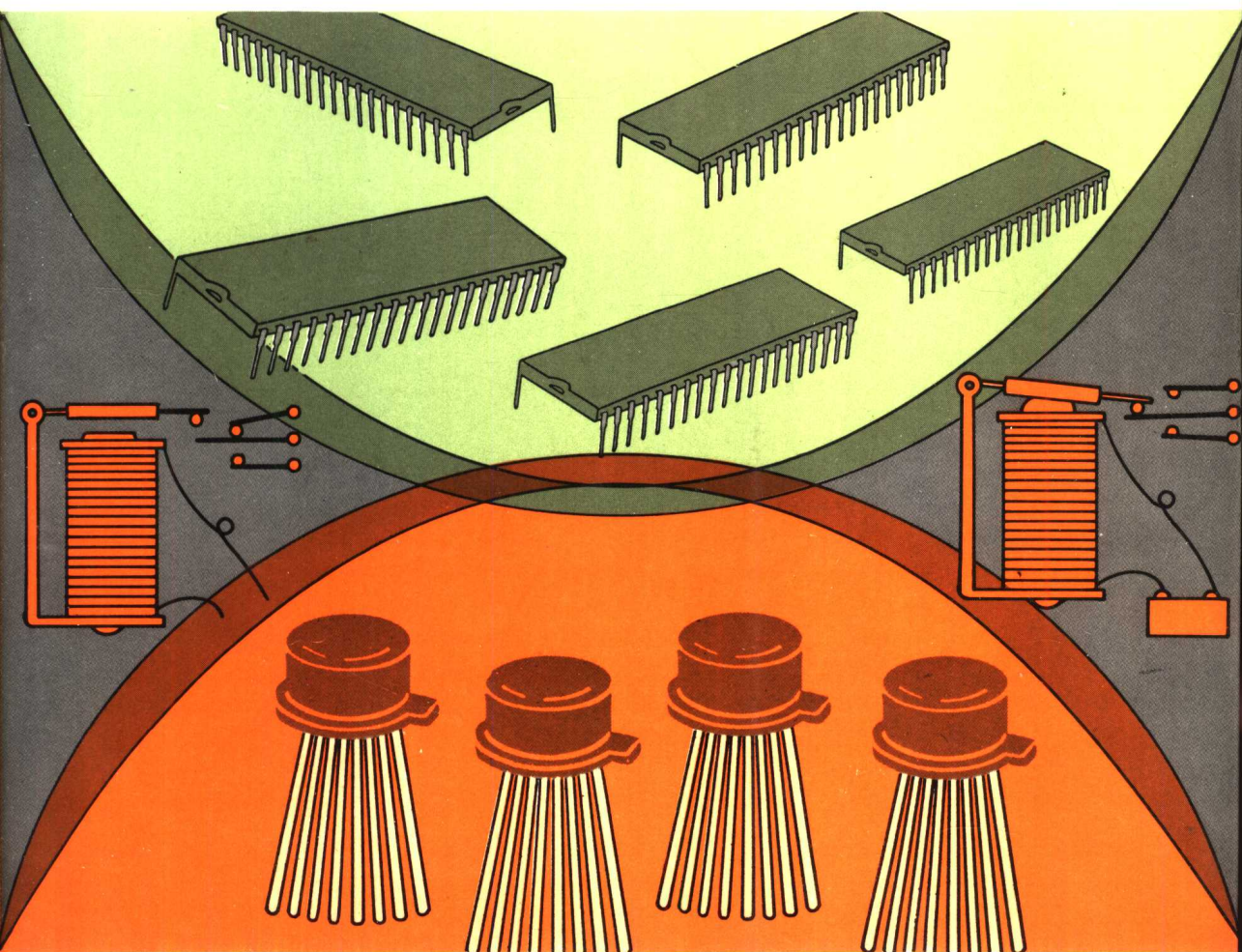


數位IC控制

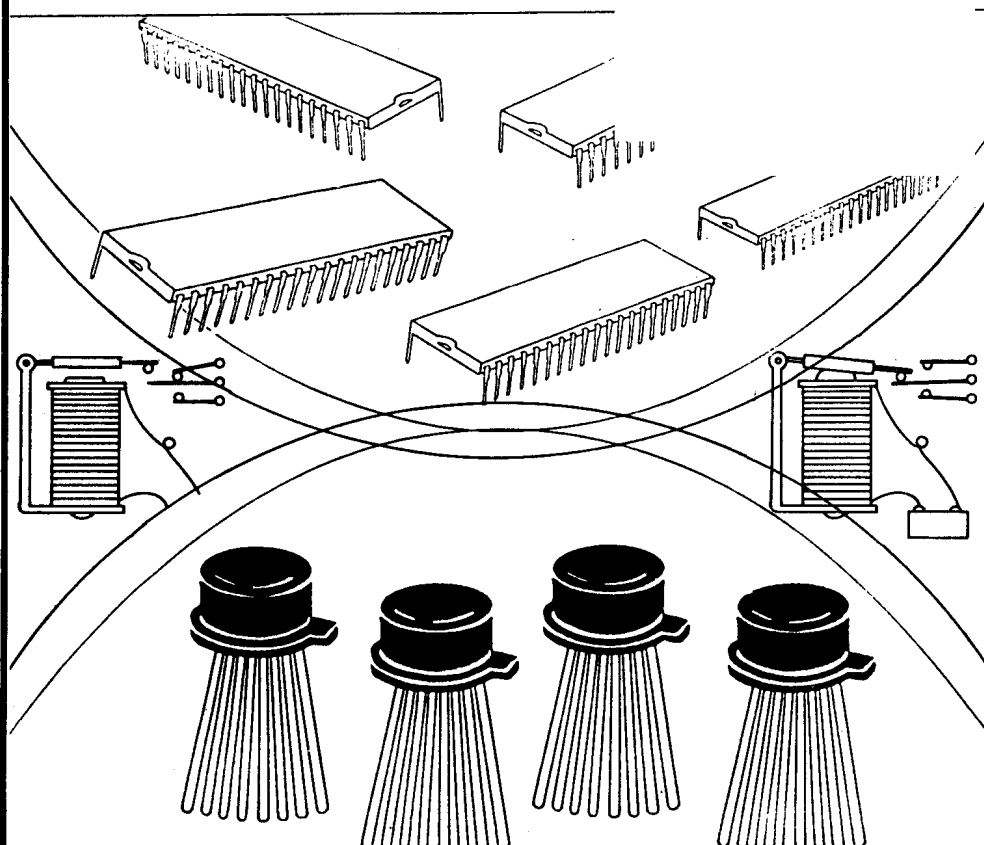
劉嘉雄 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行

數位IC控制

劉嘉雄 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

數位IC控制

劉嘉雄 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
郵撥帳號：1 0 0 8 3 6
發行人 陳 本 源
印刷者 華一彩色印刷廠
定價 新臺幣 150 元
初版 [REDACTED] 73年6月

圖書編號 021680

感謝您

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、質指資料新穎够水準，我們就是本著這個原則，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。

序 言

1. 近代電機控制，已邁向微電腦可程式控制之境界。對於以往從事電機工程人員，熟知繼電器控制設計者，的確是一種新的挑戰，如何克服這個難題，筆者有鑑於此，提供這方面知識、技術的基礎，作為進入可程式控制的跳板。那便是寫此書“數位 IC 控制”之用意。
2. 本書之特點着重於基本邏輯閘、正反器、計數器、開關電路之 IC 應用，組成各種與電機控制相關的電路，列出電磁回路與數位 IC 電路對照，並列出設計要領，以簡單流程圖（方塊圖）示之，然後分別說明各部份功能的電路，最後綜合完整數位 IC 電路分析，讓讀者往後具有從事設計電路的能力。
3. 為了使本書內各種控制電路有實作價值，都經過實驗後製作成品，動作情形良好。
4. 本書在編寫期間承蒙本校電工主任林繁勝先生提供資料與指導，在此感謝之！
5. 本書編著如有錯誤之處，尚祈先進前輩不吝指正！

