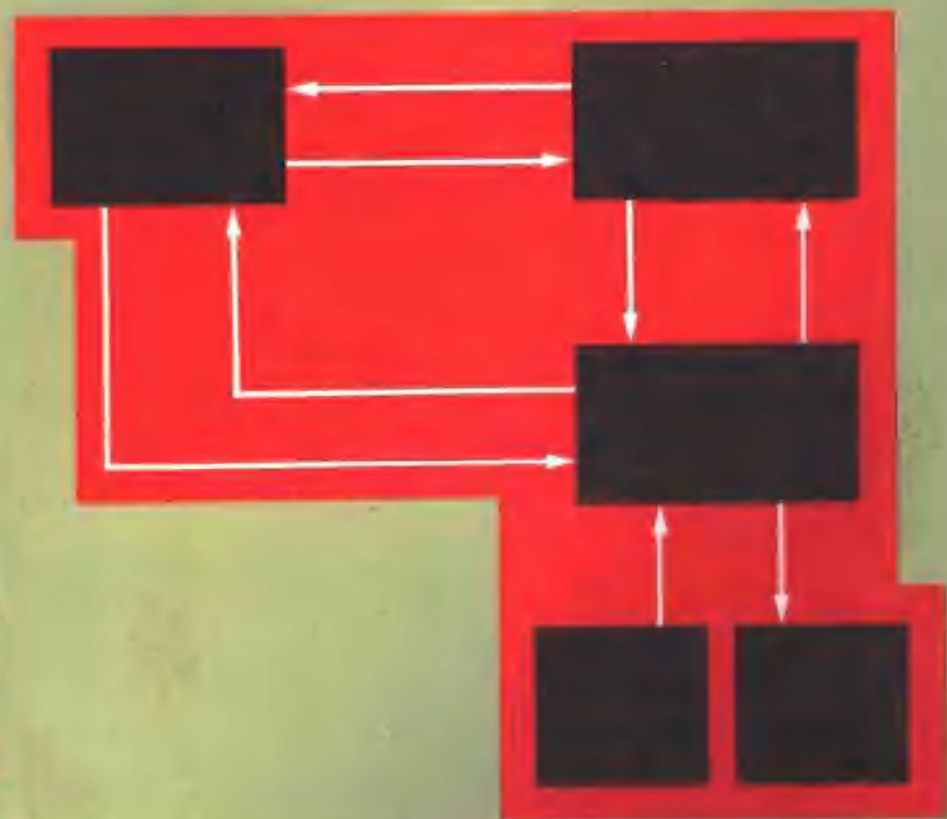


Digital Logic
and Computer Design
M. MORRIS MANO

數位邏輯與 計算機設計

上冊

林世釗 編譯



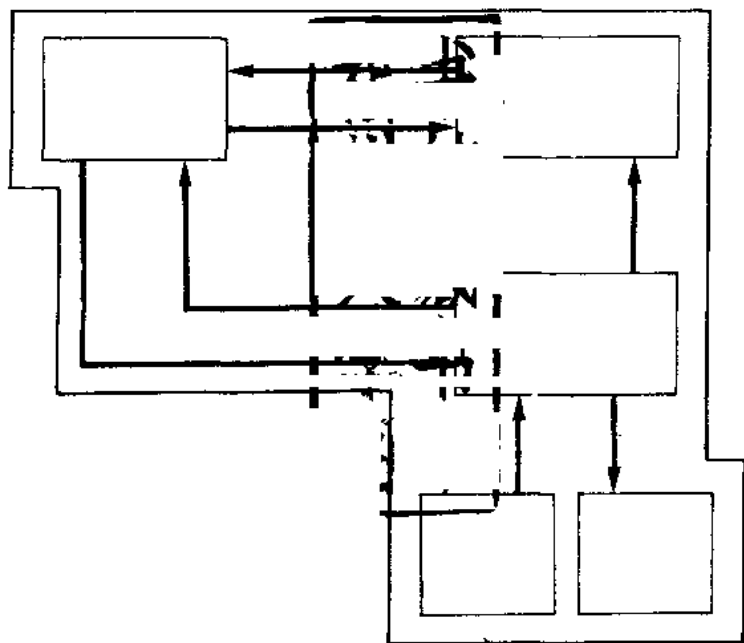
全華科技圖書公司印行

Digital Logic
and Computer Design
M. MORRIS MANO

數位邏輯與 計算機設計

上冊

林世釗 編譯



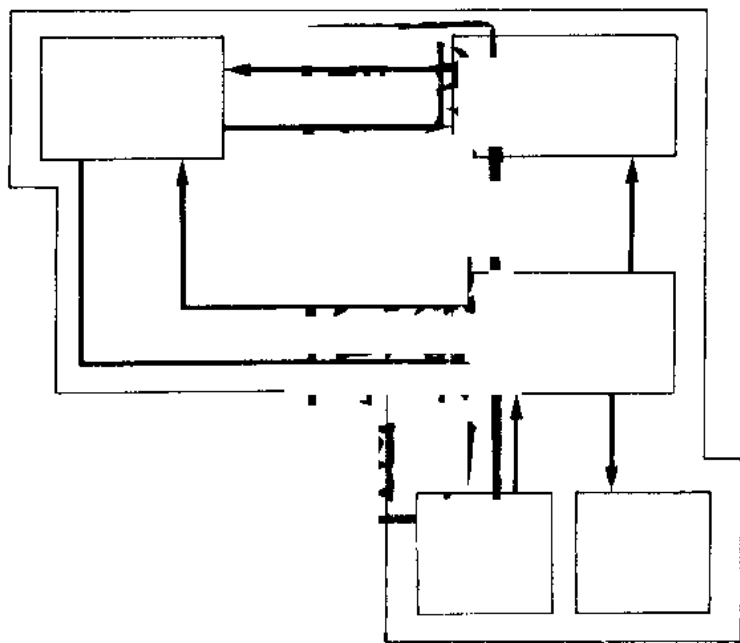
全華科技圖書公司印行

Digital Logic
and Computer Design
M. MORRIS MANO

數位邏輯與 計算機設計

下冊

林世釗 編譯



全華科技圖書公司印行



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

數位邏輯與計算機設計(上)

林世釗 編譯

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

發行者 陳 本 源
印刷者 華一彩色印刷廠
定價 新臺幣 150 元
再版 中華民國73年3月



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

數位邏輯與計算機設計(下)

林世釗 編譯

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：100836

發行者 陳 本 源
印刷者 華一彩色印刷廠
定 價 新臺幣 150 元
再 版 中華民國73年3月

序

