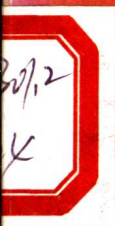
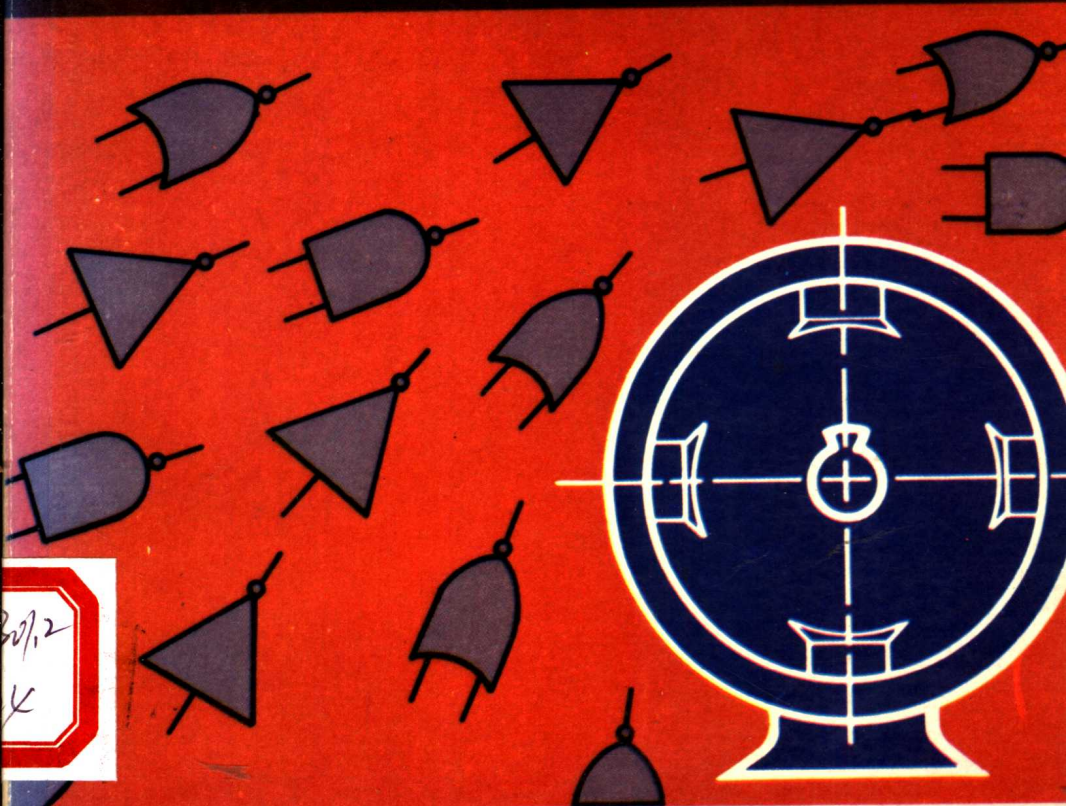


