

微電腦程式設定自動鑽床

高中教師組應用科學科第一名

台灣省立霧峰高級農工職業學校

作者：林豐隆、張瑞騰

一、研究動機：

以往微電腦教學與實驗均只做到基本的程式設定，去控制一個步進馬達的正轉、反轉、轉速、轉角控制就結束了讓學生感到枯燥無味而且與實際工業應用距離很遠，何不利用教學的課餘時間來研究一部由微電腦、步進馬達、機械組成的自動鑽床，不但可當教學用而且可實際用於自動化生產線上，這是我們的研究動機。

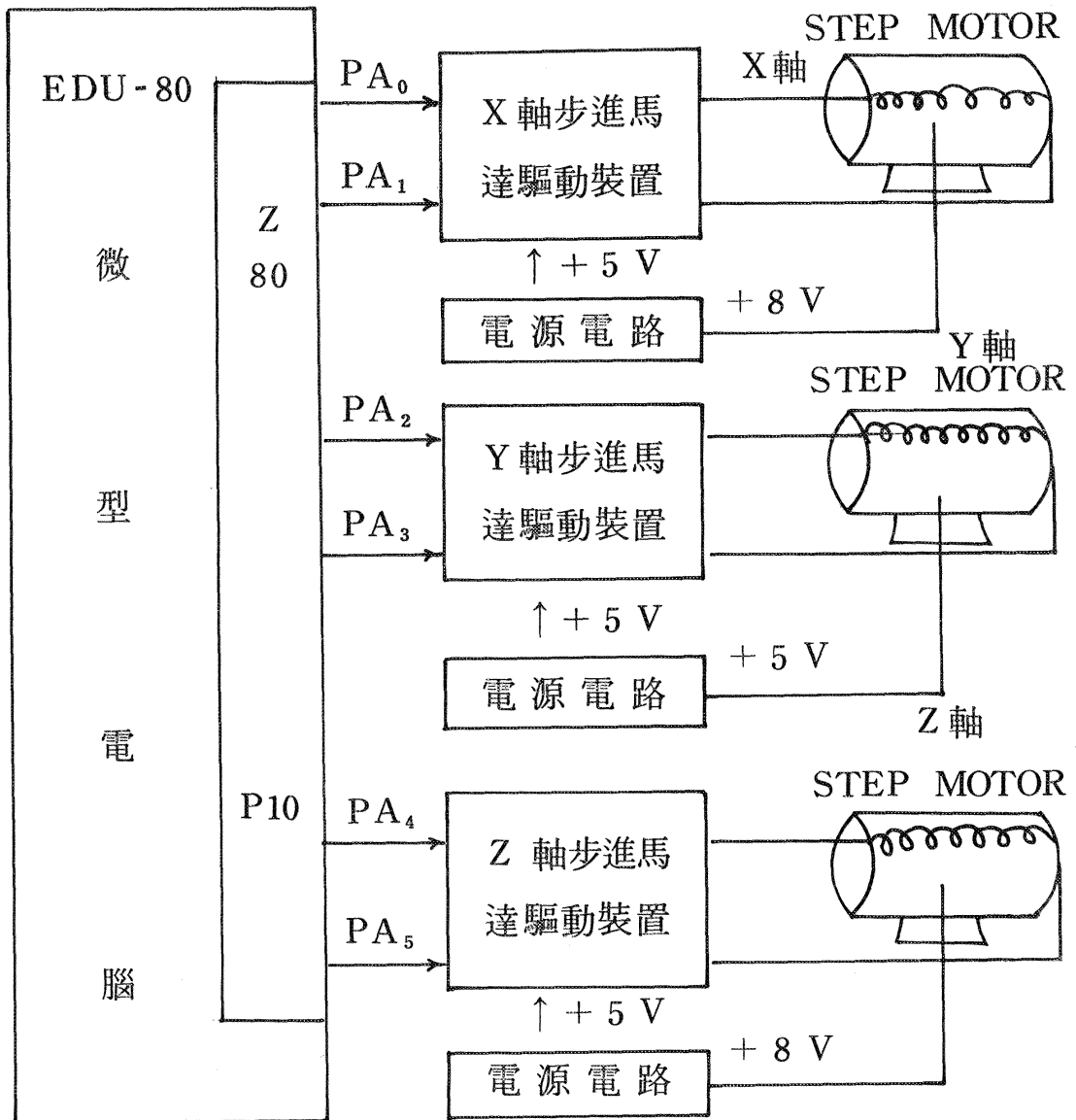
二、研究目的

- (一)了解步進馬達結構和控制。
- (二)步進馬達和微電腦之軟體組成應用、和硬體組成應用。
- (三)電子和機械之組合應用。
- (四)應用程式之發展。

三、研究設備：

- (一)EDU 80 微電腦 1 部。
- (二)電源和驅動電路材料三組。
- (三)步進馬達① $T = 450 \text{ OZ/in}$ 二個
 $T = 225 \text{ OZ/in}$ 一個
- (四)鑽床 3/4 一台。
- (五)縱向行程 500 mm } 滑板一組。
橫向行程 220 mm }
- (六)錄音機一部或及電纜線數組。

微電腦硬體控制電路基本方塊圖



