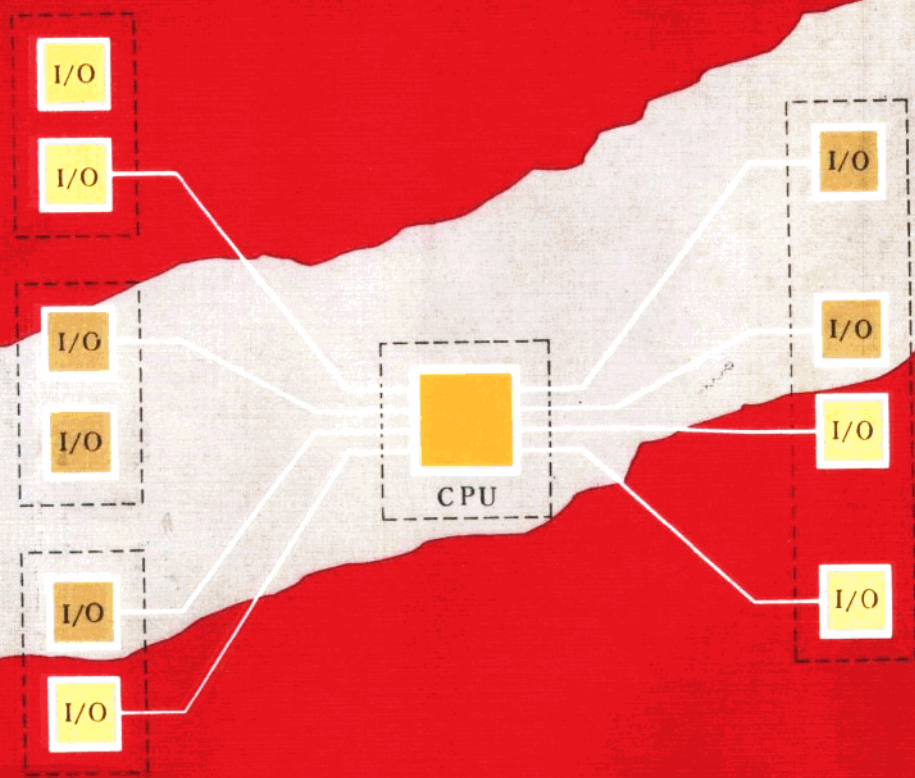


微電腦電機順序 控制實習

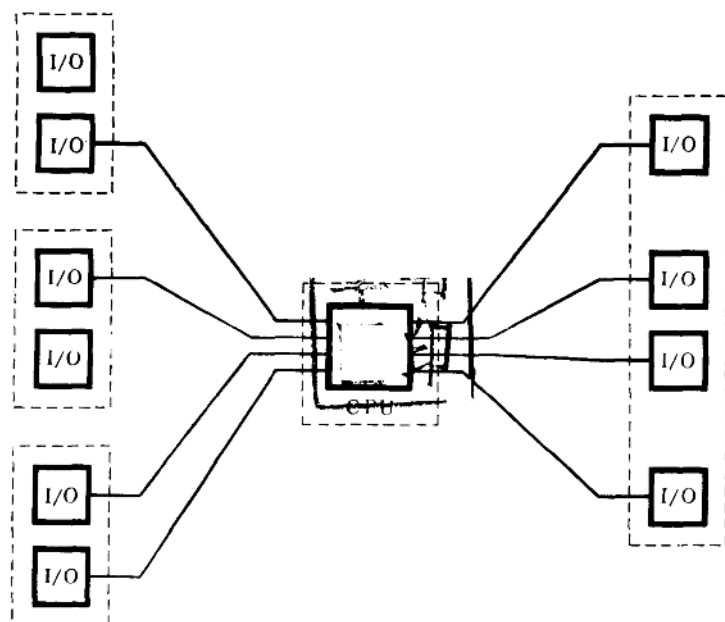
賴日生 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行