# IC式電機控制

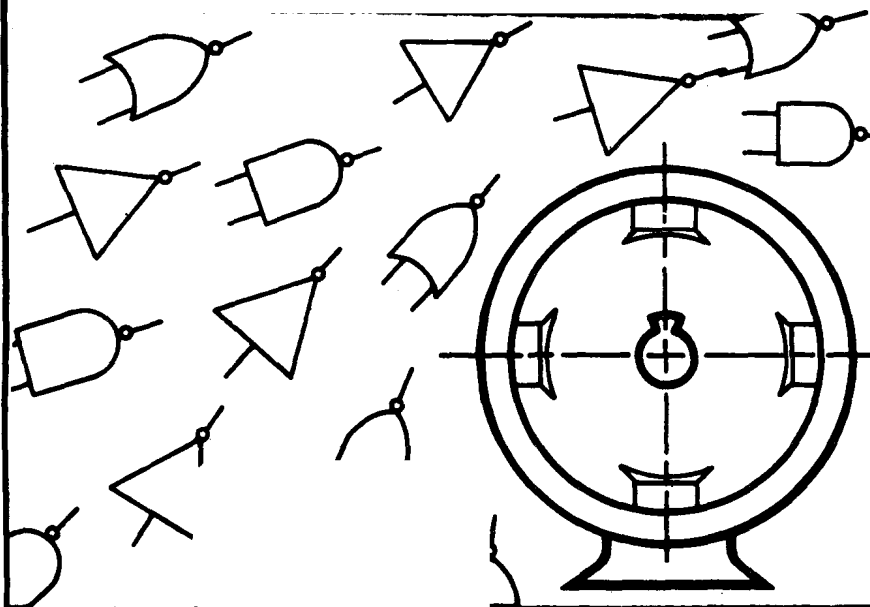
劉嘉雄 編著



文豪出版社出版

# IC式電機控制

劉嘉雄 編著



協群科技出版社

## IC式電機控制

---

編著者：劉 鳳 雄

出 版：協 群 科 技 出 版 社

發 行：協 群 科 技 出 版 社

香港中環卑利街684號二樓

印 刷 者：廣 源 印 務 局

青山道875號工廠大廈

---

定價：H.K.\$

序

電

近年來，數位 IC 被廣泛應用於各種工作機器，尤其是以它來處理具複雜程序的控制電路，更是輕而易舉。傳統的電機控制，皆仰賴電磁開關及電驛作有接點方式的控制，實在是不夠經濟，因此我們可將控制電路以數位 IC 來組成，以簡化控制電路，使控制效果更佳。

市面上，討論數位 IC 及電機控制的書甚多，但是，將此二者合併討論的書甚少。作者基於此，將歷年來教學及實際從事工廠電子控制電路的檢修所得的一些心得，整理出來提供給有此需要的讀者一個研討的方向，並祈望對讀者能有所裨益。

本書內容共分七章，第一章介紹數位電路與電機控制關係，第二章詳盡敘述各種控制電路常用的 CMOS 數位 IC 之功能及簡單應用例，第三章討論基本控制單元電路如保持電路，延遲時間電路等，第四、五章分別說明各種順序控制電路，並將傳統的電磁控制回路對照改為數位 IC 控制電路，提供讀者作為比較，並進而了解數位 IC 如何應用在電

