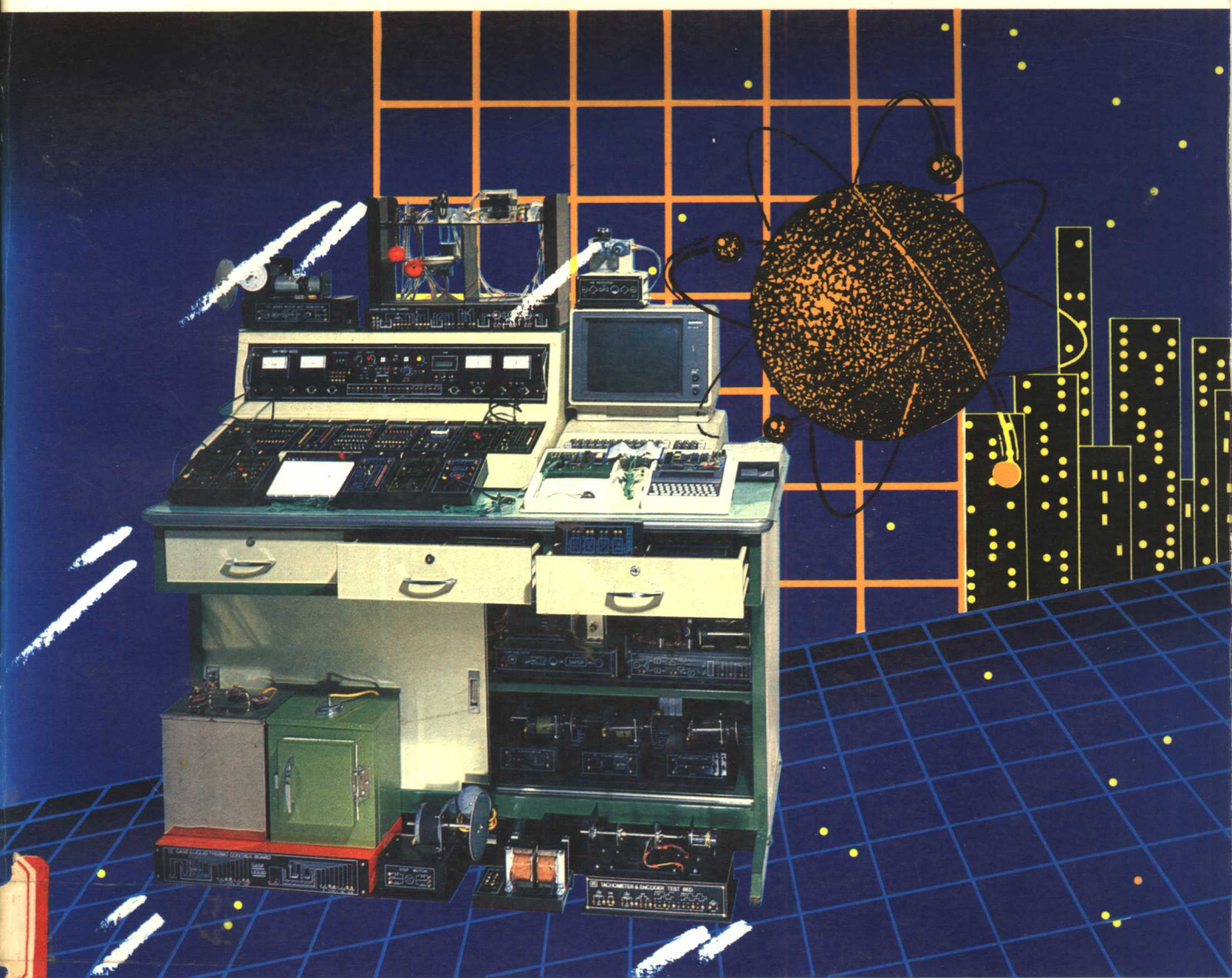


微電腦工業自動控制實驗

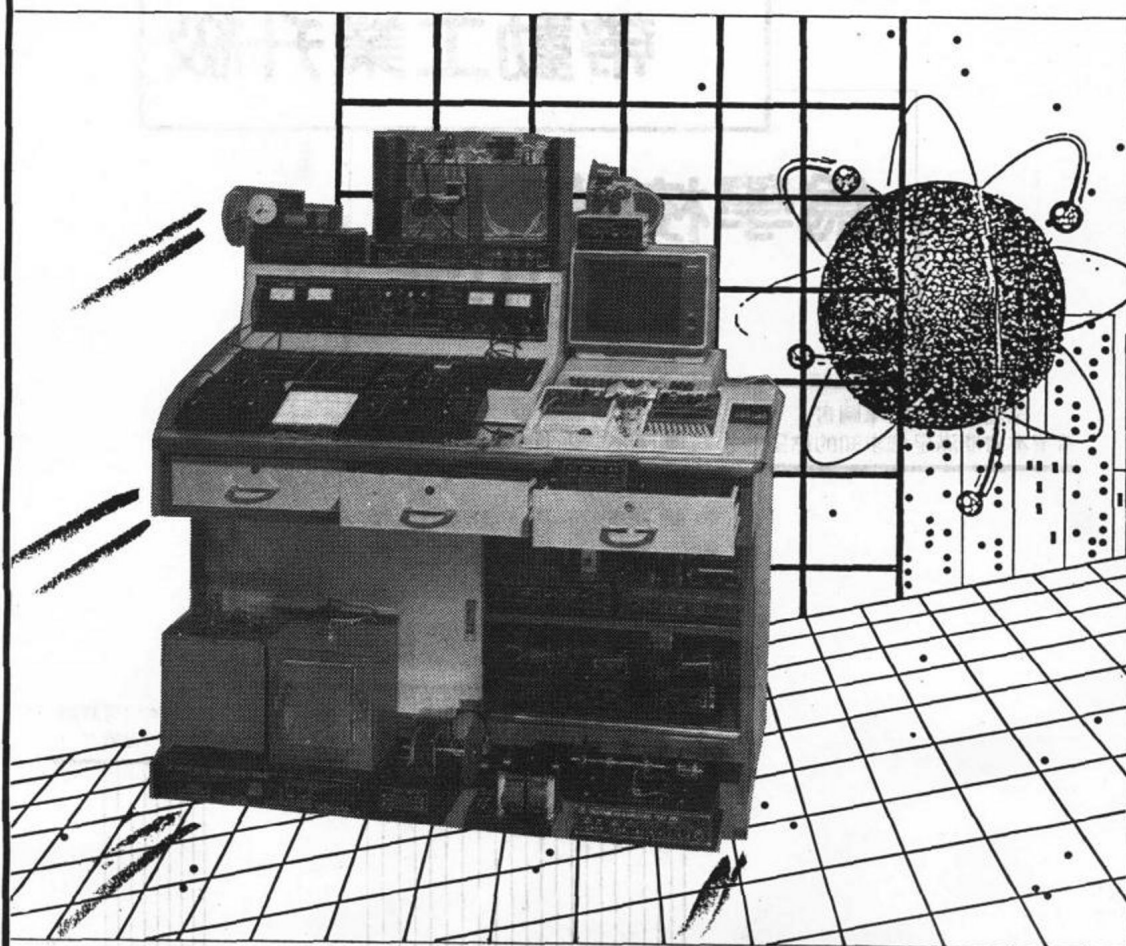
林容益 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行

微電腦工業自動控制實驗

林容益 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行



全華圖書

法律顧問：陳培豪律師

**微電腦工業
自動控制實驗**

林容益 編著

出版者 全華科技圖書股份有限公司

地址 / 台北市龍江路76巷20-2號2樓

電話 / 5811300 (總機)

郵撥帳號 / 0100836-1號

發行人 陳 本 源

印刷者 華 一 彩 色 印 刷 廠

門市部 全友書局(黎明文化大樓七樓)

