

 SMART TEAM

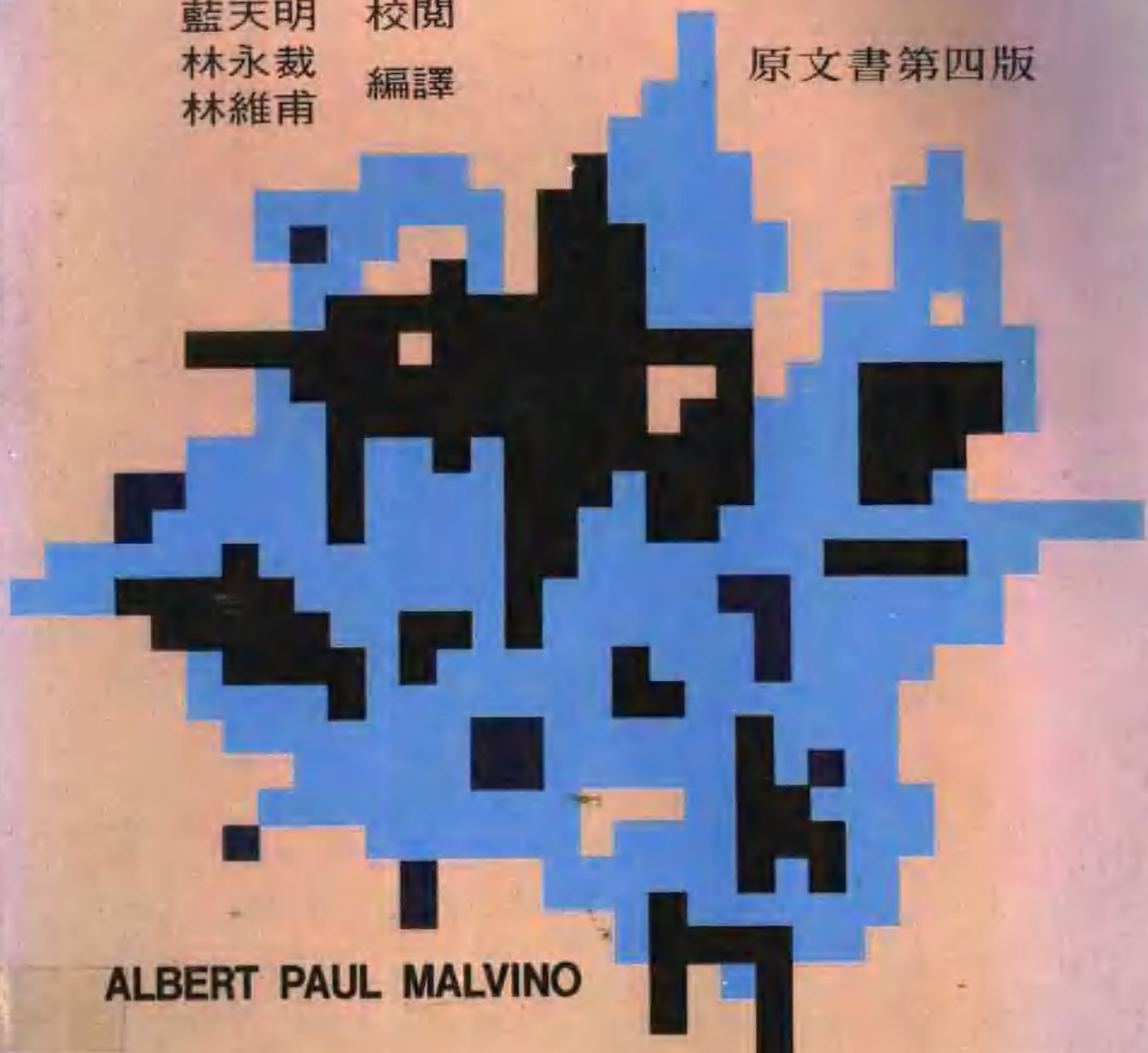
數位原理與應用

Digital Principles and Applications

藍天明
林永裁
林維甫

校閱
編譯

原文書第四版



ALBERT PAUL MALVINO

松崗電腦圖書資料有限公司

數位原理與應用

Digital Principles and Applications

A. P. Malvino

D. P. Leach

藍天明 校訂

林維甫
林永裁 編譯

松崗電腦圖書資料有限公司 印行

原 序

本書將繼前三版於數位原理與應用之探討；但其內容並非強調計算機結構或程式設計；而是偏重於計算機、自動機、通信、工業自動化及程序控制等應用原理與應用實例之探討。因此，本書在數位電子上所作概括性之介紹，對於讀者往後在特別領域之研究，將可提供更廣闊之基礎知識。