數位邏輯對數位元件與模組(module)之間的連接有關，它是一個術語，用以表示數位系統設計與分析。通用數位計算機為數位系統中最好的例子。本書提出數位系統設計與分析中所用的一些基本觀念，並介紹數位計算機的結構與其設計原理。本書同時提供許多不同的方法與技巧，以適合各種數位系統設計，包括電開線路到結構複雜的微計算機系統等一切數位系統全貌。

第一章至第六章從傳統的做法提出數位邏輯設計的技巧，布氏代數與真值表用於組合線路的分析與設計，而狀態轉變用於循序線路的分析與設計。第七章至第十二章以記錄器 - 轉移的方法來設計數位系統，數位系統被分成許多記錄器小單位，用記錄器 - 轉移敘述表來指明整個系統內，記錄器中所存的資訊之轉移運算。記錄器 - 轉移方法用來分析與設計處理單元，控制單元及中央處理機，並描述微處理機與微計算機的內部運算。第十三章說明數位線路的電子學，並介紹最通常的積體電路數位邏輯類。

組成數位系統所用的元件都是積體電路，積體電路在一個小的包裝內就具有大量的數位線路，中型積體(MSI)裝置提供一些數位函數，而大

型積體 (LSI) 裝置提供整個計算機模組。邏輯設計者必須熟悉各種數位元件中的積體電路形式，因此，本書介紹了許多MSI與LSI線路，並解釋它們的邏輯作用。本書以實例及習題來說明積體電路在數位系統設計中的使用。

本書本來想當做作者所著電子計算機邏輯設計 (Computer logic design, Prentice-Hall, 1972 版) 的修訂版，因為增加了太多新的材料，而且修訂太多，所以採用了新的書名。本書約三分之一內容出現在以前的書本中，其他三分之二由修訂的內容或新的材料組成。由於數位電子科技的高速發展，最顯著的产品為MSI與LSI線路的出現，而使用積體電路來設計數位系統，導至需修訂與增添原書。本書包含了各式位元切片的LSI元件與各類微計算機，並提出了僅讀記憶體 (ROM) 與程式邏輯陣列 (PLA) 的應用。另外，由於記錄器 - 轉移設計方法的快速發展，使得本書的後半部完全重寫。