劉嘉雄 於彰化高工

73.5.21

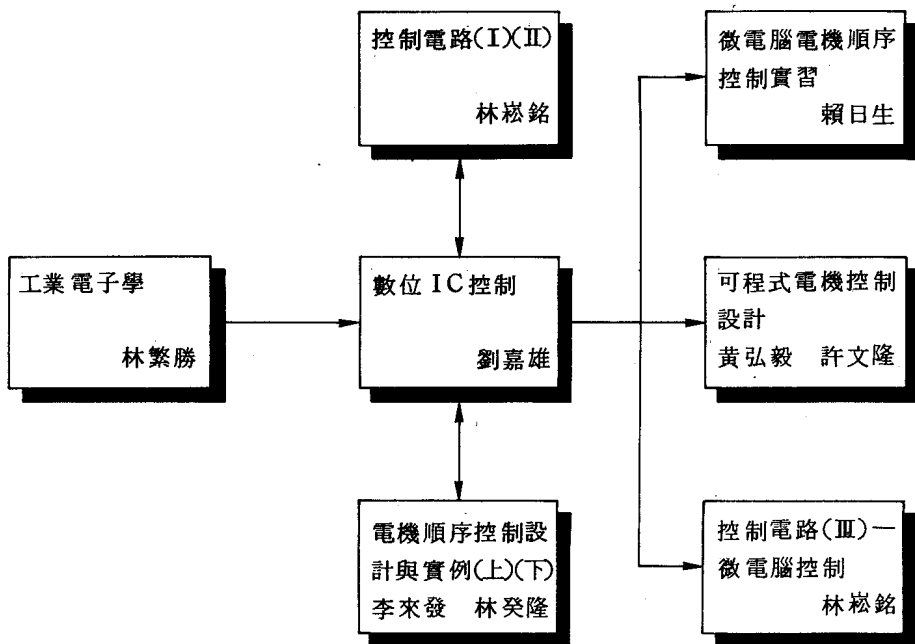
編輯部序

「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「數位 IC 控制」呈獻給您，可程式電機控制已逐漸趨向微電腦控制的時代，然而對於熟知繼電器控制者說來，是一種堅苦的挑戰，而本書即是以此為出發點，提供學者這方面的基礎知識及技術，使您讀完本書後，即能對設計電路擁有基礎的能力。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習數位 IC 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



目 錄

第一章 何謂數位 I C 控制

1-1	控制之意義	2
1-2	數位 I C 介紹	2
1-3	何謂數位 I C 控制	5

第二章 控制用 I C

2-1	基本閘	8
2-2	史密特觸發閘 (Schmitt Trigger)	17
2-3	正反器 (Flip-Flop)	20
2-4	雙方向開關 (Bilateral Switch)	24
2-5	二進位鏈波計數器 (Binary Ripple Counter)	26
2-6	定時器 (Timer)	29
2-7	同步型除 10 計數器 (Synchronous 1 of 10 out Counter)	32
2-8	電壓調整器 (Voltage Regulator)	36
2-9	光耦合器 (Photo Coupler)	38

第三章 基本控制電路

3-1	AND 電路	42
3-2	OR 電路	43
3-3	NAND 電路	45
3-4	NOR 電路	47

3-5	NOT 電路	49
3-6	XOR 電路	50
3-7	記憶電路或自保電路	53
3-8	互鎖電路	57
3-9	定時電路	58
3-10	延遲電路	60
3-11	單穩態電路	62
3-12	無穩態電路	65

第四章 順序控制

4-1	順序啟動控制	70
4-2	自動順序啟動、順序停止控制	77

第五章 手動、自動切換電路控制

5-1	順序控制（啟動後，有一只繼電器延遲一段時間自動失磁）	86
5-2	順序啟動同時停止控制	93

第六章 矯正控制電路

6-1	自動矯正控制電路	104
6-2	矯正控制之二	110

第七章 長時間控制電路

7-1	自動點滅器附時間控制	116
7-2	長時間定時器	121

第八章 連續反覆控制

8-1	抽排機自動換氣控制	128
8-2	自動門控制	134

第九章 廣告燈及交通指示燈控制

9-1 廣告燈控制 144

9-2 交通指示燈控制 149

第十章 步進馬達及自動繞線機控制

10-1 步進馬達控制 164

10-2 自動繞線機控制 172

附 錄 179

1

何謂數位IC控制

1- 1 控制之意義·····	2
1- 2 數位 I C 介紹·····	2
1- 3 何謂數位 I C 控制·····	5

1-1 控制之意義

首先讓我們談談“控制”這個名詞。現在以對一台自動化機器來講，我們希望機器能接受命令，能夠隨心所欲的操縱，使其完成我們所想要的動作或條件，換句話說，我們希望能控制機器。當壓下按鈕，轉動旋鈕，採下踏板，光電開始受光，金屬靠近近接開關等，爾後做出各種不同動作程序，欲使機器按照我們的意志去執行，這叫做“控制”，因此在控制系統裡是由輸入部份、控制程序部份、輸出部份所組成。