四、製作過程與方法：

(一)自 71 年 8 月 1 日起電子與機械部份分頭並進，首先申請材料。

(二)機械結構製作過程與方法：

1. 根據構想應用 EDU 80 微電腦來控制步進馬達驅使滑動機構 X、Y、Z 軸作精密的移動距離，以行鑽孔及以 X、Y 軸移動的軌跡畫出不規則的圖案。
2. 應用現成的鑽床（3/4）將其圖形工作台上裝置可作縱向（Y 軸為 500 mm）橫向（X 軸為 220 mm）行程的滑動機構一組及改裝手動進刀為 Z 軸。

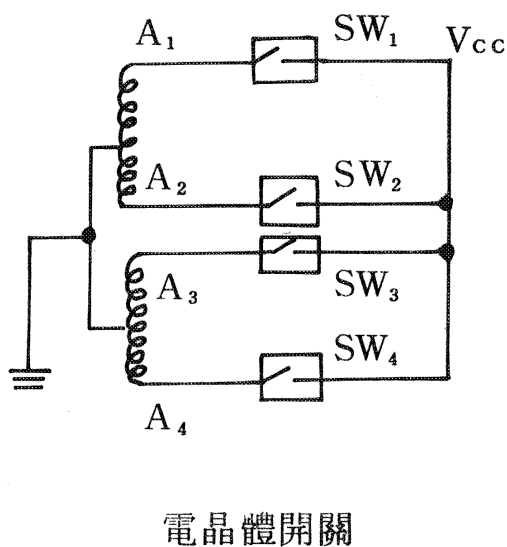
3. 根據 2. 項設計出各零件草圖。
4. 繪製零件圖部份組合圖及總裝配圖（如本板周邊的相片所示）。
5. 採購各零件的材料。
6. 採購五金配件如螺絲、軸承……等。
7. 應用本校機工科工廠現有設備如立銑床、臥銑床、平面磨床、高速車床、鉋床、鑽床、電焊機及其他工具等做各零件的製造。
8. 先完成 X 軸、Y 軸的結構再次加工（如圖 所示）
9. 將各零件裝配組合，並試其滑動狀況。
10. 裝上步進馬達配合微電腦實際運轉。
11. 完成試車後，拆下各零件。
12. 零件上油漆。
13. 再次裝配並試車。
14. 完成。