微電腦電機順序 控制實習

賴日生 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行



全華圖書 版權所有 翻印必究

局版台業字第0223號 法律顧問：陳培豪律師

微電腦電機順序控制實習

賴日生 編著

出版者 全華科技圖書股份有限公司

北市龍江路76巷20-2號

電話：581-1300・541-5342

581-1362・581-1347

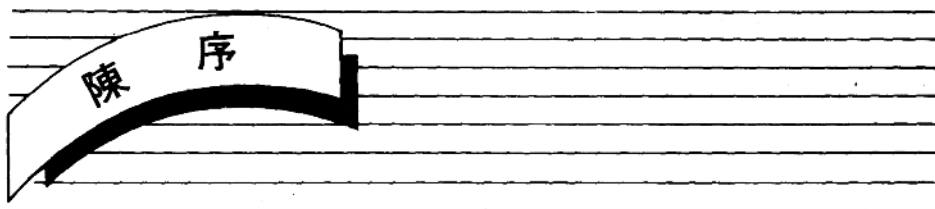
郵政帳號：100836

發行人 陳 本 源

印刷者 華一彩色印刷廠

定價 新臺幣 4.8 元

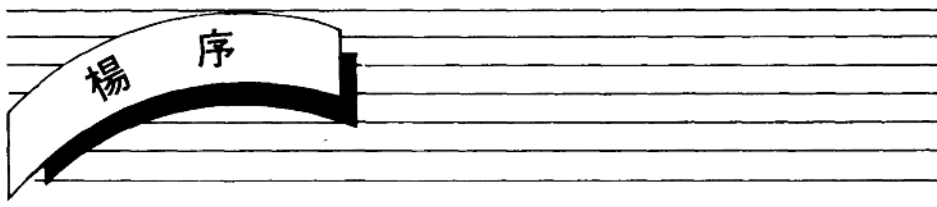
初版 中華民國72年8月



可程式化的控制器，簡稱 PC，在歐、美、日本等先進國家已經廣泛使用，而有逐漸取代繼電器盤的趨勢。這種控制器不但體積小、價格公道，更重要的是準確性高，可以更改程式而作不同性質的電機順序控制。國內有關 PC 的知識猶付諸闕如，企業使用的電機控制猶為傳統性的方法。賴君有鑑於此，遂投下大量的智慧和努力來編纂此書，期能為國內工專及高工程度的電機控制教學灌注新的內涵，而使技術人力的培養能配合時代的需要。值此全國上下一致推動工業升級之際，賴君在這方面的努力，更具有實質的意義。

賴君擔任私立明志工業專科學校電機科主任多年，教學經驗豐富，對電機機械方面有深厚的造詣，本人在主持明志工業專科學校的校務時，即對賴君有深深的瞭解。此次賴君以微電腦應用於電機順序控制，且以 PASC-1 為例，安排實驗十六種，使學子們能以實務配合理論，而收事半功倍的學習效果。

國立師範大學工業教育研究所
所長 陳昭雄



工業生產自動化爲我國工業發展的一項重要課題，其中繼電器盤構成的電機順序控制系統，因體積龐大、功能不易變更、可靠度低、維護麻煩，正逐漸被微電腦化的可程式控制器（Programmable Controller, PC）取代。國內在這方面的應用起步稍晚，但由電子工業研究所自行研製 PC，及數家公司引進國外各型 PC 可看出，電機順序控制正逐步邁向微電腦化。然而，有關 PC 的書籍、雜誌及教材等甚爲缺乏，尤其是實驗課本更付之闕如。