第一章介紹各種二進位系統，適合於數位元件中表示資訊；解釋二進位數字系統與二進碼，以表示十進位與字母數字資訊，在進行布氏代數正式定義之前則以直覺觀點來介紹二進制邏輯。

第二章列出布氏代數的基本公設與定理，同時著重於布氏表示式與電閘連接的關係；討論二個變數的所有可能邏輯運算，並導出最有用的邏輯閘。本章先介紹適合於積體電路形式的數位閘特性，閘內部結構的詳細分析則留待最後一章再討論。

第三章提出圖解法與列表法以簡化布氏函數。圖解法用來簡化AND、OR、NAND、NOR及線結邏輯閘組成的數位線路。不同的簡化程序可摘要成容易參考的列表形式。

第四章討論有關組合線路的設計與分析步驟。數位系統設計中所使用的一些基本元件，如加法器與轉碼器，則以設計或分析實例來說明。本章並討論多階NAND與NOR組合線路的製作方法。

第五章討論組合邏輯的MSI與LSI元件。解釋一些常用的元件，如並加器，解碼器及多工器，並用這些元件來設計組合線路，以說明其用處。本章亦介紹僅讀記憶體與編寫邏輯陣列，同時也用其來設計複雜的組合線路。

，以說明其用處。

第六章說明時控循序線路設計與分析的各種不同方法。本章從介紹各種正反器與激發它們的方法開始，狀態圖、狀態表及狀態方程式亦用來分析循序線路。本章提出的設計方法，將循序線路轉換成一布氏函數的集合，以指明正反器的輸入邏輯線路，這些輸入布氏函數由激發表推得，而用圖解法來簡化。

第七章介紹各種類似於可用的積體電路之記錄器，移位記錄器及計數器，並說明隨意出入記憶體（RAM）的作用。本章所介紹的數位函數為基本的方塊，利用這些方塊可組成更複雜的數位系統。

第八章介紹描述數位系統的記錄器 - 轉移方法。本章說明記錄器之間如何將運算順序表示成符號形式，並以符號定義內部記錄器轉移，算術、邏輯及移位微運算。本章說明計算機記錄器中儲存的各種不同形式之資料，並舉例說明計算機指令如何用二進編碼形式表示，以及如何用記錄器 - 轉移敘述來表示指令所指的運算。本章設計了一個很簡單的計算機，以說明記錄器 - 轉移方法如何用在計算機系統設計上。

第九章討論數位計算機的處理機單元。它討論使用滙流排或草稿記憶器來組成一處理機單元。本章提出一個典型的算術邏輯單元（ALU），並發展出一套步驟來設計其他結構的ALU。本章介紹在處理機中通常可見的其他元件，如移位器與狀態記錄器。設計通用累積器的記錄器時，以一群指定的記錄器 - 轉移運算開始，而最後完成一邏輯圖。

第十章介紹四種設計控制邏輯的方法，其中二種方法構成硬體線結控制，其他二種方法介紹微程式的觀念與如何用編寫邏輯列來設計控制器。四種方法均以實例說明，以指示設計思考法的發展，並說明製作系統控制線路的步驟。最後一節介紹LSI微程式順序器，並說明如何利用微程式來設計一微程式控制單元。

第十一章設計一個小型的數位計算機，定義了計算機中的各記錄器，並指定一群計算機指令。以記錄器 - 轉移敘述詳述諸記錄器之間的微運算來描述計算機，並以控制函數啟動這些微運算，控制函數列在記錄器 - 轉移敘述內，提供設計控制單元時的訊息。設計計算機的控制單元有三種不

同的方法，即硬體・線結控制，PLA 控制與微程式控制。

第十二章說明組成微計算機系統的各種 LSI 元件，描述典型微處理機的結構，並解釋其內容的運算；介紹微處理機的一群典型指令，及其不同的定址模式；從硬體觀點來看，並包含了堆棧的運算及副程式、中斷的處理。本章亦說明記憶體至微處理機匯流排系統的連接，及和輸入輸出裝置通訊的各種介面單元之動作。最後並說明直接記憶體出入模式的轉移。