(三) 電子部份製作過程與方法：

做基本實驗，完成電源與步進馬達驅動電路，部份品裝配組合實驗，微電腦與步進馬達機實驗，修改再試機。

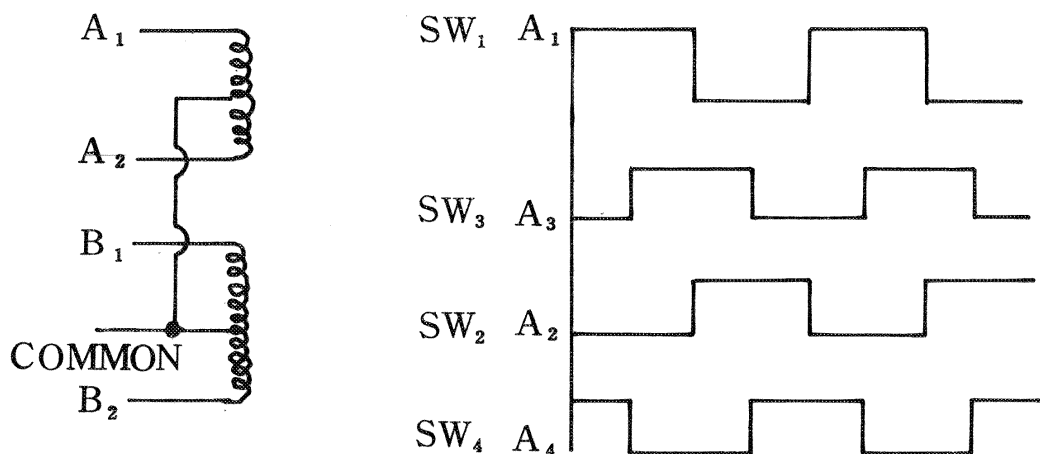
(四) 應用程式上機配合已完成的機械結構逐步修改完成。

五、實驗結果與機械操作方式資料如下：



	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
步進 順序	SW ₁	SW ₂	SW ₃	SW ₄
1	1	0	1	0
2	1	0	0	1
3	0	1	0	1
4	0	1	1	0
1	1	0	1	0

步進馬達基本控制原理



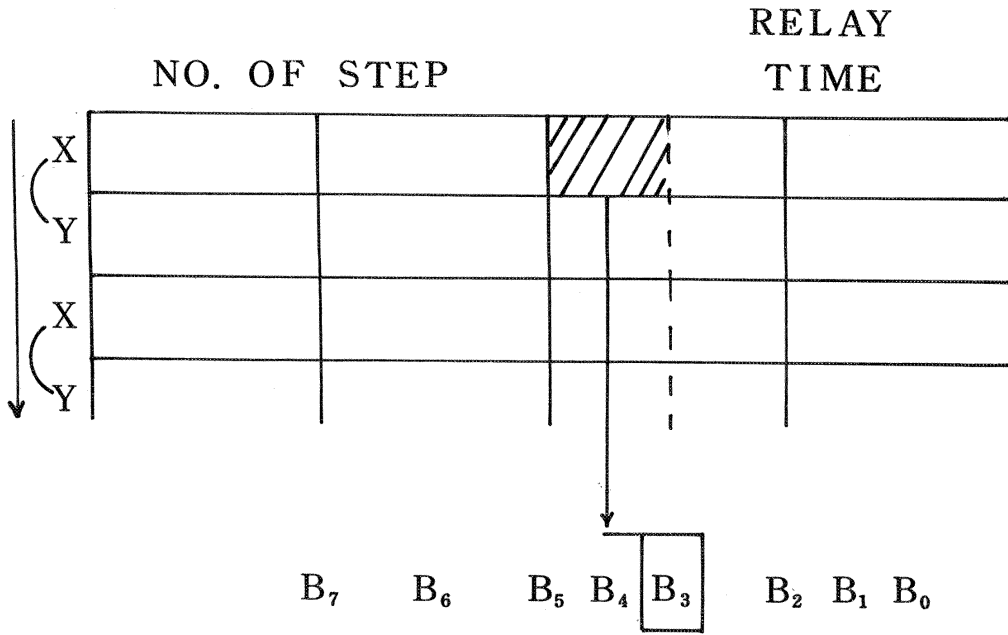
脈波驅動（兩相驅動式）輸出功率大，轉矩大

自動鑽床應用程式

實例 繪圖形式

ADDRESS	DATA	ADDRESS	DATA
1600	1007	1628	2007
1602	00C8	162A	04B0
1604	5007	162C	6007
1606	00C8	162E	04B0
1608	2007	1630	1007
160A	0190	1632	5078
160C	6007	1634	5007
160E	0190	1636	0578
1610	1007	1638	2007
1612	0258	163A	0640
1614	5007	163C	6007
		163E	0640
1616	0258	1640	1007
1618	2007	1642	0708
161A	0320	1644	5007
161C	6007	1646	0708
161E	0320	1648	2007
1620	1007	164A	07D0
1622	03E8	164C	6007
1624	5007	164E	07D0
1625	03E8	1650	1007