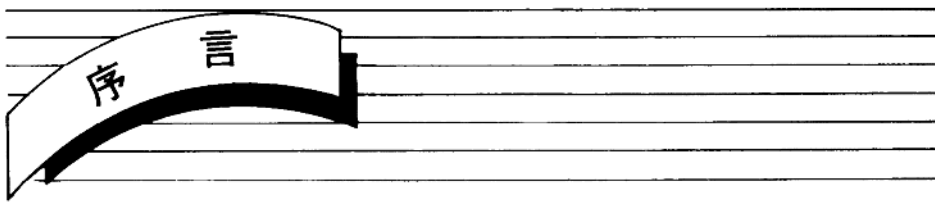
這本書以全亞公司早期引進的 PASC-1 語言爲基礎，首先介紹 PC 的觀念，再以循序漸進的方式編排了十六個實驗，極適合初學者使用，在實用回路方面則包含交通流量、空調系統、電梯等應用。頗適合工專、工職電工、電子儀表控制科學生及在職人員學習之課本或參考書。

由於作者賴日生先生畢業於師範大學工業教育研究所，現任明志工專電機工程科主任，經常在台塑、南亞企業的工廠指導學生實習，對工業生產自動化頗具經驗與心得，而編成本書實爲國內介紹 PC 最完整、最有價值之教材。

本人曾指導賴君之專題研究，對作者爲學之勤，知之頗深，本書內容充實，值得推廣，故樂之爲序。

國立台灣大學 楊維楨
電機工程系教授

中華民國 71 年 11 月 12 日



微電腦之電機順序控制器目前正式命名為可程式控制器 - PC (Programmable Controller)。PC 剛發表初期，被稱為「可程式邏輯控制器」(Programmable Logic Controller) 簡稱 PLC。其原始目的是用來取代繼電器，以執行繼電器之邏輯、計時、計數等功能之順序控制 (Sequence Control)。在日本，由於 PC 主要用於順序控制，一般稱之為「順序控制器」(Sequence Controller)，簡稱 SC。一直到 1976 年，美國 NEMA 經過四年的調查工作，始正式給予命名為「可程式控制器」(Programmable Controller)，簡稱 PC。

PC 的誕生，來自汽車工業的需求。由於汽車型態年年在變，其設計上的改變將影響到機件之生產線。傳統以繼電器為主的電機順序控制系統裡，每當變更設計時，整個控制系統幾乎要重新製作，費時、費力、又費錢。因此，大約在 1968 年，美國通用汽車公司位於 Oldsmobile 地區之工廠，針對廠內汽車機件加工製造用移送機生產線 (Transfer Line) 之新的電機控制系統，提出下列六項要求：

- (1) 容易規劃程式及更改規劃程式。
- (2) 高度可靠性。
- (3) 體積及佔位置小。
- (4) 能與計算機連線。
- (5) 價格便宜。
- (6) 容易維護和檢查。

首部 PC 的製造便是依循上述功能而發展，能由一規劃裝置改變動作順序，而不必像繼電器需重新接線；在修理與維護方面，是以插入式模組 (Plug-in Module) 的更換，較繼電器易於維護和檢修；在一般工廠環境中，比繼電器控制盤更為可靠；所佔空間也比繼電器盤小；同時其資料可與計算機連線；成本效益比繼電器和固態控制器高，於是 PC 乃由汽車工業所接受，逐漸取代繼電器盤；更進而被廣泛的製造業所接受。

茲就 PC 的發展作一簡要回顧：

1968 一通用汽車公司 (GM Corporation) 要求 PC 的設計，以適應車型改變時，生產線的改變，避免繼電器廢棄的浪費。

1969—首部 PC 完成，供汽車工業取代繼電器用。

1971—PC 首次應用於汽車工業之外。

1973—功能更完整的 PC 設計出，能執行算術運算、印字機控制、資料搬運、矩陣運算、CRT 介面等。

1975—應用於類比的 PID (Proportional, Integral, derivative) 控制，能接受熱偶、壓力檢出器等信號。

1977—以微處理機技術為基礎的超小型 PC 誕生。

1978—PC 獲致廣泛的接受，銷售達八千萬美元。

到目前，PC 比上一代更具彈性和可靠性，受人採用的程度遠超出任何人的想像，據估計，目前 PC 的市場約有二億美元的潛力，每年成長率在 20 % 以上，且已成為大部份工廠用來解決控制問題的一項利器。有人預測，五年後，控制盤將成為 PC 的天下。