第十三章詳述七種積體邏輯類中基本閘的線路，此最後一章可視作附錄，而予以略去。本章為基本電子學中較重要的知識，但是對於本書的其餘部份而言，本章並不是必備的知識。

每章都列出其有關的參考資料及習題，部份習題解答列在附錄中，以供學生參考用。出版商備有習題詳解手冊，僅供授課老師使用。

本書可作電機工程學系或計算機工程學系中的數位邏輯與計算機設計課程，它亦可用作計算機科學系中的計算機結構的課程。本書各部份可用各種方法來教：(1)第一章至第七章適用於數位邏輯或交換線路的初級課程，第十三章也可併入課程中；(2)第五章及第七章至第十二章適用於數位計算機邏輯課程而已讀過基本交換線路課程者；(3)第八章至第十二章適合於微處理機與微計算機硬體導論的課程。

總之，以下為有關本書內容的哲理。數位線路的作用，以前都用傳統方法來描述，由於積體電路的出現及採用微計算機 LSI 元件，傳統的方法似乎更不符合實際的應用了。傳統方法雖然已不適合於描述複雜的數位系統，但對於許多數位單元的內部結構、布氏代數、組合邏輯及循序邏輯的瞭解仍很有幫助。另一方面，在數位系統中，要描述不同模組間的運算，以記錄器 - 轉移方法的表示較好，它與一串位元並聯轉移有關，而可視為數位系統表示法中較高階的方法。本書中從傳統方法轉變為記錄器 - 轉移方法，是用積體電路 MSI 函數來做，第五章與第七章包括了目前積體電路中可獲得的許多數位函數，它們的運算由組成各個數位線路的電閘與正反器來說明，每一 MSI 線路被視為執行各個運算的功能單元，然後以記錄器 - 轉移方法的記法來描述此運算。因此，記錄器的分析與設計以及其他數位作用均用傳統方法來做，但是在描述數位系統的運算時，則以記錄器 -

轉移敘述來指明這些功能的使用。因此，記錄器 - 轉移方法可用來定義計算機的指令，可以簡明的形式來表示數位運算，說明數位計算機的結構，並指定硬體元件來設計數位系統。

感謝 John L. Fike 博士對原稿的評審與 Victor Payse 教授採用本手稿授課時的指正。大部份稿件由 Lucy Albert 太太打字，我非常感激她熟練的打字之幫助。內人提出許多建議以增進本書的可讀性，並在本書準備期間全力鼓勵與支持我，在此要向內人致最大謝意。

梅諾 (M. Morris Mano)

