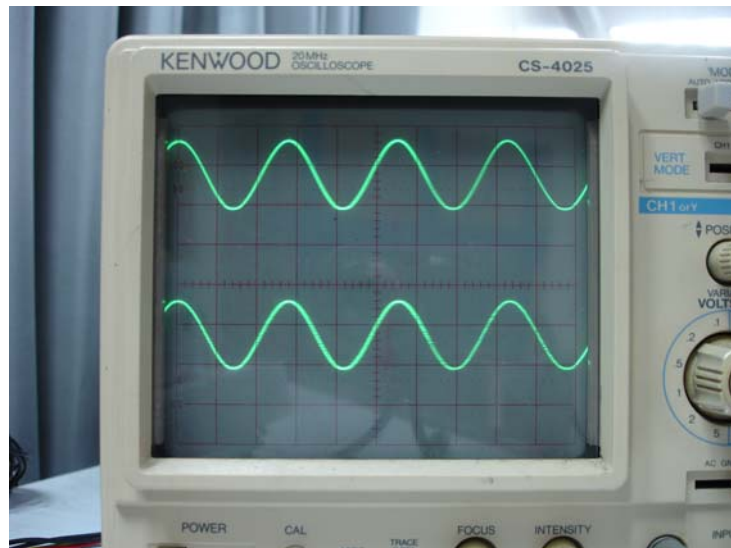


數位資料輸出端

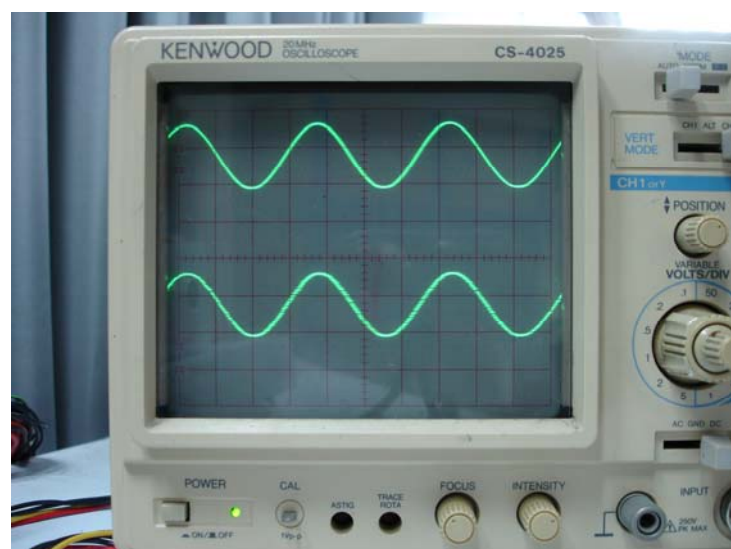
數位資料輸入端

1. 如上圖所示電路接線完成。
2. 使用示波器雙軌跡模式同時觀測輸出及輸入訊號。
3. 輸入信號使用函數信號產生器，產生正弦波信號 50Hz， V_{pp} 為 4V，將函數信號產生器輸出接至電路輸入端。
4. 調整函數信號產生器 DC Offset 旋鈕，使得函數信號產生器輸出訊號為脈動直流，同時觀測電路輸出訊號必須為不失真之弦波信號。
5. 分別改變輸出信號頻率為 50Hz、100Hz、150Hz、200Hz，分別觀察電路輸出輸入情況為何。

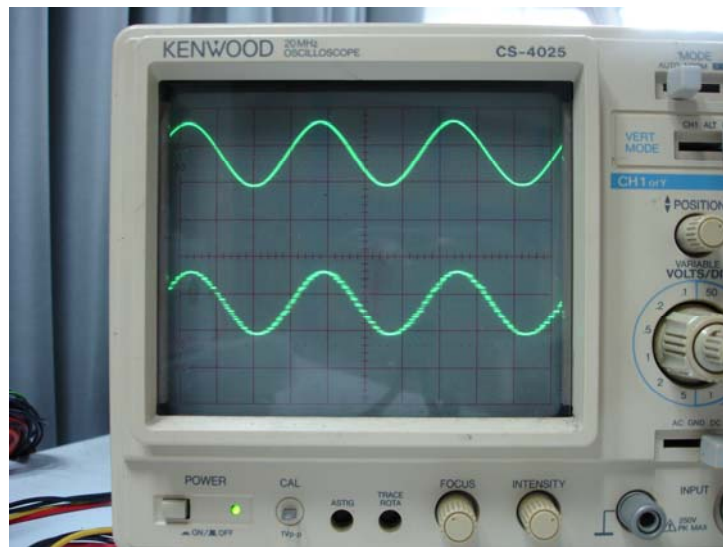
實驗結果：



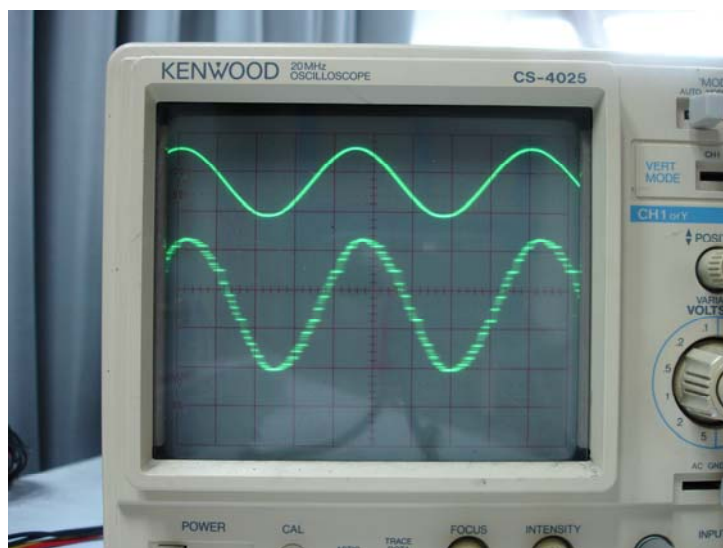
50Hz



100Hz



150Hz



200Hz