X.Y.Z 軸軟體控制格式

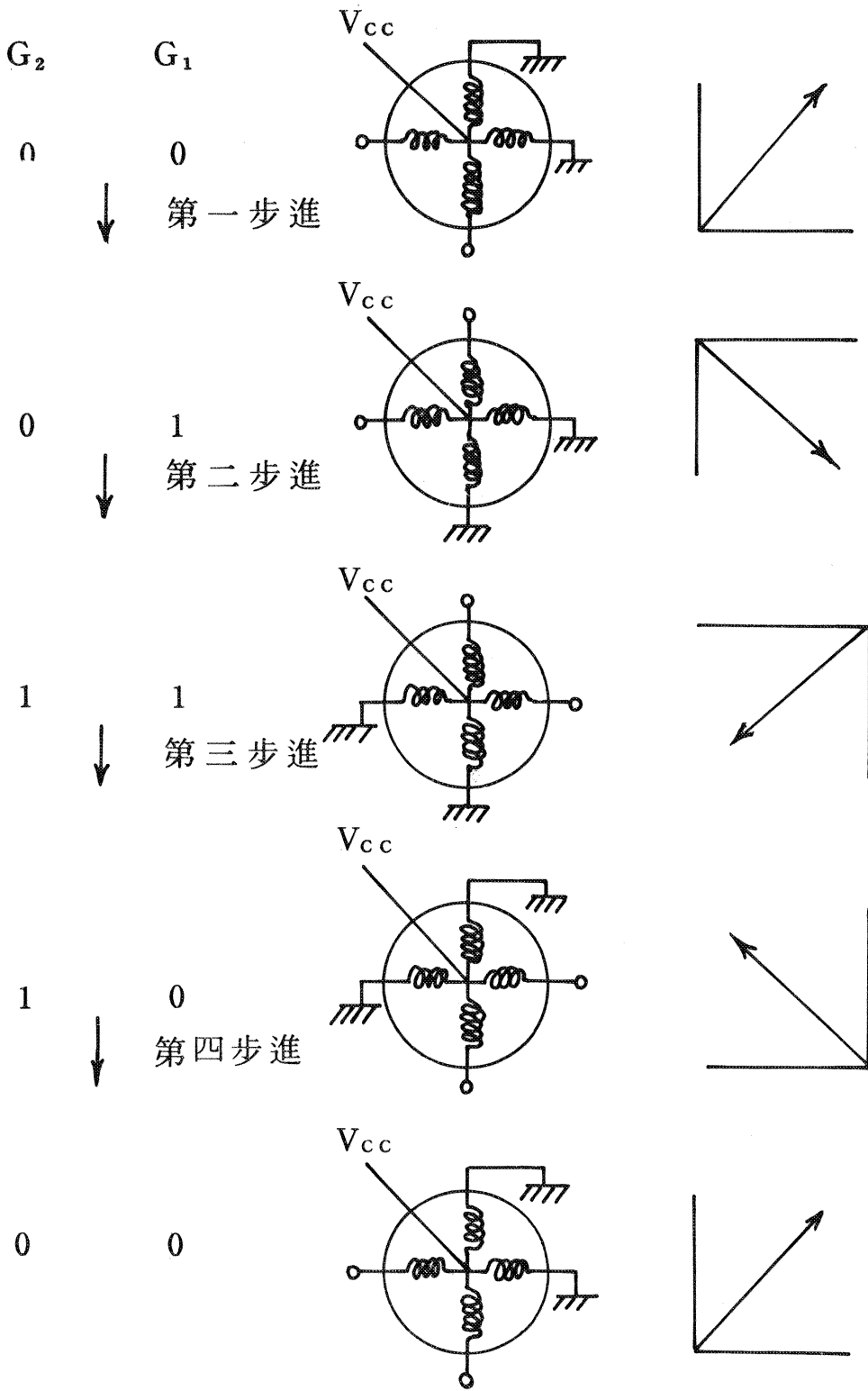


0	X	MOLD	0	0	0	0
1	X	FOWD	0	0	0	1
2	X	REVR	0	0	1	0
3		END	0	0	1	1
4	Y	MOLD	0	1	0	0
5	Y	FOWD	0	1	0	1
6	Y	REVR	0	1	1	0
7		END	0	1	1	1
				⋮		
F		AGAIN	1	1	1	1