地址 / 台北市重慶南路一段49號7樓

電話 / 3612532 • 3612534

基 價 7.2 元

初版 / 75年 1 月

行政院新聞局核准登記證局版台業字第〇二二三號

版權所有 翻印必究

圖書編號 011833

序 言

約八年前，微處理機剛導入國內，市面上微處理機大部份為學習機形式、執行低階組合語言，並引導國內應用微處理機作各種工商業上之控制應用。本人有幸能參與教育廳辦理工職教育改進計劃設備籌購，在陳繩籌教授指導下；大膽採購微處理機供應全省省立工職電子科使用，並舉辦多次講習會，從此將高工帶入微處理機學習應用境界。接著如：Radio Shack、Apple II 等等執行高階語言之微處理機相繼在國內引入生根，並投入大量人力、財力於軟體工程，執行高階層語言，漸漸地將此由簡單 IC 組成工業上商業化之硬體工程忽視，此對電子、電機人員而言，如同汽車科學生僅重視汽車駕駛，而忽視了汽車之機械結構原理與修護，是相當偏差遺憾的。雖然軟體工程在資訊工業上佔著極重要角色，尤其在現代社會生活上是一種必須的輔助工具。但是硬體工程的設計組合應用於近代工業自動化工程上是為電子電機工程人員不可忽視推卸的一項重責。有鑑於此，本人乃編著微電腦工業自動控制基本篇、應用篇等初步引導進入簡易微電腦工業上應用工程。

此次本人在正弦電子公司設計一套以模板活動組合方式之自動控制工程實驗及微電腦控制介面應用，因而著手編著此書，使成一完整系列的微電腦工業控制簡易應用實驗付諸執行，更進一步闡釋微電腦工業上的應用控制。希望藉此對我國工業升級步入精密工業行列有所助益。

本書共分成三大章，第一章旨在於以實驗介紹說明微電腦自動控制介面元件，及其應用。例如：溫度、壓力流量、液位及步進馬達、伺服機構等控制介面元件和使用模板控制電路之特性應用，此模板電路可參照作者編著之自動控制實驗手冊自行加以裝配組合亦可。

第二章微處理機基本工作原理及其介面應用、測試實驗。此章可說是當今簡易基本微處理機電路結構原理測試實驗較為詳盡的一本書，使用簡單的邏輯分析儀附加器或附加改裝之單一脈衝輸入 CPU 中，以便更進一步了解 CPU 和介面控制動作原理，每一個電路原理說明中皆至少附有一測試應用實驗。另一特點有靜態模擬 CPU 作簡易微處理機電路原理檢修及其測試應用。

第三章進入本題；即微電腦工業自動控制應用實驗，計含 25 個單元實驗，每單元實驗中又附有多個小單元實驗，其中包括步進馬達各種不同的微處理機控制應用實驗、

直流伺服馬達，各種溫度、壓力、液位、流量各種編碼偵測回授伺服自動控制，PWM 伺服控制及其他簡易應用實例。這些應用實例主要在於提供說明便更進一步了解工業上各種自動控制之應用手法及其技巧，至於實用性及精簡性則有賴各位對於使用環境、對象及要求精密度和經濟效益成本上加以斟酌應用了。

在參照閱讀本書時，希望讀者能先參閱作者所著微電腦工業控制基礎篇、應用篇以及自動控制實驗手冊等書，則對本書內含的認知，將可輕而易舉的了解，並予附諸實驗、執行應用。

本書係在公餘及工作閒暇時成稿，歷經近二年時間，且一再校驗，謬誤疏漏，恐在所難免，但願能以站在電子、電機技術工作人員的觀點，提供本書讓讀者參照應用。編纂匆匆，祈請先進不吝提供意見指正，則不勝感懷。

