

解多工器(1*8)控制小型直流馬達

¹胡世平 ²洪智盛 ²王璟瑞 ²梁天豪 ²陳鎧 ²林子揚 ²陳承宏

德霖技術學院機械系 ¹講師 ²學生

摘要

隨著人類科技的進步，機電設備的數位化與自動化是一個必然的趨勢與方向，例如；數位控制工具機、數位遙控冰箱、甚至於是數位控制的軍事武器等等，不勝枚舉。

本文分成兩大部分，第(壹)部分是解多工器(1*8)，將輸入訊號 I，透過不同的數位邏輯選擇[S2S1S0=111(2)=7(10)]，將訊號 I 傳送到指定 Y7 位址。第(貳)部分是小型直流馬達，從指定的 Y 位址訊號透過類比的電子元件去驅動小型直流馬達。

關鍵字:機電設備, 工具機, 解多工器(1*8), 遙控冰箱

Demultiplexer(1*8) Control Small-scale Motor of Direct Current

¹Shih-Ping Hu, ²Zhi-Sheng Hong, ²Jing-Rui Wang, ²Tian-Hao Liang, ²Kai Chen, ²Zi-Yang Lin, ²Cheng-Hong Chen,

Department of Mechanical Engineering, De Lin Institute of Technology ¹instructor ²student

Abstract

During the developing period about human technology, the digitalize and automation of electromechanical equipment is a certain trend and direction. Example: mechine tools by computer control, digital refrigerator by remot control, even, military weapons by digital control.

The directive target can be divided two parts. The first part is demultiplexer(1*8), it can deliver the input signal I to the specified address Y7 through various selections of digital logic [S2S1S0=11(2)=7(10)]. The second part is the small-scale motor system of direct current, it will drive the small-scale motor by the analogy electronic component power signal through the specific address

Keyword: electromechanical equipment, mechine tools, demultiplexer(1*8), refrigerator by remot control

壹.目的:

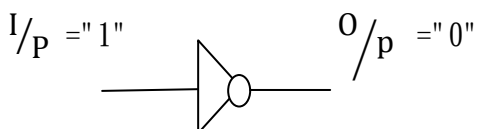
本文就是要用最低的成本，設計一個解多工器(1*8)與小型直流馬達。"1*8"所代表的意義:一個輸入訊號 I，可隨不同的邏輯選擇(S₂S₁S₀)而傳送到指定的位址 Y(輸出位址有 8 個)

貳.原理說明:

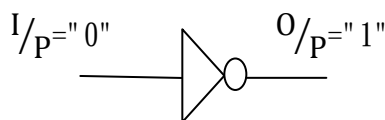
(1)本文所採用的電子元件有①邏輯 IC 7404*1，7447*1，7421*4 ②3P2 段滑動式切換開關(switch)*3 ③330Ω 電阻*7 ④LED 燈*8 ⑤共陽極七段 LED 顯示器*1 ⑥電路插線板(麵包板)(3 小片合併在一起)*1 ⑦單芯線 1 捲 ⑧繼電器(Relay)(編號 TRD-12VDC-SB-CL)(適用 12 伏特電壓)*2 ⑨二極體(Diode)(編號 IN4001)*2 ⑩BJT 電晶體(npn 型)(編號 C9013) ⑪20KΩ 電阻*2 ⑫1KΩ 電阻*2 ⑬5.5KΩ 電阻*2

(2)本文所使用的電子元件很容易在電子材料專賣店購得，而且價格便宜，不會造成同學沉重負擔。

(3)邏輯 IC7404 的設計是反相作用，若輸入高電位"1"，則輸出低電位"0"，若輸入低電位"0"，則輸出高電位"1"，如圖(1a)與圖(1b)所示，稱反相器(inverter gate)

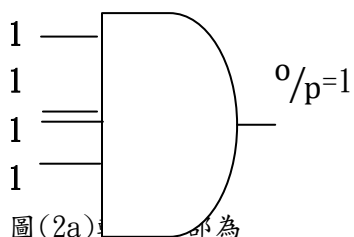


圖(1a)反相器，輸入高電位"1"，輸出低電位"0"

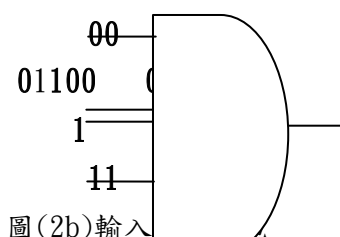


圖(1b)反相器，輸入低電位"0"，輸出高電位"1"