1-2 數位IC介紹

- (1) IC 積體電路 (integrated circuit) 之簡稱，它是由各別不同零件諸如：電晶體 (transistor) 或金屬氧化物半導體 (metal oxide semiconductor) 等，組合成各種功能之電子電路，而 IC 能將具有某種功能之電路容納在一個極小之包裝內。而其輸入與輸出訊號，只有二種狀態，以動作來講，不是“ON”就是“OFF”，以電壓準位來講，不是高態電壓“H”就是低態電壓“L”，以邏輯信號來講，不是“1”就是“0”謂之數位電路。目前，數位 IC 有 TTL (transistor transistor logic) 及 C-MOS (complementary metal oxide semiconductor) 二種。
- (2) TTL 其電路大多利用電晶體組成，它可使用於頻率大約 30 MHz，但是電源電壓則僅限於 $5V \pm 5\%$ ，消耗電流也相當大，每一個 IC 大約消耗 8 ~ 100mA。
- (3) C-MOS 是由矽半導體與其氧化物絕緣層以及鋁等金屬組成，其使用電源電壓範圍廣，約為 3 ~ 16V，消耗電流幾乎為零約為 $1\mu A$ ，但頻率範圍只能在 2 ~ 5MHz。
- (4) 由於 C-MOS 數位 IC，電壓範圍 3 ~ 16V，容易與負載電壓配合，不像 TTL 數位 IC，電壓限制在 5V，若負載 (如 DC12V relay) 電壓不一樣，則電子電路須二種不同電源，甚為不方便，所以我們只以 C-MOS 數位 IC 詳細加以介紹。

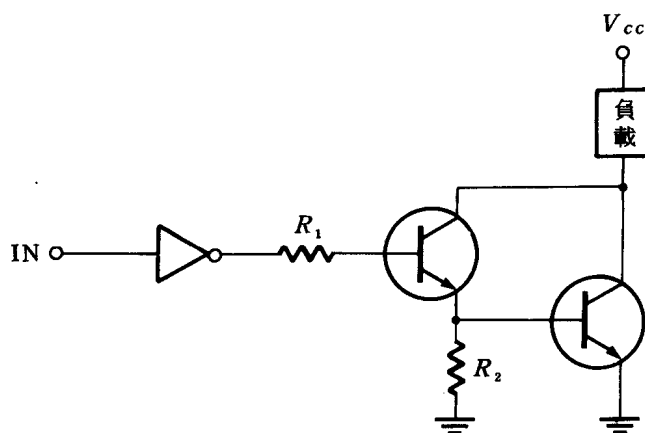


圖 1-1-1

- ① 依製造廠商之編號有 RCA 之 CD 4000 系列，motorola 之 MC 14000 系列等。
- ② RCA 之 CD 4000 AE 系列若欲驅動低電功率 TTL，則應選用適當 IC，例 CD 4049 或 4050 等緩衝用的 IC，若在 V_{DD} 為 10V 時約有 20 mA 之電流輸出能力，當然驅動低電功率之 TTL IC 是不成問題，而推動較大負載如 DC 12V 繼電器 (relay)，則須外加一只電晶體作電流放大使輸出可達 400 mA 以上。假設使用達靈頓電晶體，則可得數 A 以上之輸出電流，呈圖 1-1-1。
- ③ 若 IC 的輸出所接的負荷愈大 (即接許多個其他 IC 的輸入)，隨著等效電路 C_L 之增加如圖 1-1-2 (a) 將使 IC 在應用上增加一層

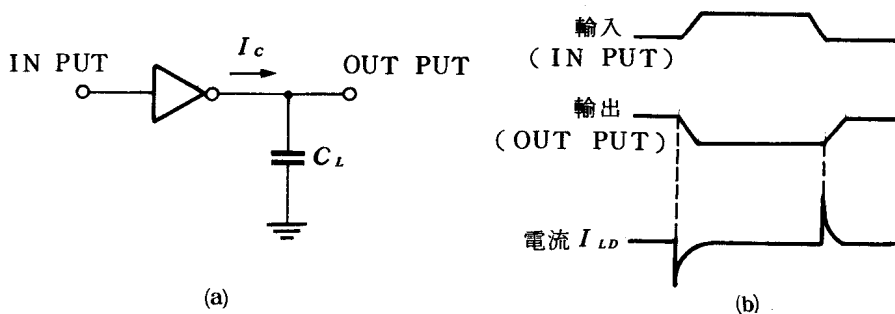


圖 1-1-2

限制，即輸出下緣或上緣將產生 I_{CD} 之電流如圖 1-2-2(b) 對於大部份的 IC 每一個 I_{CD} 只能限制在 10mA 以下。所以我們使用應儘量避免將 IC 輸負荷增加，或者在輸出端串聯電阻，藉以抑制電流之值。