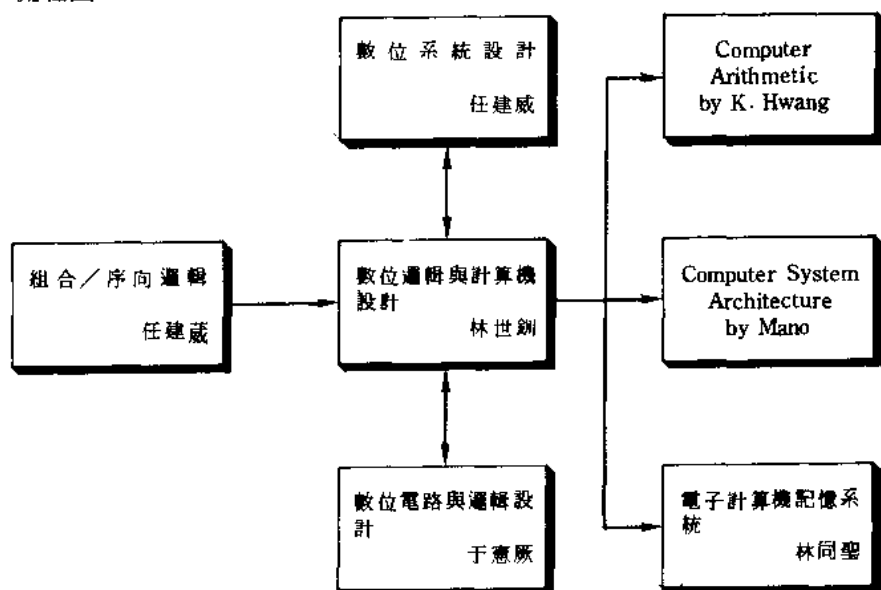
編輯部序

「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「數位邏輯與計算機設計」呈獻給您，使您能正確了解數位電路及計算機的原理與設計。本書介紹數位系統設計與分析中所用的一些基本觀念，並說明數位計算機的結構與其設計原理。本書同時提供許多不同的方法與技巧，以適合各種數位系統設計，包括電閘線路到結構複雜的微計算機系統等一切數位系統全貌。適合大專院校電子、電機及計算機系有關課程教學，及從業人員進修之用。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習有關數位系列叢書，我們將全華公司一整套數位系統叢書按深淺順序以流程圖方式列之於後，只要您按照順序詳加研讀，除可減少您摸索時間外，更可使您具備有數位系統方面完整的知識，希望您能善加利用。有關以下各書內容如您需要更進一步資料時，歡迎來函聯繫，我們將可給您滿意的答覆。

流程圖：



目 錄

第一章 二進位系統	1
1-1 數位計算機與數位系統	1
1-2 二進位數字	5
1-3 不同基底數的轉換	7
1-4 八進位與十六進位	10
1-5 補數	11
1-6 二進制碼	17
1-7 二進位儲存與記錄器	23
1-8 二元性邏輯	26
1-9 積體電路	30
參考資料	32
習題	32
第二章 布氏代數與邏輯閘	35
2-1 基本定義	35
2-2 布氏代數的公理與定義	37

2-3	布氏代數的基本定理與性質	41
2-4	布氏函數	45
2-5	標準形式與模範形式	50
2-6	其他邏輯運算	56
2-7	數位邏輯閘	58
2-8	數位邏輯 IC 類	62
	參考資料	69
	習題	70

第三章 布氏函數之化簡 75

3-1	圖示法	75
3-2	二變數與三變數圖	76
3-3	四變數圖	80
3-4	五變數及六變數的卡氏圖	83
3-5	和項之積的簡化	85
3-6	NAND 及 NOR 閘的應用	88
3-7	其他二層線路	94
3-8	不昧條件	99
3-9	列表法	101
3-10	必要項的決定	101
3-11	必要項的選擇	106
3-12	結論	108
	參考資料	110
	習題	110

第四章 組合邏輯 115

4-1	簡介	115
4-2	設計步驟	117
4-3	加法器	118

4-4	減法器	122
4-5	數碼轉換	125
4-6	分析步驟	127
4-7	多層 NAND 線路	131
4-8	多層 NOR 線路	137
4-9	互斥或與相當函數	141
	參考資料	146
	習題	147
第五章	MSI及LSI組合邏輯線路	151
5-1	概論	151
5-2	二進制並加器	152
5-3	十進制加法器	158
5-4	數值比較器	160
5-5	解碼器	163
5-6	多工器	171
5-7	僅讀記憶體 (ROM)	177
5-8	程式邏輯陣列 (PLA)	184
5-9	結論	189
	參考資料	190
	習題	190
第六章	循序邏輯	197
6-1	概論	197
6-2	正反器	199
6-3	正反器的激發	206
6-4	時控循序線路分析	214
6-5	狀態簡化與指定	221
6-6	正反器激勵	227

6-7	設計步驟	230
6-8	計數器的設計	240
6-9	以狀態方程式設計	244
	參考資料	248
	習題	249

第七章 記錄器、計數器與記憶單元 255

7-1	概論	255
7-2	記錄器	256
7-3	移位記錄器	262
7-4	鏈波計數器	270
7-5	同步計數器	275
7-6	定時順序	282
7-7	記憶器單元	287
7-8	隨意出入記憶器之範例	294
	參考資料	300
	習題	301

目 錄

第八章 記錄器轉移邏輯	305
8-1 概論	305
8-2 內部記錄器轉移	308
8-3 算術、邏輯及移位微運算	317
8-4 條件控制敘述	321
8-5 定點二進位資料	322
8-6 溢位	328
8-7 算術移位	330
8-8 十進位資料	332
8-9 浮點資料	334
8-10 非數字資料	338
8-11 指令碼	342
8-12 簡單的計算機設計	347
參考資料	356
習題	356