作者 林 容 益

74/10/25

編輯部序

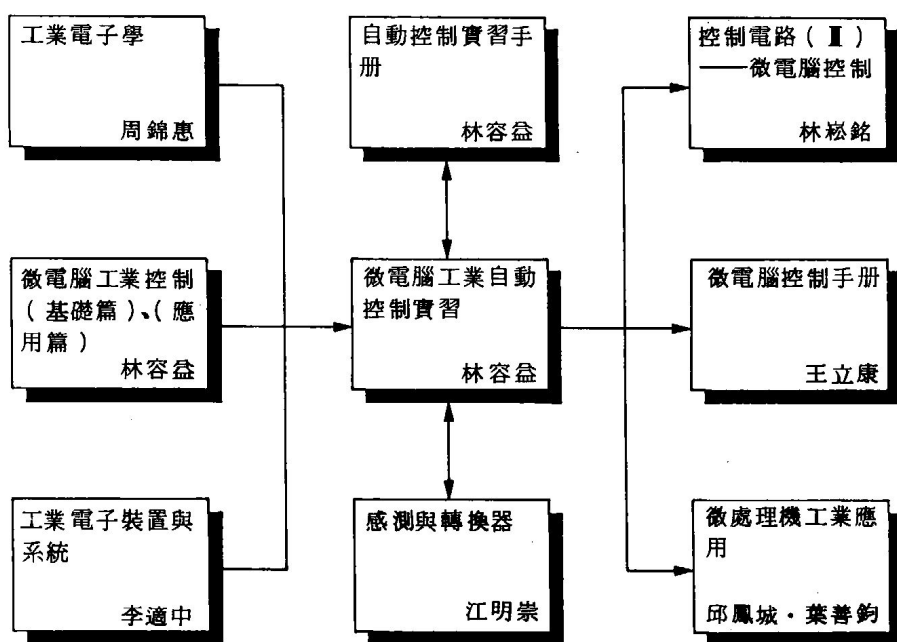
「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

現在我們就將這本「微電腦工業自動控制實習」呈獻給您。本書針對電子、電機科系學生及工程技術人員所寫，係由國內在自動控制方面頗具盛名的林容益先生執筆，全書旨在教導讀者如何利用廉價的 CPU 及微電腦應用於工業控制之中，藉以提升國內工業之自動化。

本書以實用見長，內容除詳述微電腦及界面之應用外，並以 25 則實驗做為自動控制之實際應用。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習自動控制方面叢書，我們以流程圖方式，列出各有關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠為您服務。

流 程 圖



我們的宗旨：

**推展科技新知
帶動工業升級**

**為學校教科書
推陳出新**

感謝您選購全華圖書
希望本書能滿足您求知的慾望

「圖書之可貴，在其量也在其質」，量指圖書內容充實，質指資料新穎夠水準，我們本著這個原則，竭心盡力地為國家科學中文化努力，貢獻給您這一本全是精華的“全華圖書”

為保護您的眼睛，本公司特別
採用不反光的米色印書紙！！

目 錄

微電腦工業自動控制實驗界面元件介紹及應用

1.1	簡 介	1
1.2	本實驗主要功能	2
1.3	各種控制實驗台特性、功能，及其控制應用說明	2
1.3-1	各種溫度控制型態之自動控制	2
1.3-2	各種壓力自動控制	3
1.3-3	氣壓式自動控制	3
1.3-4	轉速偵測元件	4
1.3-5	直流馬達伺服機構	4
1.3-6	步進馬達CNC自動控制機構	5
1.3-7	各種定電壓輸出	5
1.3-8	三位數BCD指撥開關設定輸出	6
1.3-9	微處理萬用控制界面電路	6
1.4	主要控制界面模板性及其應用	6
1.4-1	類比式控制應用模板	6
1.4-2	數位式控制應用模板	10
1.4-3	控制偵測元件電路模板	14
1.5	工程用小教授MPF-IP界面電路與工業自動控制	18
1.5-1	工程型小教授MPF-IP簡介	18
1.6	鍵控輸出(Key Out Control)	39
1.7	MPF-IP	39
1.8	數位、類比D-A轉換電路	41
1.9	類比、數位A-D轉換界面電路	51
1.10	工程型MPF-IP界面應用	55
1.10-1	步進馬達NC控制應用	55
1.11	CNC彫刻控制界面電路及程式	60