X 軸 → Y 軸 → Z 軸

計數器狀態

合成磁場方向



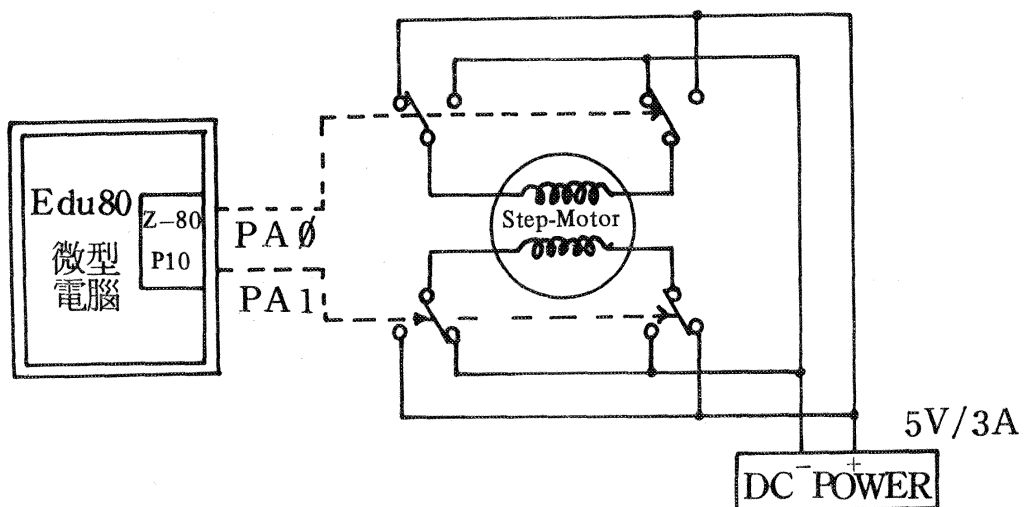
X.Y.Z 軸步進馬達規格與機械移動量

類別	P A 0 名稱	P A 2	P A 4
	P A 1	P A 3	P A 5
軸 別	X 軸	Y 軸	Z 軸
供 應 電 壓	8 V	5 V	8 V
1 步 度 數	1.8°	1.8°	1.8°
1 步 移 動 距 離	0.0105 mm	0.0105 mm	0.424 mm
步進馬達最大電流	2.2 A	3.1 A	2.2 A
1 圈 之 步 數	200	200	200

EDU 80 微型電腦作 STEP MOTOR 控制

界面電路：

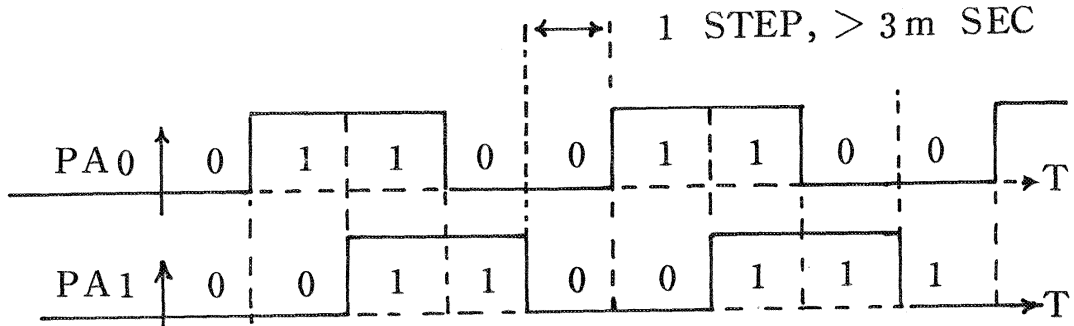
其中STEP MOTOR POWER SUPPLY 之額定值應能供給 5V/3A 之電能。整個界面之等效電路如下。微電腦兩個輸出訊號只是用來控制電子開關而使 STEP MOTOR 線圈電流變換極性。