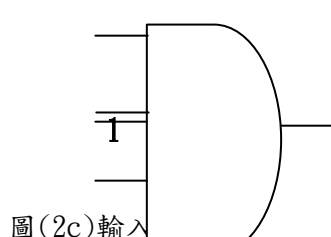
(4)邏輯 IC7421 的設計是及閘(AND gate)的作用，每個及閘(AND)共有 4 個輸入(I/p)，1 個輸出(O/p)。當 4 個輸入全部是高電位"1"時，輸出才會是高電位"1"，如圖(2a)示。



圖(2a)輸入全部為高電位"1"，輸出才會是高電位"1"



圖(2b)輸入電位"0"，輸出為"0"



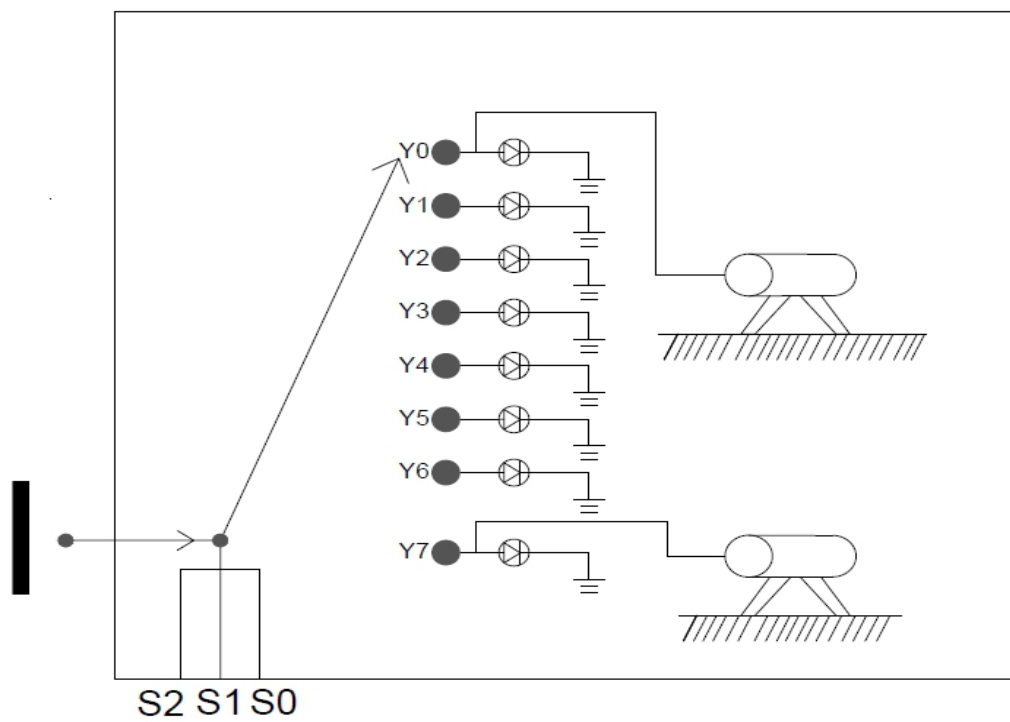
圖(2c)輸入上"0"，則輸出為"0"