2

1.12 利用MPF-IP 設計執行CNC 伺服馬達控制	64
1.13 函數波產生器	75
微處理機基本工作原理及其界面應用、測試實驗	81
2.1 微處理機對應 $\overline{\text{MREQ}}$ 記憶體存取時序	82
2.2 使用邏輯分析儀之記憶體存取時序分析測試實驗	85
2.3 單一脈衝之記憶體存取時序測試	88
2.4 記憶體形態之資料存取應用	90
2.4-1 資料之讀入($\overline{\text{RD}}$)	90
2.4-2 記憶體RAM的讀入	90
2.4-3 界面電路的讀出($\overline{\text{RD}}$)	91
2.5 資料之寫出	94
2.5-1 記憶體RAM的寫出($\overline{\text{WRITE}}$)	94
2.5-2 界面電路的寫出	94
2.6 微處理機對應 $\overline{\text{IORQ}}$ 控制訊號之界面資料存取時序	97
2.6-1 資料由界面讀入	99
2.6-2 I/O界面輸入實驗測試分析	99
2.6-3 三態開關界面電路	101
2.6-4 使用單一脈衝觀察界面資料讀入時序	104
2.7 資料輸出界面($\overline{\text{WRITE}}$)之測試實驗	106
2.7-1 對I/O界面輸出資料實驗測試分析	106
2.7-2 使用邏輯分析儀觀測輸出指令控制狀態時序	107
2.7-3 單步脈衝執行輸出OUT指令之控制狀態時序	110
2.7-4 簡易輸出界面電路實驗	111
2.8 8255 I/O埠特性實驗及其應用	113
2.8-1 輸入埠實驗	113
2.8-2 輸出埠實驗	114
2.8-3 輸出輸入實驗	115
2.8-4 8255 模式1 測試實驗	115
2.8-5 8255 I/O埠MPF-IP 顯示幕應用例	118
2.8-6 8255 I/O埠MPF-IP 鍵盤輸入應用實驗	123
2.9 鍵盤掃描和顯示輸出	128
2.9-1 MPF-IP 鍵盤掃描顯示控制程式實驗	130
2.9-2 MPF-IP 輸出埠之電路修改和程式修正	131

2.10 串聯資料之傳送	134
2.10-1 串聯資料對應界面電路之輸出入控制	134
2.10-2 串聯資料交互傳輸控制實驗	136
2.11 微處理機中斷實驗	139
2.11-1 計時中斷控制實驗	142
2.11-2 應用中斷控制之微電腦時鐘	144
2.11-3 應用中斷控制之微電腦計數器	146
2.12 記憶體之應用 (RAM)	148
2.12-1 SRAM實驗及應用	148
2.12-2 動態記憶體 DRAM實驗應用	150
2.13 簡易微電腦監督程式及其應用	155
2.13-1 簡易微電腦監督程式實驗	168
2.13-2 使用 8255 界面之簡易監督程式實驗	170
2.13-3 簡易監督程式之直流馬達 PWM速度控制實驗	172
2.13-4 自行重新設計的MPF-IP簡易監督程式	174
2.14 靜態模擬 CPU之簡易微處理機電路原理檢修及應用	184
2.14-1 記憶體區電路原理測試及檢修	187
2.14-2 I/O界面測試及檢修	189
2.15 兩部具有 CPU系統之資料傳送實驗及應用	190
2.15-1 兩部MPF-IP資料傳遞實驗	190
2.16 字形的掃描輸出顯示及其應用	193
2.16-1 TIL504ASCII碼顯示控制實驗	208
2.16-2 微電腦寫入資料式字形產生器控制實驗	209
2.16-3 廣告排燈微電腦控制實驗	210