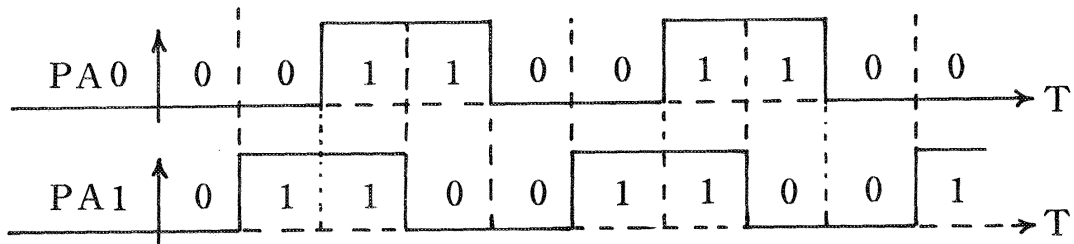
等效電路圖

微電腦輸出控制訊號：

(A)前進控制



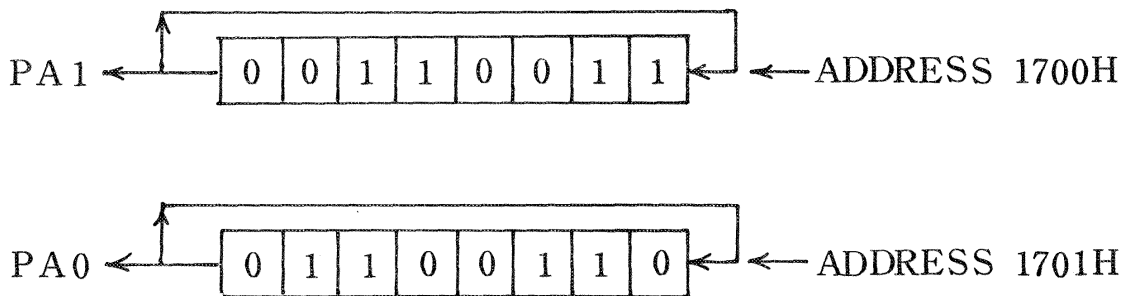
(B)後退控制 (每一 STEP 所用時間不同)



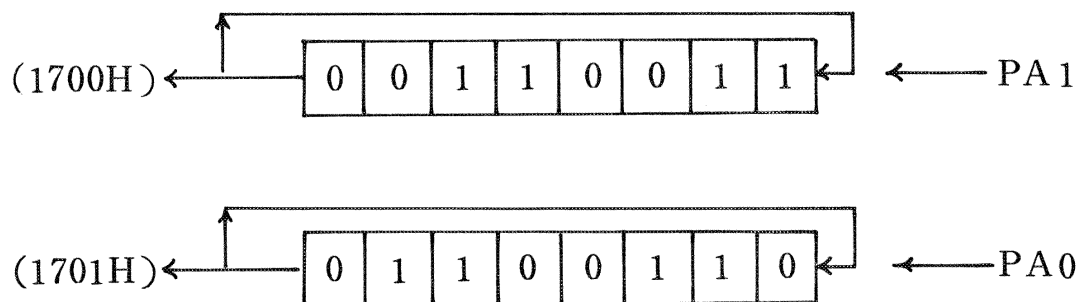
由上可看出，兩條控制線在每一瞬間只能有一條發生變化（0變1，或1變0）。每次變化之間隔要大於3m SEC（依STEP MOTOR性能反應）。若PA1較PA0先變化為1（或為0）則STEP MOTOR順轉，反之若PA0較PA1先變化則逆轉。

順轉逆轉程式控制：

為能輸出上述GRAY CODE控制訊號。MICRO COMPUTER MEMO 個BYTE用以儲存GRAY CODE。其內容事先存入33H與66H如下：



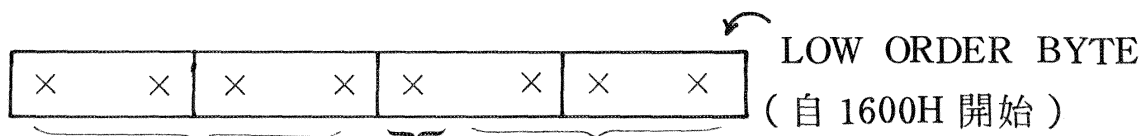
若用 RLC 指令 (ROTATE LEFT CIRCULAR) 使上述兩 BYTE 之資料向左旋轉，自左邊轉出之資料分別送到 PA 0 ，與 PA 1 ，則每次左旋轉只使 PA 0 或 PA 1 其中一條線發生變化。故 STEP MOTOR 順轉。反之若使用 RRC 指令，使上述兩個 BYTE 資料向右旋轉，自右邊 (BIT 0) 轉出之資料，輸送到 PA 0 與 PA 1 ，則每右旋轉輸出一次，STEP MOTOR 逆轉一個 STEP 。