PC 發展到目前已進入普遍化的階段，國內的使用情形如何呢？答案是鳳毛麟角，少之又少。原因很多，歸納起來，大約有下列幾個因素：

- (1) 鮮為人知。
- (2) 價格昂貴。
- (3) 缺乏技術信心。

上述三項因素將隨時間而逐漸消失，但欲加速 PC 的推廣，還需從觀念和技術兩方面着手。尤其是建立 PC 的使用技術，實為當前最主要的課題。

本書之編排與一般書籍不同，前半部份介紹 PC 的構造原理，希望使讀者對 PC 有所認識，並瞭解 PC 如何應用。後半部份則以 PASC-1 為例，安排 16 個實驗，供讀者練習，每個實驗約需 3 小時的練習，習題部份則視時間多寡，斟酌練習。適合供專科學校及高工職校工業順序控制之課程與實習，及工程技術人員自修研習之用。

本書所以採取 PASC-1 為程式語言練習的基本，主要是 PASC-1 的指令多，功能完整，控制型態多采多姿。在國內算是較早引進的 PC 教學機，可以在 EDU-80 微電腦上模擬。雖然各種 PC 的語言不盡相同，但以 PASC-1 語言為練習基礎，要適應其他機型，僅需數小時的講習課程即可，因此，讀者利用本書的基礎，可以不必擔心未來所使用的機型。

本書蒙恩師——明志工專校長陳昭雄博士、台大教授楊維楨博士之督促，並頒賜序言；全華圖書公司陳本源老師對本書的編排提供最寶貴的意見，及明志工專同學協助校閱，謹致以最大謝意。

最後也是最主要的是內人施英如平日的鼓勵與體諒，實為本書順利付梓的無形資源，作者的謝意實無法以筆墨形容。

賴日生 謹識

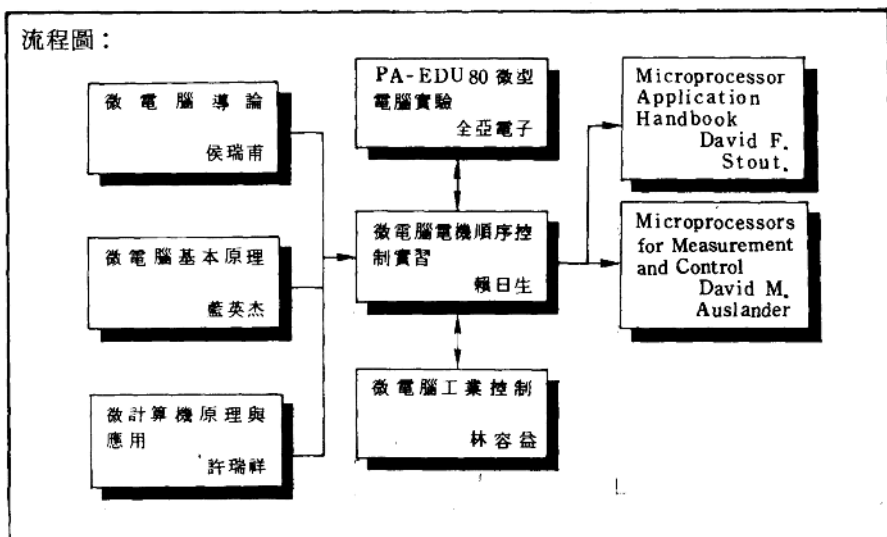
七十一年七月於台北

編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所將提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這方面的所有知識，它們由淺入深，且循序漸進。