3

微電腦工業與自動控制應用實驗

實驗 1 單組脈衝列步進馬達及控制	213
實驗 2 多組步進馬達脈衝列控制	215
實驗 3 數值比較式步進馬達控制	218
實驗 4 可同時運轉操作之多組數值比較式步進馬達 CNC 控制	222
實驗 5 使用一個 Z-80 PIO位址埠之三組步進馬達 CNC 控制	226
實驗 6 CNC 伺服步進馬達彫刻機應用控制	229
實驗 7 類比直流伺服馬達控制	237
實驗 8 微處理機界面回授式溫度自動控制	238
	241

實驗 9 微處理機溫度偵測回授比較自動控制(=)	244
實驗 10 微處理機氣體壓力自動控制	251
實驗 11 微處理機界面偵測回授式液位自動控制(=)	256
實驗 12 微處理機界面偵測比較式液位自動控制(=)	261
實驗 13 微處理機流量自動控制(=)	268
實驗 14 預設式流量自動控制(=)	278
實驗 15 編碼器 8 位元位置偵測開關控制式伺服控制	284
實驗 16 編碼器 8 位元位置偵測類比電壓式伺服控制	293
實驗 17 編碼器 8 位元位置偵測類比電壓式伺服控制(=)	302
實驗 18 編碼器 8 位元位置偵測類比一數位電壓式伺服控制	308
實驗 19 十六位元編碼器伺服控制	315
實驗 20 負荷週期脈衝式 (PWM) 伺服控制	323
實驗 21 具有加速補償之脈衝寬式 (PWM) 伺服控制	332
實驗 22 多工器 (MULTIPLEX) 界面應用	336
實驗 23 波形產生器及其控制應用	343
實驗 24 記憶示波器 (STORAGE SCOPE)	362
實驗 25 語音存錄控制	369



1

1590 *SUB DISKWRITE

1.1 簡 介

本實驗根據最新工專、高工、電子科、電機科、設備標準而設計，由四十多片模板配合主機及各型式控制偵測器、介面設備、組合而成。含各型式微處理機界面，可作各種微處理機工業電子自動控制之研習、發展、與訓練。每一板模為典型基本控制方塊結構、配合其功能、特性，可自行發展設計成各種工業上自動控制電路，使用簡便，應用靈活，配合萬用板，可自另行設計訓練成實驗他種同等功能電路，並能立即配合介面元件電路作廣泛應用實驗，使不流於死板單調之實驗方式。

1.2 本實驗主要功能

- (1) 微電腦基本特性測試實驗及其應用。
- (2) 微電腦各種溫度控制型態之自動控制。
- (3) 微電腦各種壓力自動控制。
- (4) 微電腦各種流量液位自動控制。
- (5) 微電腦氣壓式自動控制：含氣壓伺服自動控制。
- (6) 微電腦直流馬達伺服機構自動控制。
- (7) 微電腦步進馬達 CNC 自動控制機構。
- (8) 微電腦同步伺服機構自動控制。
- (9) 微電腦編碼器（encoder）位置伺服自動控制。
- (10) 微電腦訊號產生器。
- (11) 微電腦重量、壓力 LOAD、CELL 自動控制。
- (12) 微電腦多通道訊號傳輸自動控制。