機控制，第六章舉出一些實用的控制電路解析，第七章討論數位控制電路常發生的一些誤動作及處理方法。

本書在編著期間，承蒙電工科林主任繁勝熱心指導與校正，在此特爲誌謝。編者才疏學淺，難免有錯誤之處，還祈多所賜正指教。

劉 嘉 雄 謹識

**編**

**輯**

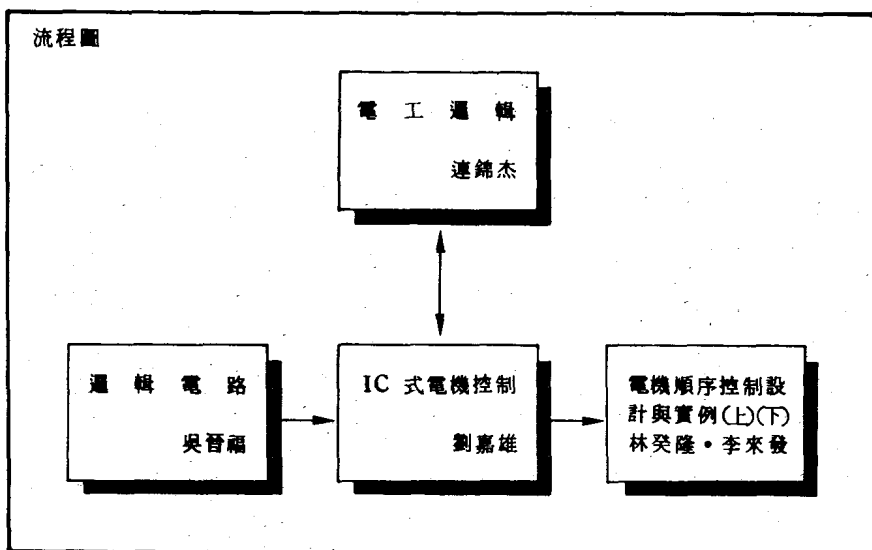
**部**

**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，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，且循序漸進。

現在，我們將這本「IC 式電機控制」呈獻給您。目前國內數位 IC 的使用已經很普遍，以數位 IC 做電機控制是必然的趨向；本書即在提供讀者研習這方面的資料，幫助您了解如何將數位 IC 應用在電機控制，進而培養您設計實用電機控制的技術能力。本書內容淺顯易懂、原理解說詳盡，凡高工程度便有能力閱讀本書，從事電工技術人員讀後，可以增進用數位 IC 來控制電機電路的能力，從事電子技術人員讀後，可以增進電機控制電路能力，本書可使電工、電子人員互相接合，提高自動控制設計及檢修能力。

流程圖



# 目

# 錄

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| <b>第一章 數位電路與電機控制之關係</b> .....     | 1  |
| 1-1 數位電路淺說.....                   | 1  |
| 1-2 數位 IC 簡介.....                 | 3  |
| 1-3 數位電路與電機控制之關係.....             | 6  |
| <b>第二章 控制電路常用的C-MOS數位IC</b> ..... | 9  |
| 2-1 基本邏輯閘.....                    | 9  |
| 2-2 控制用的數位 IC .....               | 13 |
| 2-3 如何使用C-MOS IC .....            | 35 |
| <b>第三章 基本控制單元電路</b> .....         | 39 |
| 3-1 記憶電路.....                     | 39 |
| 3-2 延遲電路.....                     | 43 |
| 3-3 驅動電路.....                     | 48 |

## 第四章 手動順序控制..... 53

- 4-1 起動、停止基本控制電路..... 53
- 4-2 順序啓動、同時停止控制..... 55
- 4-3 互鎖電路控制..... 59
- 4-4 正逆轉控制..... 62
- 4-5 順序啓動、順序停止控制..... 66
- 4-6 順序啓動、相反順序停止控制..... 69

## 第五章 自動順序控制..... 75

- 5-1 啓動後，經一段時間，自動停止..... 75
- 5-2 順序啓動，同時停止控制..... 78
- 5-3 正逆轉保護電路控制..... 81
- 5-4 順序控制（停止後，另一只繼電器激勵一段時間才自動失磁）..... 85
- 5-5 順序控制（順序啓動、順序停止控制）..... 88
- 5-6 順序控制（順序啓動、相反順序停止控制）..... 91
- 5-7 順序控制（順序啓動與停止）..... 94
- 5-8 順序控制（啓動後，有一只繼電器延遲一段時間自動失磁）..... 97

## 第六章 實用的控制電路..... 101

- 6-1 水位控制..... 101
- 6-2 斷紗自動停機控制..... 103
- 6-3 切片後自動堆疊控制..... 105
- 6-4 工業用定時器..... 107

|     |                                |     |
|-----|--------------------------------|-----|
| 6-5 | 長時間定時器.....                    | 109 |
| 6-6 | 三相電動機之自動 $Y-\Delta$ 啓動控制器..... | 110 |
| 6-7 | 美術燈遙控電路.....                   | 112 |
| 6-8 | 交通號誌警示燈控制.....                 | 114 |

## 第七章 數位控制電路常發生的一些 誤動作及處理方法..... 117

|     |                           |     |
|-----|---------------------------|-----|
| 7-1 | RS 正反器輸出電壓之態位未能確定之防止..... | 117 |
| 7-2 | 數位 IC 在開機時未能在原來狀態的防止..... | 118 |
| 7-3 | 輸入線所引起誤動作的防止.....         | 118 |
| 7-4 | 防止電源側突波電壓的影響.....         | 120 |
| 7-5 | PC 板配線不良而引起誤動作的防止.....    | 121 |