微電腦之電機順序控制器—PC，比傳統式繼電器控制具有：高度可靠性，易於規劃程式，價格便宜，且容易維護與檢修等多項優點，在國內已逐漸受重視。作者目前擔任明志工專電機科主任，對於微電腦電機順序控制推廣不遺餘力。本書首先介紹工業自動化的利器—PC，並以完整易學的PASC 語言為基礎，安排16個實驗，每個實驗均詳列實驗目的及說明，對於程式設計以繼電器階梯圖為基礎者，均列出其邏輯式，以流程圖為基礎者，則繪出其流程圖，使讀者易於熟悉 PASC 指令之運用及各式各樣之順序控制系統。在工業自動化及技術升級呼聲高漲的今日，願本書能帶給您所需的知識及技術。

此外，為了使您對這門學問有更完整的了解，我們以流程圖方式列出各有關圖書之閱讀次序，以減少您研習此門學問時之摸索時間，以及對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函聯繫，我們將竭誠為您服務。



目錄

第一部份 微電腦化之電機順序控制概論.....	1
第一章 電機順序控制及其程式化.....	3
1-1 電機順序控制與工業自動化.....	3
1-2 傳統順序控制器之發展.....	3
第二章 微電腦順序控制器之構造.....	11
2-1 何謂 PC	11
2-2 輸出入介面.....	12
2-3 記憶體.....	17
2-4 處理器.....	21
2-5 程式語言.....	22
2-6 電源供應器.....	25
第三章 PASC-1順序控制器.....	27
3-1 PASC-1 順序控制器之構造.....	27
3-2 PASC-1 順序控制器之操作端點位址分配.....	38
3-3 PASC-1 指令說明.....	40
3-4 計數/計時器之動作狀態.....	47
3-5 PASC-1 之操作步驟.....	51
第二部份 PASC-1電機順序控制實驗.....	55
實驗一 簡易階梯圖及流程圖程式練習.....	57
練習 1-1 單一回路控制.....	57
練習 1-2 並聯回路控制.....	58
練習 1-3 串聯回路控制.....	59
練習 1-4 串並聯回路控制.....	60

練習 1-5 串並聯自給出四路燈制	61
實驗二 組合邏輯電路設計練習	67
練習 2-1 利用三個開關控制燈路之設計	67
練習 2-2 利用四個開關控制燈路之設計	69
練習 2-3 加法器練習	71
實驗三 順序電路設計練習	77
練習 3-1 基本順序電路練習	77
練習 3-2 電動機之起動停止回路設計	78
練習 3-3 兩台馬達之順序起動、停止回路設計	80
練習 3-4 感應電動機之正、逆轉回路設計	81
實驗四 定時順序電路設計練習	85
練習 4-1 送風機定時運轉設計	85
練習 4-2 三相感應電動機之 Y- Δ 起動設計	87
練習 4-3 三相感應電動機順序啓動電路設計	89
練習 4-4 低壓三相感應電動機定時交替切換面控制電路設計	91
實驗五 位置控制回路設計練習	97
練習 5-1 沖床電路設計	97
練習 5-2 電爐溫度控制及保護	99
練習 5-3 往復輸送機	101
實驗六 計數控制	105
練習 6-1 輸送機位置控制	105
練習 6-2 開關門 60 次電冰箱除霜電路	107
實驗七 防盜電路設計	111
練習 7-1 防盜車庫設計	111
練習 7-2 順序編碼鎖	113
練習 7-3 時間密碼鎖	116
實驗八 霓虹燈設計	123