(5)邏輯 IC7421，若輸入(I/p)中，只要一個是低電位"0"，則輸出就是低電位"0"，如圖(2b)與圖(2c)所示

(6)邏輯 IC7447，他是要將輸入的選擇指令(S₂S₁S₀)轉為人類看得懂的阿拉伯數字，顯示在共陽極七段 LED 顯示器

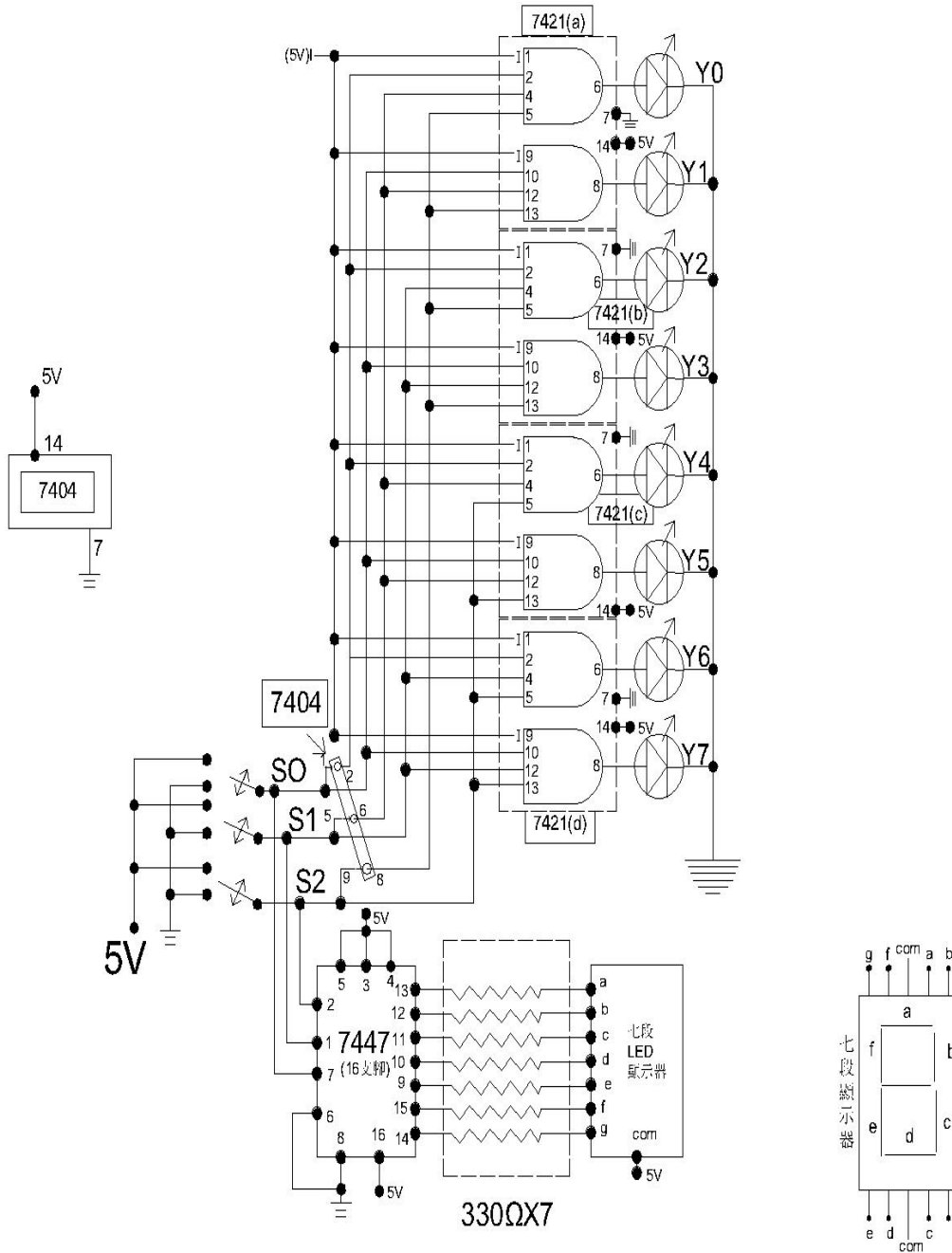
參.全部電路圖:

(a) 整體概略示意圖



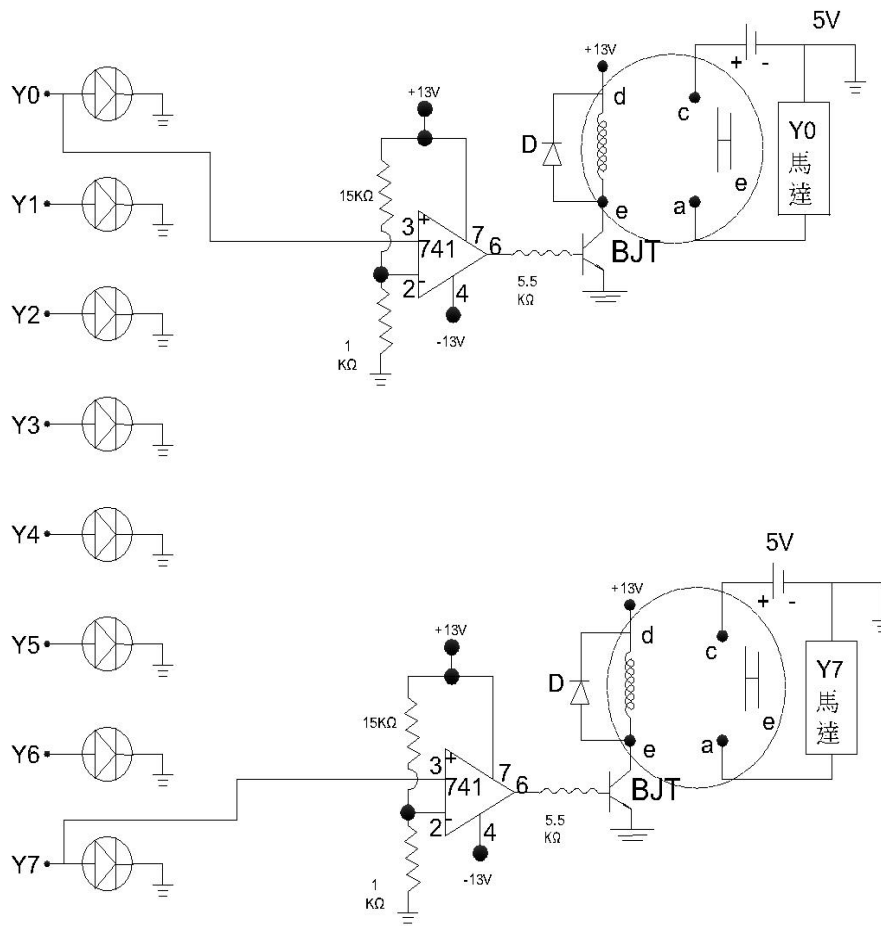
圖(3) 整體概略示意圖

(b)解多工器部分的細部接線圖



圖(4)解多工器之細部電路圖

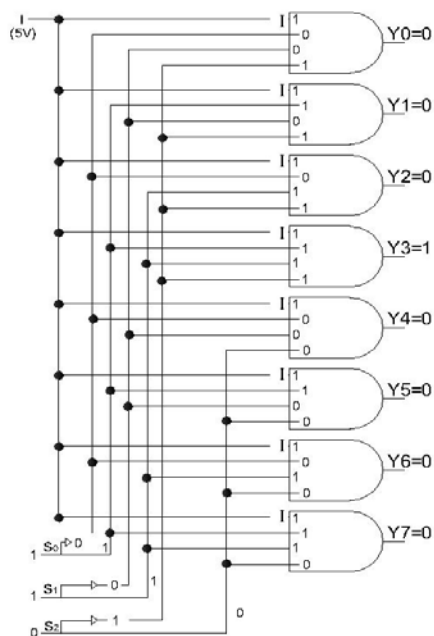
(c)小型直流馬達及周邊類比電子元件的接線圖



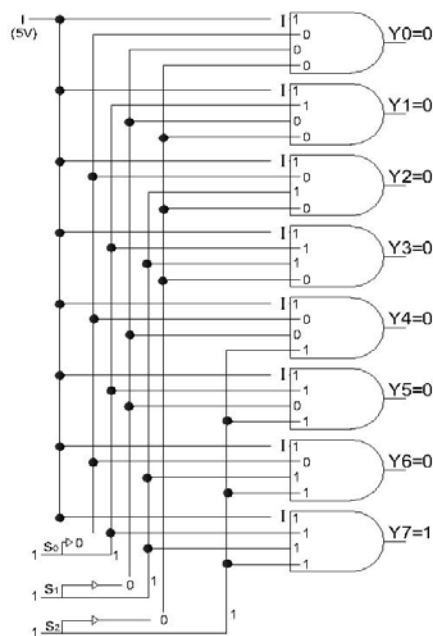
圖(5)小型直流馬達接線圖

肆.邏輯電路(解多工器部份)的細部原理:

- (1)選擇輸入命令 $S_2S_1S_0=011(2)=3(10)$ ，可得邏輯電路，如圖(6)所示，則可得 $Y_3=1$ (高電位)，LED 燈亮，其餘皆為 0(低電位)($Y_0=Y_1=Y_2=Y_4=Y_5=Y_6=Y_7=0$)，(其餘 LED 燈熄)
- (2)選擇輸入命令 $S_2S_1S_0=111(2)=7(10)$ ，可得邏輯電路，如圖(7)所示，則得 $Y_7=1$ (高電位)，LED 燈亮， Y_7 小型馬達開始轉動(Y_7 位址輸出 2 伏特直流電壓，用以作為訊號，去驅動後面 Y_7 小型直流馬達，如圖(8)所示)