操作程式如下：

```
LD    IY,1700H ; IY 指到GRAY CODE 之位址
RLC(IY)      ; (1700H)之BIT 7 轉入 CARRY FLAG
RLA         ; CARRY FLAG 轉之 A REG. BIT 0
RLC(IY)      ; (1701H)之BIT 7 轉入 CARRY FLAG
RLA         ; (1700H) 與 (1701H) 之 BIT 7 分別轉入
           ; A REG 之 BIT 1 與 BIT 0
OUT(0A0H) A  ; A REG 之 BIT 1 與 BIT 0 輸出
           ; 到 PA1 與 PA0。則 STEP MOTOR 順轉 1STEP
```

為使 STEP MOTOR 之控制更方便另行設計程式，用 SEQUENCE TABLE 方式使 STEP MOTOR 依指定之 SEQUENCE 運轉。每一 SEQUENCE 由 4 BYTE 組成 8 DIGIT 16 進制數字而構成。其定義如下：



做幾個 STEP
16 進制表示

每個 STEP 多少 m SEC
16 進制表示

此數字代表做什麼？

- 0 代表暫停
- 1 代表順轉
- 2 代表逆轉
- 3 從頭再開始執行

SEQUENCE TABLE

為執行上述 SEQUENCE TABLE，必須有幾個副程式如下：

- (1) DELAY SUBROUTINE，由 HL 決定 DELAY 多少 m SEC。
- (2) 順轉 1 STEP SUB-ROUTINE。
- (3) 逆轉 1 STEP SUB-ROUTINE。

使用 EDU 80 儲存 SEQUENCE TABLE 按鍵操作如下：

按 鍵 顯 示 幕

[AD]	[1600]	1 6 0 0 . 0 . - x x x x ; 1600H 為 SEQUENCE TABLE 之起始位址
[WI]		1 6 0 0 = x . x . x . x . ; 用 WORD INPUT 方式輸入 TABLE
	[1003]	1 6 0 0 = 1 . 0 . 0 . 3 . ; 第一個 SEQUENCY，以每 STEP 3 m SEC
[+]	[00C8]	1 6 0 2 = 0 . 0 . C . 8 . ; 之速度順轉 200 STEP
[+]	[0020]	1 6 0 4 = 0 . 0 . 2 . 0 ; 暫停 32 時間單位，每時間單位為 32 m SEC
[+]	[0020]	1 6 0 6 = 0 . 0 . 2 . 0 .

- ⊕ 200A 1608 = 2.0.0.A ; 以每 STEP 10m SEC 之速度逆轉 100 STEP
- ⊕ 0064 160A = 0.0.6.4.
- ⊕ 0020 160C = 0.0.2.0. ; 暫停 32 m SEC×48=1.536SEC
- ⊕ 0020 160E = 0.0.3.0.
- ⊕ 3000 1610 = 3.0.0.0. ; 從頭再做

六、討論：

(一)機械結構問題：

- 1.本機械底座係用扣件組合，所以容易變形。
- 2.滑板移動速度緩慢（螺桿螺距為 2.11 mm，12 牙/吋，亦即步進馬達轉一圈，滑板移動 2.11 mm）。

(二)材料問題：

步進馬達扭力大的難找，而且價格昂貴，扭力小的在機械結構上往往造成帶動困難。

(三)應用問題：

- 1.可應用到其他工業自動化生產線上。
- 2.應注意到因步進馬達的主要優點精確，而連帶產生之缺點，工作速度慢。

七、結論：

(一)機械結構問題

- 1.底座應使用鑄鐵造以增加穩定性。
- 2.移動緩慢可將單線螺紋更教為雙線螺紋則速度可加倍。

(二)研究結果和當初設想完全達成。

(三)教育當局鼓勵科際（如電子、電工機工）之共同合作發揮團隊整體的力量，才能創造突破性的作品來。

八、主要參考文獻

- (一) EDU80 微電腦使用手冊（全亞電子公司編寫）。
- (二) EDU80 微型電腦實驗（全亞電子公司編寫）。
- (三) THEORY AND APPLI CATIONS OF STEP MOTORS
（ BENJAMINC , KVO ） .

評語：

頗富教學及實用性。工作完整，為甚佳之工程創作。