- ④ C-MOS 之輸入阻抗很大，所以輸入側係屬電容性大約 5 pF，對於輸入直流電壓，幾乎不產生電流。由於輸入、輸出皆有電容性的存在，故其轉換時間會有 T_D 延遲 (delay) 出現，如圖 1-1-3 波形。

- ⑤ 目前 C-MOS IC 輸入側都有保護電路如圖 1-1-4。若輸入電壓超過 V_{DD} 時則 D_1 、 D_2 二極體導通，低於 V_{SS} 時 D_3 、 D_4 二極體導通，使得輸入至 IC 內部的電壓保持在 $V_{DD} \sim V_{SS}$ 以內，而不致於破壞 IC。

C-MOS IC 如果某些輸入端不使用它，必須接電源 V_{DD} 或 V_{SS} (即接地)，否則由於輸入端呈浮動狀態，而使 C-MOS 內的 P 與 N-MOS FET 同時處於 ON 的狀態，而引起較大電力消耗。

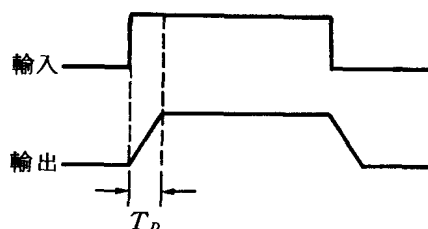


圖 1-1-3

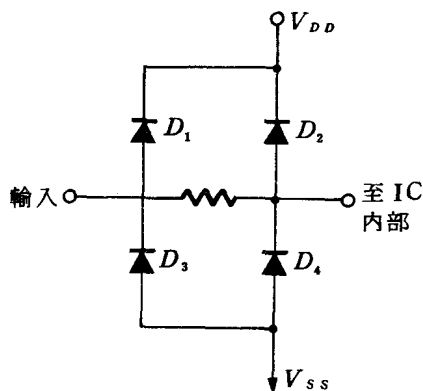


圖 1-1-4

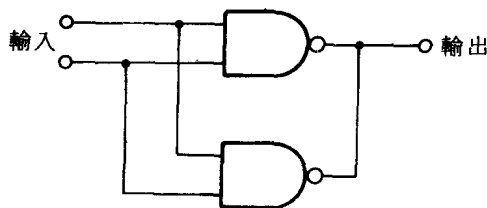


圖 1-1-5

- ⑥ 在同一只 C-MOS IC 內，若有多餘之閘 (gate) 將輸入、輸出予以各別並聯，可以提高 IC 之驅動能力，如圖 1-1-5。

1-3 何謂數位 IC 控制

- (1) 以前電機控制都以傳統的電磁開關 (magnetic switch)、繼電器 (relay) 等作為控制程序的主體，也就是有接點的控制。如果遇有控制程序繁多，則所須控制器材也增多，整個控制盤體積也隨之加大，所佔的空間也要擴大。雖然是壯觀，但嫌不夠經濟。因為目前有些數位 IC 的功能，能夠代替許多有接點的繼電器，不僅能使控制線路簡化、體積縮小、而且耗電也很小。
- (2) 在控制上，完全以有接點的繼電器設計電路，往往碰到時間反應快的程序變化，因機械動作時間不夠快，而無法達到所需要動作。若改換數位 IC 設計電路，因 IC 轉換時間相當快，故可以滿足反應快的動作，這也是數位 IC 主要優點。
- (3) 凡是利用數位 IC 動作功能、組合電路，做出各種不同控制功能謂之數位 IC 控制。

2

控制用IC

2- 1	基本閘.....	8
2- 2	史密特觸發閘(Schmitt Trigger).....	17
2- 3	正反器(Flip-Flop)	20
2- 4	雙方向開關(Bilateral Switch).....	24
2- 5	二進位漣波計數器(Binary Ripple Counter).....	26
2- 6	定時器(Timer).....	29
2- 7	同步型除10計數器(Synchronous 1 of 10 out Counter).....	32
2- 8	電壓調整器(Voltage Regulator).....	36
2- 9	光耦合器(Photo Coupler).....	38