圖(6)輸入 $S_2S_1S_0=011$ 的情況下，輸出 $Y_3=1, Y_0=Y_1=Y_2=Y_4=Y_5=Y_6=Y_7=0$

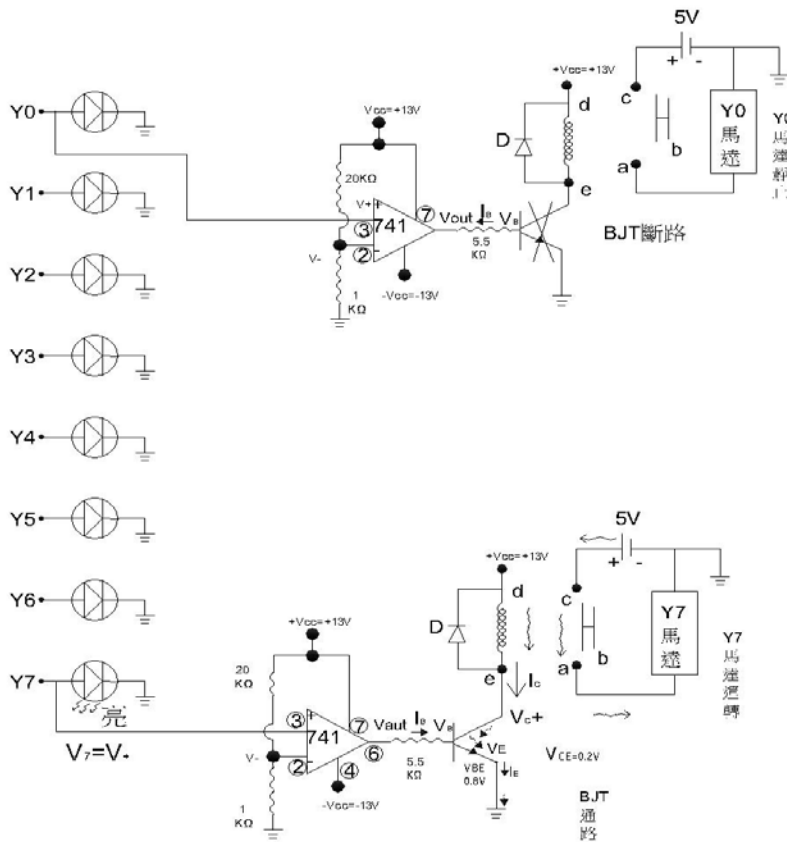


圖(7)輸入 $S_2S_1S_0=111$ 的情況下輸出 $Y_7=1, Y_0=Y_1=Y_2=Y_3=Y_4=Y_5=Y_6=0$

伍.小型直流馬達運轉之細部電流圖.

(1)在圖(8)中，從邏輯輸出位址 Y7 並聯出來，再接入運算放大器($\mu A741$)的正端($V_7 \doteq 2V = V_+$)

(2)以分壓法則， $V_- = 13V * \frac{1K\Omega}{(20+1)K\Omega} = 0.62V$ 接到 OPA(運算放大器)的負端($V_- = 0.62V$)，此時 OPA 即為比較器(comparator)



圖(8)小型直流馬達之運轉電流圖
(S2S1S0=111(2)=7(10))

(3)因為

$(V_+ = 2V) > (V_- = 0.62V)$ ，所以 OPA 輸出電壓

$$V_{out} \doteq 12.5V$$

(4)假設 BJT(npn 型)電晶體在飽和區操作 $V_{BE} = 0.8V$ ， $V_{CE} = 0.2V$

(5)在圖(8)中，Y7 位址上，迴路($V_{out} \Rightarrow V_B \Rightarrow V_E \Rightarrow$ 接地)，克希荷夫定理： $V_{out} - I_B * 5.5K\Omega - V_{BE} = 0$
 $\Rightarrow 12.5 - I_B * 5.5 - 0.8 = 0 \Rightarrow I_B \doteq 2.127mA$

(6)在圖(8)中，Y7 位址上，迴路($d \Rightarrow e \Rightarrow V_C \Rightarrow V_E \Rightarrow$ 接地)，克希荷夫定理： $V_{CC} - I_C * 1^{\text{k}\Omega} - V_{CE} = 0$
 $\Rightarrow 13 - I_C * 1 - 0.2 = 0 \quad \Rightarrow I_C = 12.8\text{mA}$

(7)($I_C = 12.8\text{mA}$) < ($\beta I_B = 120 * 2.127 = 255\text{mA}$)可以確定 BJT 位於飽和區操作，BJT 通路，繼電器通路，Y7 馬達運轉