## 附錄一 C-MOS數位IC接腳圖..... 123

## 附錄二 C-MOS數位IC互換表..... 133

# 1

# L

## 數位電路與電機 控制之關係

### 1-1 數位電路淺說

工廠裡的電動機，只要將開關作 ON 或 OFF 二種狀態的電路，即其變化有階梯性，由靜止狀態跳到啟動轉狀態，而非連續性的變化，謂之數位電路。

現在我們以室內的樓梯照明控制作為例子。圖 1-1 為樓梯的照明用電燈  $(L)$  在樓梯的上和下部都裝有開關分別是  $S_1, S_2$ ，兩個開關在樓

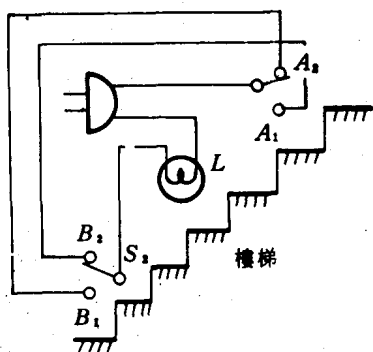


圖 1-1

## 2 IC式電機控制

梯的兩邊都能控制電燈的明滅，圖中的狀態，電燈  $(L)$  是熄滅狀態，如果有人從樓下把開關  $S_2$  向下撥至  $B_1$  時，電燈  $(L)$  則點亮，此人到達樓上後將開關  $S_1$  向下撥至  $A_1$ ，便能將電燈  $(L)$  熄滅。像上述情形的控制，如使用數位電路，可簡單地完成。我們可藉 C-MOS IC (CD 4070) 來組成，如圖 1-2 電路，這例子中所使用的邏輯電路是 XOR (exclusive OR)，此 IC 的兩個輸入端  $A, B$  各輸入何種狀態的信號時，其輸出端  $Y$  將變成何種狀態？今將  $A, B$  和  $Y$  之間的各種不同狀態示於圖 1-3。當  $A$  及  $B$  同時為低態“ $L$ ”時，則  $Y$  輸出的低態“ $L$ ”，發光二極體 LED 有順向偏壓而為點亮狀態。當然使用 LED 未必有足夠的照明亮度，但這只是比喻而已。其次，如果今  $B$  為高態“ $H$ ”，即圖 1-3 中的第二列狀態， $Y$  的輸出變為高態“ $H$ ”，則 LED 因無偏壓，而不會點亮。此時，如有人從樓上下來，令  $A$  變成高態“ $H$ ”，

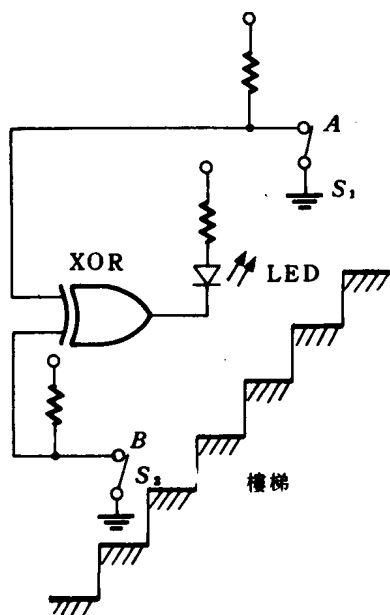


圖 1-2

| $A$ | $B$ | $Y$ |
|-----|-----|-----|
| $L$ | $L$ | $L$ |
| $L$ | $H$ | $H$ |
| $H$ | $L$ | $H$ |
| $H$ | $H$ | $L$ |

圖 1-3

則表中的最後一列 $Y$ 的輸出成爲低態“ $L$ ”則LED點亮，最後當他到達樓下時，使 $B$ 成低態“ $L$ ”，表中的第三列， $Y$ 的輸出爲高態“ $H$ ”，則LED熄滅。此例當然不足以說明較複雜的數位電路，但我們可利用目前各種不同功能的數位IC來組成數位電路，就可以處理複雜的控制功能。

至於數位電路之動作，表示“開”或“關”，通常可以將輸入、輸出接腳的電壓，以“高”或“低”；“有”或“無”的狀態來表示，因爲數位電路不可能有中間狀態的存在，一定是採取二者中任一種方式的狀態，所以“高態電壓”或“有電壓”的情形就稱爲“ $H$ ”或“ $1$ ”。相反地，“低態電壓”或“無電壓”的情形就稱爲“ $L$ ”或“ $0$ ”。