練習 8-1 輪流明滅電路·····	123
練習 8-2 閃爍電路設計·····	125
練習 8-3 綜合設計·····	126
實驗九 交通號誌及交通流量控制 ·····	135
練習 9-1 標準十字路口之紅綠燈設計·····	135
練習 9-2 平交道及環路系統之交通號誌·····	139
練習 9-3 交通流量控制·····	144
實驗十 自動販賣機 ·····	151
實驗十一 自動洗衣機 ·····	155
實驗十二 空調系統設計 ·····	161
練習 12-1 箱型冷氣機·····	161
練習 12-2 中央空調系統·····	163
實驗十三 自動落紗系統設計 ·····	167
實驗十四 自動給水系統設計 ·····	175
實驗十五 自動選別機設計 ·····	185
練習 15-1 重量選果機·····	
練習 15-2 磁力選別機·····	190
實驗十六 電梯系統設計 ·····	195
練習 16-1 一樓至二樓升降機控制·····	195
練習 16-2 一樓至四樓電梯設計·····	198
練習 16-3 附制車裝置之一樓至四樓電梯控制·····	205
練習 16-4 一樓至六樓升降機控制·····	211
練習 16-5 一樓至十五樓之高樓電梯設計·····	219

附錄

附錄 1 習題解答·····	227
附錄 2 參考書目·····	263

第一部份

微電腦化之順序控制機論

第 1 章

電機順序控制及其程式化

1-1 電機順序控制與工業自動化

順序控制(Sequential Control)在各種控制法中,是最早使用於工業生產的一種,目前仍為生產事業自動化之主體。實際上,工業自動化的發展有兩個層面,其一是生產操作方面的控制,其二是資源管理方面的控制。在生產操作方面的自動化,常依工廠設備、製程、及產品等特性,進行有關定時、定性、定量等控制。而資源管理方面的自動化,則是在人事、物料、設備、成品、採購、與銷售等多方面的管理控制。本文所談電機順序控制係著重在生產操作方面的自動化,及其利用微電腦(Micro Computer)處理的方式。

工業生產自動化是今後工業必經之途,微電腦的應用則為自動化的最佳利器,當然,更大型的生產規模將有賴迷你電腦(Mini Computer)或大型電腦的應用。而傳統的繼電器控制(Relay Control)、氣動控制(Pneumatic Control)、液壓控制(Hydraulic Control)、定時控制(Timing Control)等作業,則逐漸走向類比控制(Analog Control)、數位邏輯控制(Digital Logic Control)、微處理控制(Microprocessor Control)、及小型電腦控制系統(Computer Control System)。主要原因一方面來自科技的進步,電腦的功能遠勝過傳統的控制器材;另一方面則是因技術員工難求,若能將複雜的操作程序以簡單的語言加以程式化,將可減少大量人力,於是電腦化的控制乃成為現代工廠自動化的主流。

1-2 傳統順序控制器之發展

傳統的順序控制器目前仍廣泛使用中,本節依其使用的簡單性與使用的普遍性依次敘述。

1-2-1 機械式順序控制器

機械式順序控制器是第一種應用於順序控制的器具,又稱旋轉凸輪式(Rotary Drum)控制器,其構造是在旋轉軸上安裝若干凸輪,在凸輪最凸出或最凹入的相對位

置配以微動開關（Micro Switch），隨著軸的旋轉，使微動開關依序從事 ON、OFF 動作。因此，這類控制亦有常開（Normally Open）、常閉（Normally Close）等動作方式。

機械式順序控制器構造最簡單，但容易磨損，且精密度甚差，因此，應用範圍不大，很快就被取代，但機械式的順序控制器在整個順序控制的發展過程中，仍具莫大的歷史意義。

1-2-2 插梢盤式順序控制器

插梢盤（Pin Board）式順序控制器如圖 1-1 所示，係利用二極體插腳構成的矩陣變換電路（Matrix Circuit）。形狀如同棋盤般的縱橫交錯之方格，導線與導線並不相互連接，但均接至插孔上，當二極體插腳插入時，電流即自縱向的輸入線導至橫向的輸出線上。