(8)在圖(8)中，二極體(D)的接裝，是用以保護繼電器內部的電感線圈

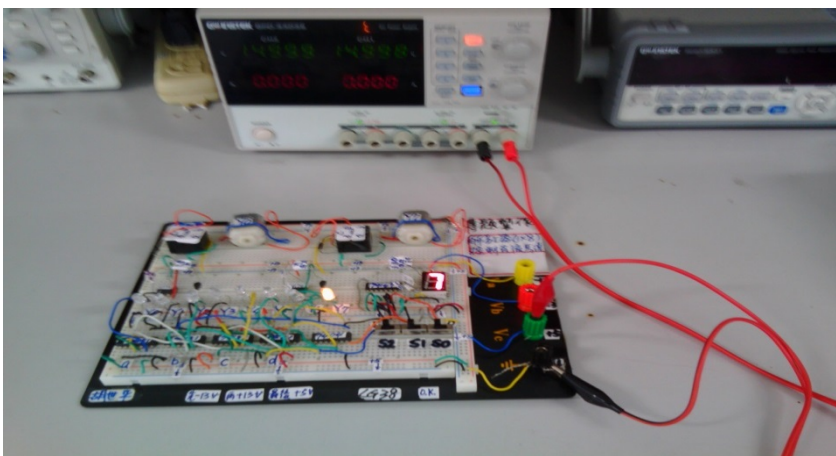
(9)當選擇輸入命令 $S_2 S_1 S_0 = 111(2) = 7(10)$ 時，則輸出位址 Y0 為低電位"0"，則($V_0 = V_i = 0$) < ($V = -0.62\text{V}$)，則 OPA(運算放大器)輸出負電壓 $V_{out} = -12.5\text{V}$ ，如圖(8)所示，則 Y0 位址上的 I_B 電流方向相反，所以在 Y0 位址上的 BJT 斷路，Y0 馬達停止

陸.實驗結果:(真值表)

輸入訊號 I	S2	S1	S0	顯示器號碼	亮 LED 的編號	運轉之馬達編號
I=1(5V)	0	0	0	0	Y0	Y0
	0	0	1	1	Y1	
	0	1	0	2	Y2	
	0	1	1	3	Y3	
	1	0	0	4	Y4	
	1	0	1	5	Y5	
	1	1	0	6	Y6	
	1	1	1	7	Y7	Y7

圖(9)真值表

柒.全部完成之照片:



圖(10)全部完成之照片

捌.結論:

- (1) 經由本文的製作，印證圖(4)的解多工器(1*8)的電路圖是正確的，透過邏輯電路，可將不同的數位選擇(S2S1S0)傳送數位訊號給不同的及閘(AND gate)，而且能夠發揮與每一種不同邏輯 IC 的功能
- (2) 因為輸出位址 Y 的電壓非常小(2V 左右)，根本無法帶動小型直流馬達(3V 以上)，所以將輸出位址並聯到運算放大器(OPA)(μ A741)的正端($V+=2V$)，以便與負端電壓($V-=0.62V$)做比較
- (3) BJT 電晶體所扮演的角色就是電子開關(switch)，當放大器(OP)輸出正電壓($V_{out}=+12.5V$)時，BJT 打開(on)，帶動後端繼電器(Relay)的運作，使得小型直流馬達運轉
- (4) 若放大器(OP)輸出負電壓($V_{out}=-12.5V$)時 BJT 關閉(off)，使得後端繼電器(Relay)停止(off)，使得小型直流馬達停止
- (5) 本文[修改接線的錯誤]本身就是一種學習的歷程，從「修正錯誤」中摸索出邏輯電路的運作原理，與後端類比電子元件的電流方向轉換可以讓同學得到很好的成長

玖.參考文獻:

- (1) 電子學(上)(下)，第 8 版，楊棧雲、林光謙等編譯，全華圖書，原著"Electric devices convectional current version"by Thomal .Flougd. 2010 年 11 月，頁數 4-10~4-19
- (2) 世界 TTL/IC 規格互換表，全華圖書，90 年 11 月，初版 14 刷，頁數 84~85，116~117
- (3) 數位邏輯設計實習(Digital logic design laboratory)，張志安、高敬憲編著，台科大圖書公司，2008 年 3 月出版，頁數 181~188
- (4) 數位邏輯(Digital logic) 黃慶璋編著，全華圖書公司，2013 年 4 月，2 版 2 刷，頁數 179~183