實際的數位電路，所使用的IC，因種類的不同，其表示“ $1$ ”或“ $0$ ”的電壓就有區別，在TTL，IC其電源電壓是 $+5V$ ，若接腳的電壓在 $+2.4V \sim +5V$ 的範圍內，就屬於“ $1$ ”的狀態，而在 $0 \sim 0.4V$ 的範圍內就屬於“ $0$ ”的狀態，而C-MOS IC，其電源電壓是 $3 \sim 16V$ 範圍較廣，電壓在 $\frac{1}{3}V_{CC} \sim V_{CC}$ 之間是屬於“ $1$ ”的狀態， $0 \sim \frac{1}{3}V_{CC}$ 則是屬於“ $0$ ”的狀態。例如電源的 $6V$ 則“ $1$ ”的電壓爲 $4 \sim 6V$ ，“ $0$ ”的電壓爲 $0 \sim 2V$ 範圍內，以上所述，其電壓在某一範圍內，不管有多大的變動，都以“ $1$ ”或“ $0$ ”的變化出現，這就是數位電路最大的特點，故“ $1$ ”或“ $0$ ”所表示的電位水準稱爲邏輯單位。

總之，將數位IC輸入加以“ $1$ ”或“ $0$ ”的變化操作之，然後經IC電路的功能處理，結果輸出同樣也以“ $1$ ”或“ $0$ ”的狀態出現，故以數位IC組合的電路就稱爲數位電路。

## 1-2 數位IC (Digital IC) 簡介

近代的數位電路所使用的IC，大都採用C-MOS IC，因爲它

#### 4 IC式電機控制

有下列優良的特點。

##### (一) 消耗功率甚小

C-MOS IC消耗功率很小，以反相關（NOT gate）為例，圖1-4是由一個P型通道與N型通道的金屬氧化半導MOS FET與 $V_{DD}$ 及 $V_{SS}$ 串聯而成，其中 $V_{DD}$ 為電源正極， $V_{SS}$ 被接地。當輸入端X加上高電壓“1”（ $V_{DD}$ ），N型MOS FET導通，其內阻降至 $1\text{ k}\Omega$ 以下，而P型MOS FET截止，其內阻增大至1萬 $\text{M}\Omega$ ，其等效電路如圖1-5，故在靜態時（表示無開關動作時，輸出端無電流至負載上）電流完全由 $V_{DD}$ 與 $V_{SS}$ 間電阻來決定。則靜態功率

$$P = \frac{E^2}{R} = \frac{\text{供給電壓的平方}}{V_{DD} \text{ 至 } V_{SS} \text{ 的需阻}}$$

，若是供給電源10V，則消耗功率為 $10^{-8}$ 瓦左右可見得功率消甚微。

##### (二) 雜音餘裕度大

數位IC的雜音餘裕就是輸入與輸出皆在高態狀態（H）下， $V_{IH}$ （輸入高態電壓）與 $V_{OH}$ （輸出高態電壓）之差值。例：C-MOS IC電源在5V時，輸入電壓3.5V以上即為高態電壓，而輸出電壓在高態時能達到4.99V，則雜音餘裕有 $4.99\text{ V} - 3.5\text{ V} = 1.49\text{ V}$ 。同樣地低態狀態（L）時， $V_{IL}$ （輸入低態電壓）與 $V_{OL}$ （輸出低態電壓）

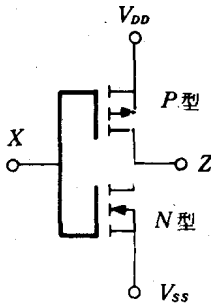


圖 1-4

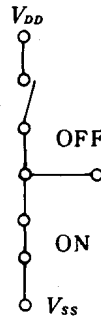


圖 1-5

之差值，亦稱雜音餘裕。因為，對 C-MOS IC 而言，其輸出電壓不是幾乎等於  $V_{DD}$ （即高態）就是  $V_{ss}$ （低態），所以，其雜音餘裕要比 TTL IC 為高，如圖 1-6，故更加廣泛被應用於數位電路。