本實驗所需用到的控制界面模板及實驗台介紹說明如下。

1.3 各種控制實驗台特性、功能，及其控制應用說明

1.3-1 各種溫度控制型態之自動控制

(一) 偵測器：

- (1) 熱耦。
- (2) 溫度開關。
- (3) 熱電耦。
- (4) IC 半導體式溫度偵測器。

(二) 控制方法：

- (1) 開關式（PWM 式）。
- (2) 連續式（類比式）。

(3) 相位功率式。

(三) 主控制元件：

(1) SCR。

(2) SSR。

(3) TRIAC。

(4) 功率晶體。

(四) 控制對象：

(1) 氣體。

(2) 流體等等。

1.3-2 各種壓力自動控制

(一) 偵測器含：

(1) IC半導體式壓力偵測器。

(2) 應力計。

(3) LVDT。

(4) 線性VR等。

(二) 控制方法：

(1) 氣體伺服自動調整閥式。

(三) 主控制元件：

(1) 各種伺服機構作調整閥自動控制。

(四) 控制對象：

(1) 氣體。

(2) 固體壓力：負載胞 (load cell) 最大 10 kg，對應數位及類比輸出，並具數字顯示 (3 ½ 位)。

1.3-3 氣壓式自動控制

(1) 含電磁閥作各種形態之氣壓自動控制。

(2) 直流馬達活塞式 AIRPUMP 可加壓至 12 kg/cm² 足供一切氣壓控制之壓力流。

(3) 含安全閥保護控制電路及元件。

(4) 空氣濾清器及自動潤滑器使整個控制系統能正常安全地工作。

(5) 壓力調整閥配合伺服馬達系統作各種壓力自動控制。

(6) 速度調整閥：用以控制氣缸行程之速度，以配合作氣壓伺服自動控制。

(7) 氣缸：衝程 50 cm，直徑 20 cm，最大作功壓力為 100 kg 以上。

(8) 配合精密電位器及光電，LVDT 等作各種壓力伺服位置偵測，此系統元件，可作

各種氣壓等自動控制、氣壓伺服機構等、定壓自動控制等。

1.3-4 轉速偵測元件

- (1) 光電式編碼器 (encoder) 含 A、B、C 三相輸出每轉 200 個脈衝。
- (2) 直流轉速發電機 (DC generator)。
- (3) HALL 半導體效應偵測器。
- (4) 正、反轉反射式光電偵測器。

以上可作各種任意設定之恒定轉速自動控制之偵測元件、轉速計數器、伺服自動控制元件、位置偵測等。

1.3-5 直流馬達伺服機構

- (1) 含直流久磁式伺服馬達和直流轉速發電機，輸入電壓 $DC \pm 24 V$ 正反轉。
- (2) 萬用伺服馬達：可分激或串激使用。
- (3) 40:1 減速齒輪箱。
- (4) 精密旋轉式電位器位置偵測器線性 0.15% 2W 無段式。
- (5) 配合 OPA，比較器、伺服推動器及位置偵測器，可作各種精密位置伺服控制。
- (6) 可利用微處理機自動控制之介面板作各種 CNC 自動伺服控制。
- (7) 利用脈衝寬伺服自動控制，系統可作多頻道遙控伺服導航、飛彈、炮彈等自動控制。
- (8) 伺服旋轉機構配合調整閥作燃料、氣體、流體等自動溫度控制和壓力自動控制。

(一) 控制方式：

- (1) 直流類比式控制。
- (2) 脈衝累積式控制。
- (3) 相位自動控制。

(二) 控制元件：

- (1) SCR。
- (2) 功率晶體。

(三) 偵測元件：

- (1) 精密電位器。
- (2) 光電式編碼器。
- (1) TRIAC，SCR。
- (2) 功率晶體。

可配合微處理機介面作各種 AC 伺服自動控制。

1.3-6 步進馬達CNC自動控制機構

- (1) 四相五線式步進馬達供應電壓 $5\text{V} \sim 8\text{V}$ 每轉200 STEP每STEP 1.8° 轉矩 (torque) 50oz/cm 以上，每相消耗電流 0.8A 以上。
 - (2) 可單步控制和連續調速自動控制。
 - (3) 可由微電腦並聯式作數位比較之位置CNC自動控制。
 - (4) 可由微電腦串聯式調速、調位置等、自動控制。
 - (5) 配合精密電位器，光電式編碼器作閉迴路位置CNC自動控制。
- (一) 控制方式為數位式：
- (1) 定電壓脈衝控制。
 - (2) 定電流脈衝控制。
 - (3) 可兼作四相、二相等控制實驗。
- (二) 比較器：
- (1) 類比式。
 - (2) 數位式。
- (三) 控制元件：
- (1) 功率晶體。
- (四) 閉迴路偵測元件：
- (1) 精密電位器。
 - (2) 光電式編碼器。