本書內容與前三版比較，已作大幅度之改善，其中包括先前版本所欠缺或不足之處。例如，書內圖例都是以實際晶片與接腳號碼說明之，並新增加數位電路故障排除章節及其相關問題之解說。此外，各個章節都有實際應用範例，俾使讀者能將理論與實際相互配合。故以整體而言，本書實為發展數位電子技術最為有效之工具書籍。

本版新增內容如下：

1. 以時序圖與真值表分析邏輯電路。
2. 討論偵錯工具——邏輯夾、邏輯探棒與邏輯脈波器的使用，並以實用範例說明。
3. 在第三章增加 ROM、PROM 與 PAL 等新品片之介紹。
4. 在第五章說明 2 的補數之算術運算。
5. 有關 TTL 之輸出/輸入電壓與電流、驅動器/負載模式、TTL 內部結構、外部介面技術與確定準位邏輯等均有詳盡之介紹。
6. 討論有關 CMOS 元件之特性及 CMOS 與 TTL 間之介面技術頗為詳盡。
7. 討論如何將商業用 MSI 與 LSI 晶片應用於正反器、計時器、移位暫存器及計數器等。
8. 另新增一章在討論 RAM、ROM、PROM 與 EPROM 等常用的半導體記憶體。
9. 廣泛的討論七段顯示電路與多工顯示的時序問題。

10.單晶片 DAC、ADC 及各種轉換技術之介紹。

11.全書的每個章節都增加許多範例,尤其最後一章特別提出一些極具代表性之數位儀表的應用實例,這些實例都能展現數位電路之基本原理。

在研讀本書之前,必須具備半導體二極體與電晶體之基本知識。本書適於作為學習數位電子之入門教材。此外,本書在每一章的起始前,都附有全章大意之說明,至於各章之練習題、摘要與專有名詞則置於各章之結尾處。

A. P. Malvino

D. P. Leach

序 譯

近幾年來數位系統變化極大，使電子、電機技術有極大幅度的進步，數位儀表、數位通訊、數位控制與微處理機相繼出現，並已廣泛的使用於工業裝置及民生設備上，而這些技術都是依據數位系統原理之觀念設計而成。本書譯自 A. P. Malvino 與 D. P. Leach 原著 "Digital Principles and Applications" (第四版)，主要是介紹數位系統基本原理與其應用，同時在每一章節提供各種不同的方法與技巧，以因應各種不同數位系統之設計要求，其內容詳實，且符合教育部所公佈工專電子科系 "數位系統設計" 之課程標準，故可作為五專、三專、二專數位系統課程之教材。

本書共分十四章，第一、二章是介紹邏輯電路的基本概念。尤其對邏輯閘及交換函數的簡化、偵錯等，有極詳盡的分析。第三章在討論資料處理電路，對解碼器、編碼器、多工器與解多工器，有極深入的探討，並以現行商用產品作為設計的說明範例。第四、五章主要在討論數字系統與算術電路，尤其對電子計機之運算原理與電路分析之講解極為透徹。第六、七章是在探討 TTL、MOS 與 CMOS 電路，其對各種不同類族的邏輯特性及它們之間的介面技巧，均以現成的 IC 晶片詳細說明。第八、九、十、十一章在討論時序電路，其對正反器的特性與應用 (例如計數器與暫存器在設計時，必須考慮的時序問題)，有非詳盡的分析。第十二章在討論各種不同的半導體。第十三章是介紹數位對類比及類比對數位之轉換器。最後一章特別提出許多數位儀表電路的實際設計技巧。

本書最大特色，不但承繼前三版之精華，同時在每一章節中提供各種不同的方法與技巧，以適合各種不同數位系統設計之需求。其內容詳實，不但可作為初學者熟習此課程之教材，更可作為有關課程更進一步研究之基礎。