### (三) 輸入阻抗大

C-MOS IC 之輸入側為氧化膜之閘極，其與基板之間係呈絕緣，故具有甚高的輸入阻抗。高輸入阻抗能夠讓前級的閘輸出端連接許多輸入閘即 fan out 增加。另外對於長時間常數的計時電路，甚為有利，因為輸入阻抗高，故輸入側可並聯較大的電容，則時間常數便可增長如圖 1-7。

### (四) 可作暫時性的記憶

因為 C-MOS IC 輸入側阻抗很高，所以閘極與基板之間形成一電容的特性如圖 1-8，好像將等效電容並聯於輸入側。當開關 ON 時，電容被充電，若開關 OFF 或電源斷電，電容所儲存的電壓，經由輸入阻抗放電，因阻抗甚大，故須一段時間才能消失。這段時間內便可用來作記憶的功能。

### (五) 動作電壓範圍廣

一般的 C-MOS IC，其工作電壓在 3~16V 之間，因為電壓範

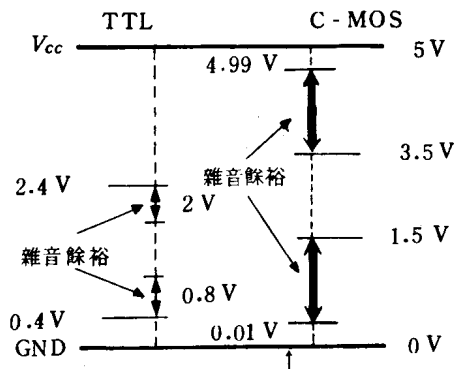


圖 1-6

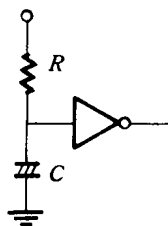


圖 1-7

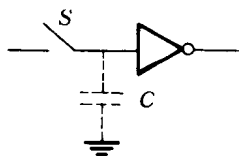


圖 1-8

圍廣，它可以與 TTL IC（工作電壓 5V）混合使用。而且能適應各種不同低電壓的零件，不須再另設電源等優點。

### 1-3 數位電路與電機控制之關係

電機控制中，不論其為簡單或複雜性，大致可分為，輸入部份、控制變化部份、輸出部份。

輸入部份，一般而言其方法係使用一個開關，而經此開關產生一電壓或電流加至數位電路，將此電壓直接或轉換至邏輯位準電壓，此位準電壓經過輸入元件而適合於數位 IC（digital IC）元件，其輸入元件可為按鈕開關或光電開關等等。

控制變化部份，以數位 IC 作邏輯控制系統，處理電機操作人員或自動感知器開關所提供之訊號，以使各種電機，依所希望的順序而執行。在一種比較複雜的機器中，其動作的每一順序，要經過一特定情形的邏輯系統，在此系統中可能需要許多繼電器（relay）的接點，這些接點可用作 AND, OR, NAND, NOR, NOT 等邏輯閘（logic gate）的功能。若所須順序變化之數量，輸入訊號及機器補助訊號之數量等趨於增加時，整個控制盤的體積更加龐大，如採用數位 IC 作為邏輯控制系統時，只需若干數位 IC 便可組成。

輸出部份，在一般電機控制中都是以電磁開關或電力電驛（power relay）作最後輸出元件，在自動控制中，電機設備及零件，通

常以線電壓（例如 AC、 $3\phi$ 、220V）供電，然而數位電路所輸出訊號，係以低壓輸出而電力微弱（例如 6V、2mA）故必須將其訊號放大後驅動小型電驛（例如 6V、12V、24V）直流電驛，然後利用其接點作為開關功能，控制較高電壓，大功率的電機設備及零件。

目前，流行採用固態電驛，簡稱 SSR（solid state relay），可以作輸出元件直接推動負載，但須注意 SSR 的額定電壓，電流要比負載額定值高，以策安全。

綜合上述，電機控制三大部份之形成，主要是如何獲得一種控制電路的最佳功能及操作條件，端視元件配備與運用，以最經濟、安全、可靠完整的電路安排，滿足控制要求，這才是我們對電機控制基本上的認識。