1.3-7 各種定電壓輸出

- (1) $+5\text{V}$ ： 1A 5mV 連波，附短路保護，供應數位IC電源。
- (2) $\pm 15\text{V}$ ：供應OPA電源或其他應用。 500mA 5mV 連波附短路保護。
- (3) $\pm 12\text{V}$ ： $+12\text{V}$ 為 3A 供應空氣幫浦馬達用 (air pump)， -12V 為 0.3A 供應參考比較器電源。
- (4) $\pm 25\text{V}$ ：伺服主推動電源，最大額定電流為 3A 。
- (5) $\pm 20\text{V}$ ：為連續可調最大電流 1A 。作各種文件特性，電路特性變化之實驗之供應電源附限流短路保護。
- (6) 交流電源： $\pm 15\text{V}$ 1A 供應交流伺服參考電源； $0 \sim 110\text{V}$ 等交流自耦變壓器。分成12段調整設定用，可作交流升降壓，而得任意之AC電壓。
- (7) $0 \sim 3\text{V}$ 交流電壓供應LVDT訊號電源。

1.3-8 三位數BCD指撥開關設定輸出

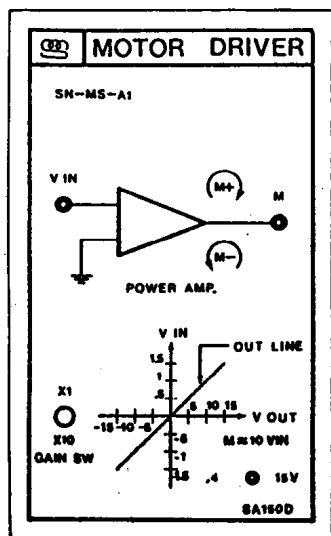
- (1) 輸出邏輯水準，由 V_{SP} 輸入設定。
- (2) 三位數BCD碼，最大為999。
- (3) 可應用於各種數位十進位值預設控制或比較輸入控制。

1.3-9 微處理萬用控制界面電路

- (1) 本機採用宏碁公司之工程型小教授。
- (2) 界面電路含Z-80，PIO，雙8位元PIO界面，可作各種並聯資料輸出控制。
- (3) 12位元，D-A轉換界面電路，由PIO之 $P_{B0} \sim P_B$ ，及 $P_{A0} \sim P_{A7}$ 輸出直接轉換輸出 V_O 電壓作各種伺服機構及其他工業自動控制。
- (4) 8位元A-D連續漸進式轉換界面電路，由外界輸入電壓轉換成8位元數位值，傳入PIO之埠A， $P_{A0} \sim P_{A7}$ 中。
- (5) 控制監督程式4K，ERROM參考控制例。
- (6) 步進馬達界面電路和推動元件。

1.4 主要控制界面模板性及其應用

1.4-1 類比式控制應用模板



(一) SN-MS-A₁ 馬達功率推動器 MOTOR DRIVER

(1) 特性：

- ① 供應電壓為 $\pm 24V$ ， $\pm 12V$ 由開關選擇，增益可設定為 $\times 1$ 或 $\times 10$ 倍。
- ② 線性比例推動放大，輸入阻抗約 $10K$ 。
- ③ 直流放大輸出最大電流 $3A$ 。

(2) 應用：

- ① 作直流放大器推動直流伺服馬達。
- ② 作AC放大器，配合變壓器輸出任意電壓大小之交流電壓，作交流伺服馬達推動，AC自動電源穩壓自動控制，及抽水馬達控制等等。
- ③ DC-AC-DC轉換，變頻功率輸出器。
- ④ 其他應用。