原書在編撰上之錯誤，我們已予更正；而不易瞭解之章節，我們亦已引證其它資料以利讀者閱讀。雖然我們以如此執著與嚴謹的態度，從事此本書籍的編譯與校對工作，但其中疏漏之處恐仍難免，仍望各界師長、前輩、讀者惠予指正，俾使本書更臻完善。

林永毅

林維甫 謹識

1988年 2 月於台北

目 錄

第一章 邏輯電路.....	1-1
1-0 本章要旨.....	1-1
1-1 二進制數字系統(Binary number system).....	1-2
練習題 1-1.....	1-4
1-2 反相器 (Inverter).....	1-5
練習題 1-2.....	1-10
1-3 或閘 (OR gate).....	1-11
練習題 1-3.....	1-16
1-4 及閘 (AND gate).....	1-18
練習題 1-4.....	1-23
1-5 布氏代數.....	1-24
練習題 1-5.....	1-31
1-6 NOR 閘.....	1-32
練習題 1-6.....	1-37
1-7 NAND閘.....	1-38
練習題 1-7.....	1-45
1-8 結論.....	1-46
1-9 專有名詞.....	1-47
第二章 電路分析與設計.....	2-1
2-0 本章要旨.....	2-1
2-1 布氏定律與定理.....	1-1
練習題 2-1.....	2-10

2-2 積之和法則 (Sum-of-product method).....	2-12
練習題 2-2.....	2-17
2-3 真值表與卡氏圖.....	2-18
練習題 2-3.....	2-21
2-4 二相鄰、四相鄰、八相鄰.....	2-21
練習題 2-4.....	2-25
2-5 卡氏圖簡化法.....	2-26
練習題 2-5.....	2-33
2-6 隨意條件 (Don't-care conditions).....	2-34
練習題 2-6.....	2-37
2-7 和之積法則 (Product-of-sums method).....	2-37
練習題 2-7.....	2-40
2-8 和之積簡化法.....	2-41
練習題 2-8.....	2-46
2-9 結論.....	2-47
2-10 專有名詞.....	2-48

第三章 資料處理電路..... 3-1

3-0 本章要旨.....	3-1
3-1 多工器.....	3-2
練習題 3-1.....	3-11
3-2 解多工器.....	3-11
練習題 3-2.....	3-16
3-3 4對 16 解碼器.....	3-17
練習 3-3.....	3-21
3-4 BCD 對 10 進數解碼器.....	3-21
練習題 3-4.....	3-25

3-5 七段顯示器解碼器 (Seven-segment decoder).....	3-27
練習題 3-5.....	3-30
3-6 編碼器.....	3-31
練習題 3-6.....	3-34
3-7 互斥或閘.....	3-35
練習題 3-7.....	3-38
3-8 同位元產生器及檢查器.....	3-39
練習題 3-8.....	3-45
3-9 唯讀記憶體.....	3-46
練習題 3-9.....	3-53
3-10 可程式規劃陣列邏輯.....	3-53
練習題 3-10.....	3-58
3-11 利用邏輯探針來檢查及消除故障.....	3-60
3-12 結論.....	3-61
3-13 專有名詞.....	3-61

第四章 數字系統與數碼..... 4-1

4-0 本章要旨.....	4-1
4-1 為什麼要使用二進制.....	4-2
練習題 4-1.....	4-3
4-2 二進制與十進制的轉換.....	4-3
練習題 4-2.....	4-8
4-3 十進制對二進制轉換.....	4-9
練習題 4-3.....	4-13
4-4 八進制數字.....	4-13
練習題 4-4.....	4-17
4-5 十六進制數字系統.....	4-18

練習題 4-5.....	4-27
4-6 美國資訊標準交換碼 (The ASCII code).....	4-29
練習題 4-6.....	4-32
4-7 超 3 碼 (The Excess — 3 Code).....	4-33
練習題 4-7.....	4-34
4-8 格雷碼 (The Gray Code).....	4-34
練習題 4-8.....	4-35
4-9 使用邏輯脈波器偵錯.....	4-35
練習題 4-9.....	4-37
4-10 結論.....	4-40
4-11 專有名詞.....	4-41