此種利用插腳選擇特定電路的方式即為插梢盤（Pin Board）式順序控制器，其輸出入設定極易瞭解，且沒有動作部份，接線容易，優點甚多，但欲控制一稍複雜的電路即需甚大的插梢盤，且價格高昂，不易普遍化，僅用於部份自動循環機上。

如圖 1-2 為實際應用於機械工作母機之順序控制盤，有 5 個輸入和 5 個輸出，設輸入指令（Instruction）分別為下列五種：

A：高速進給（ $A = H + F$ ）

B：切削進給（ $B = L + F$ ）

C：夾緊（ $C = S$ ）

D：切削退回（ $D = L + R$ ）

E：高速退回（ $E = H + R$ ）

顯然，由輸出動作的組合，可完成工作母機的刀座或桌台的進給方向和變速。

若以輸入的組合表示輸出動作，則可得下列關係：

F：進給（ $F = A + B$ ）

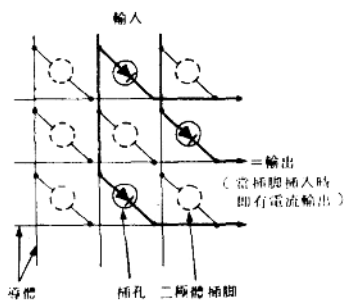


圖 1-1 插梢盤式矩陣變換電路

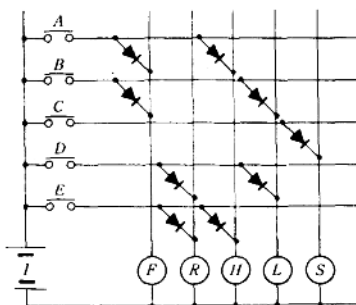


圖 1-2 5×5 的 OR 矩陣式插梢回路

R ：退回 ($R = D + E$)

H ：高速 ($H = A + E$)

L ：低速 ($L = B + D$)

S ：夾緊 ($S = C$)

1-2-3 繼電器式順序控制器

繼電器 (Relay) 式的順序控制器一直是電機順序控制的主流，其技術上的地位早經確立，由於構造簡單，使用方便，且價格低廉，故使用範圍甚廣。如圖 1-3 所示的電動機起動與停止回路，即為其基本電路實例，當按下起動按鈕 ST (Start) 時，電磁線圈 MC (Magnetic Coil) 動作， MC 之 a 接點閉合，其中主接點使電動機運轉，而輔助接點 MC 則作自我保持，欲使其停止，則按下 STP (Stop)，切斷電磁線圈的電流，於是自我保持回路跳開，電動機亦停止運轉。

此圖說明了繼電器式順序控制的基本回路，其中包括主電路及控制回路，圖上各零件，如 NFB 表無熔絲開關 (No Fuse Breaker)，控制總電源用； IM 表感應電動機 (Induction Motor)。 $THRY$ 表熱動電驛 (Thermal Relay)，作為過載保護用。

圖 1-4 是利用延時繼電器 (Timer) 控制兩部電動機的循環運轉，(a) 是主電路，(b) 為控制回路。

啟動時， M_1 電動機先運轉，經一段時間後， M_2 運轉，而 M_1 停止，再經一段時間後， M_2 停止， M_1 再次運轉，如此循環不斷。圖中 TR_1 為控制 M_1 運轉的延時繼電器 (Timer)， TR_2 為控制 M_2 運轉的延時繼電器， RL 表 M_1 運轉中指示的紅色燈， GL 表 M_2 運轉中指示的綠色燈。 CR 是控制回路中的電源控制繼電器。

圖 1-4 的動作順序如下：按下 ON 按鈕時， CR 激勵，電源進入控制回路。此時 MC_1 與 TR_1 同時激勵， M_1 電動機運轉， RL 紅色指示燈亮。當 TR_1 設定時間一到，