第五章 算術電路..... 5-1

5-0 本章要旨.....	5-1
5-1 二進制數相加.....	5-2
練習題 5-1.....	5-7
5-2 二進制減法.....	5-8
練習題 5-2.....	5-10
5-3 無符號二進制數 (Unsigned binary numbers).....	5-10
練習題 5-3.....	5-12
5-4 符號—大小數表示法 (Sign-magnitude number).....	5-13
練習題 5-4.....	5-14
5-5 2 的補數表示法 (2's Complement representation).....	5-15
練習題 5-5.....	5-20
5-6 2 的補數之算術運算.....	5-21
練習題 5-6.....	5-29
5-7 算術電路的基本元件：.....	5-29

練習題 5-7.....	5-33
5-8 加法/減法器.....	5-34
練習題 5-8.....	5-38
5-9 二進制乘法與除法：.....	5-38
練習題 5-9.....	5-39
5-10 結論.....	5-39
5-11 專有名詞.....	5-39
第六章 TTL 電路(TTL Circuit).....	6-1
6-0 本章要旨.....	6-1
6-1 數位積體電路 (Digital Integrated Circuit).....	6-2
練習題 6-1.....	6-3
6-2 7400 裝置.....	6-3
練習題 6-2.....	6-9
6-3 TTL 參數.....	6-9
練習題 6-3.....	6-21
6-4 TTL 概觀.....	6-21
練習題 6-4.....	6-25
6-5 AND-OR-INVERT(AOI) 閘.....	6-25
練習題 6-5.....	6-29
6-6 開集極閘.....	6-31
練習題 6-6.....	6-32
6-7 三態的 TTL 裝置.....	6-33
練習題 6-7.....	6-37
6-8 對 TTL 負載的外在驅動.....	6-37
練習題 6-8.....	6-41
6-9 TTL 驅動其他的負載.....	6-42

練習題 6-9.....	6-44
6-10 正邏輯與負邏輯 (Positive and Negative Logic).....	6-45
練習題 6-10.....	6-54
6-11 結論.....	6-55
6-12 專有名詞.....	6-56

第七章 CMOS 電路..... 7-1

7-0 本章要旨.....	7-1
7-1 增強型 MOSFET (Enhancement-Type MOSFET).....	7-2
練習題 7-1.....	7-3
7-2 MOS 反相器.....	7-4
練習題 7-2.....	7-7
7-3 74C00 元件.....	7-8
練習題 7-3.....	7-13
7-4 CMOS 的特性.....	7-14
練習題 7-4.....	7-17
7-5 TTL- 驅動 CMOS 界面 (Interface).....	7-19
練習題 7-5.....	7-23
7-6 CMOS 驅動 TTL 界面.....	7-25
練習題 7-6.....	7-29
7-7 利用電流追蹤器 (current tracer) 作電路偵錯.....	7-30
練習題 7-7.....	7-31
7-8 結論.....	7-32
7-9 專有名詞.....	7-32

第八章 正反器..... 8-1

8-0 本章要旨.....	8-1
---------------	-----

8-1 RS 正反器 (RS flip-flop).....	8-2
練習題8-1.....	8-8
8-2 時控 RS 正反器 (Clocked RS flip-flop).....	8-9
練習題8-2.....	8-12
8-3 D 型正反器 (D flip-flop).....	8-12
8-4 邊緣觸發 D 型正反器.....	8-14
練習題 8-4.....	8-18
8-5 正反器交換時間.....	8-18
練習題 8-5.....	8-20
8-6 JK 正反器 (JK flip-flop).....	8-20
8-7 JK 主從式正反器 (JK master-slave flip-flop).....	8-22
練習題 8-7.....	8-25
8-8 史密特觸發器 (Schmitt trigger).....	8-25
練習題 8-8.....	8-28
8-9 結論.....	8-28
8-10 專有名詞.....	8-29

第九章 時序與計時器..... 9-1

9-0 本章要旨.....	9-1
9-1 時序波形.....	9-2
練習題 9-1.....	9-4
9-2 TLL時序.....	9-4
練習題 9-2.....	9-6
9-3 555 計時器—不穩態 (Astable).....	9-6
練習 9-3.....	9-9
9-4 555 計時器—單穩態 (Monostable):.....	9-10
練習 9-4.....	9-13

9-5 輸入端有邏輯控制的單穩態電路.....	9-13
練習題 9-5.....	9-18
9-6 接點跳動 (Contact bounce) 電路.....	9-18
9-7 應用實例.....	9-21
練習題 9-7.....	9-24
9-8 結論.....	9-26
9-9 專有名詞.....	9-26

第十章 移位暫存器..... 10-1

10-0 本章要旨.....	10-1
10-1 暫存器的型式.....	10-2
練習題 10-1.....	10-3
10-2 串列輸入串列輸出.....	10-4
練習題 10-2.....	10-10
10-3 串列輸入並列輸出.....	10-11
練習題 10-3.....	10-15
10-4 並列輸入串列輸出.....	10-15
練習題 10-4.....	10-20
10-5 並列輸入並列輸出.....	10-21
練習題 10-5.....	10-26
10-6 環形計數器 (Ring Counter).....	10-26
練習題 10-6.....	10-31
10-7 結論.....	10-32
10-8 專有名詞.....	10-33

第十一章 計數器..... 11-1

11-0 本章要旨.....	11-1
----------------	------

11-1 非同步計數器 (Asynchronous counter).....	11-2
練習題 11-1.....	11-9
11-2 解碼閘 (Decoding gate).....	11-10
練習題 11-2.....	11-14
11-3 同步計數器.....	11-15
練習題 11-3.....	11-27
11-4 Mod-3 計數器.....	11-28
練習題 11-4.....	11-33
11-5 Mod-5 的計數器.....	11-34
練習題 11-5.....	11-41
11-6 可預置的計數器 (Presettable counter).....	11-41
練習題 11-6.....	11-51
11-7 移位計數器 (Shift counter).....	11-52
習題 11-7.....	11-58
11-8 具解碼電路的 Mod-10 移位計數器.....	11-58
練習題 11-8.....	11-62
11-9 數字鐘.....	11-62
11-10 結論.....	11-67
11-11 專有名詞.....	11-67

第十二章 半導體記憶體..... 12-1

12-0 本章要旨：.....	12-1
12-1 基本觀念.....	12-2
練習題 12-1.....	12-3
12-2 記憶體的定址.....	12-3
練習題 12-2.....	12-10

12-3 唯讀記憶體 (ROM)、可程式化的 ROM(PROM)	
、可消除的 PROM(EPROM).....	12-11
練習題 12-3.....	12-20
12-4 隨機存取記憶體 (RAM).....	12-21
練習題 12-4.....	12-34
12-5 DRAMS 動態 RAM.....	12-34
練習題 12-5.....	12-45
12-6 記憶細胞.....	12-46
練習題 12-6.....	12-54
12-7 結論.....	12-55
12-8 專有名詞.....	12-56

第十三章 D/A 與 A/D 轉換..... 13-1

13-0 本章要旨.....	13-1
13-1 可變電阻網路 (Variable-resistor network).....	13-2
練習題 13-1.....	13-13-7
13-2 二進制階梯網路.....	13-7
練習題 13-2.....	13-15
13-3 D/A 轉換器.....	13-16
13-4 D/A 轉換器的準確性和解析度.....	13-22
練習 13-4.....	13-24
13-5 A/D 轉換器—同時轉換法.....	13-24
練習題 13-5.....	13-28
13-6 A/D 轉換器 — 計數法.....	13-29
練習題 13-6.....	13-34
13-7 連續型 A/D 轉換器 (Continuous A/D converter).....	13-34
13-8 A/D 技巧.....	13-37

練習 13-8.....	13-40
13-9 雙斜率 A/D 轉換器 (Dual-slope A/D conversion).....	13-40
練習題 13-9.....	13-45
13-10 A/D 轉換器的準確度與解析度.....	13-46
練習題 13-10.....	13-47
13-11 結論.....	13-48
13-12 專有名詞.....	13-48

第十四章 應用..... 14-1

14-0 本章要旨.....	14-1
14-1 多工顯示 (Multiplexing Display).....	14-2
練習題 14-1.....	14-15
14-2 頻率計數器 (A Frequency Counter).....	14-15
練習題 14-2.....	14-19
14-3 時間測量 (Time measurement).....	14-20
練習題 14-3.....	14-23
14-4 與微處理機相容的 ADC.....	14-23
練習題 14-4.....	14-35
14-5 數位電壓表 (Digital voltmeter).....	14-35
練習題 14-5.....	14-42
14-6 結論.....	14-43

附錄 A：二進制、十六進制、..... A-1

附錄 B：2 的補數表示法..... B-1

附錄 C：TTL 裝置..... C-1

附錄 D：數碼..... D-1

附錄 E：索引	E-1
---------------	-----