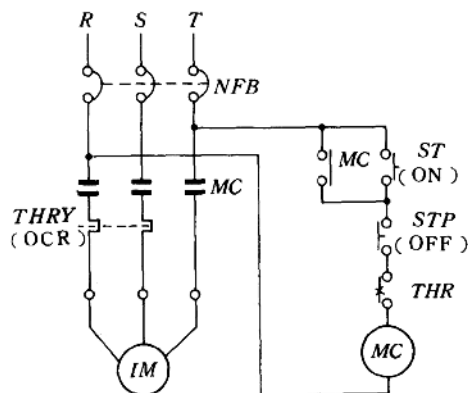


圖 1-3 基本繼電器式順序控制器

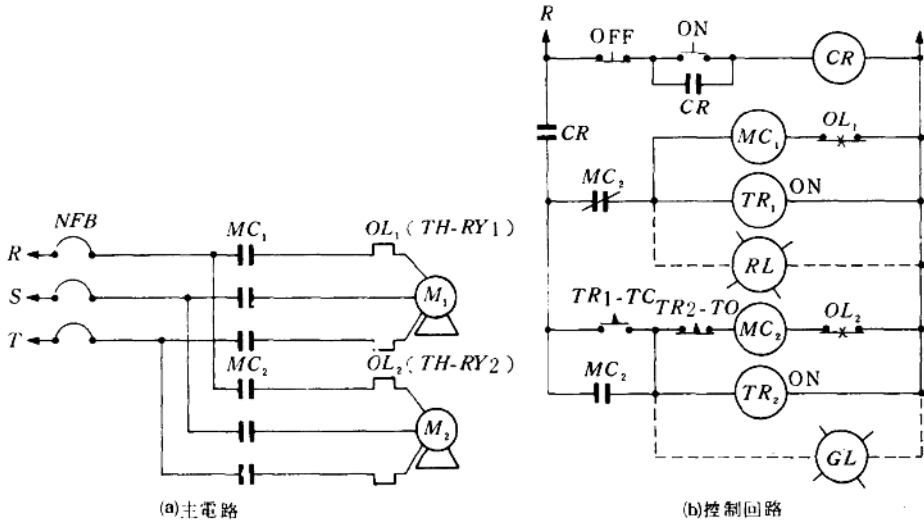


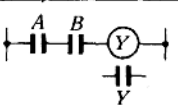
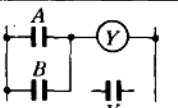
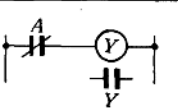
圖 1-4 兩部電動機循環式順序控制

TR_1 - TC 閉合， MC_2 與 TR_2 同時激勵，此時 M_2 電動機運轉， GL 綠燈亮， MC_2 之 b 接點跳開， TR_1 與 MC_1 同時失磁， M_1 電動機停止運轉。受 MC_2 之 a 接點保持的 TR_2 線圈在設其時間到時，其 TR_2 - TO 接點跳開， MC_2 失磁，則 MC_2 之 a 接點開路， b 接點閉合，使 M_2 電動機停止，但 M_1 電動機回復運轉。

以上所述的繼電器電路與邏輯式的表示極為相似，甚至以邏輯閘 (Logic Gate) 亦可表示順序控制電路，表 1-1 所示即為基本的繼電器電路之邏輯式。

由於繼電器的動作為 ON、OFF 兩種，故以邏輯符號的「1」和「0」表示，甚為恰當，例如繼電器接點串聯回路即為邏輯電路之 AND 電路，從表 1-1 中可看出， A 、 B 兩接點串聯控制 Y 輸出，必須 A 、 B 皆為 ON 狀態時， Y 才有輸出，此種情況用邏輯式表示即為

表 1-1 繼電器電路之邏輯式

	AND 電路	OR 電路	NOT 電路
繼電器電路	 (串聯電路)	 (並聯電路)	 (反轉電路)
邏輯式	$A \cdot B = Y$ (邏輯積)	$A + B = Y$ (邏輯和)	$\bar{A} = Y$ (否定)