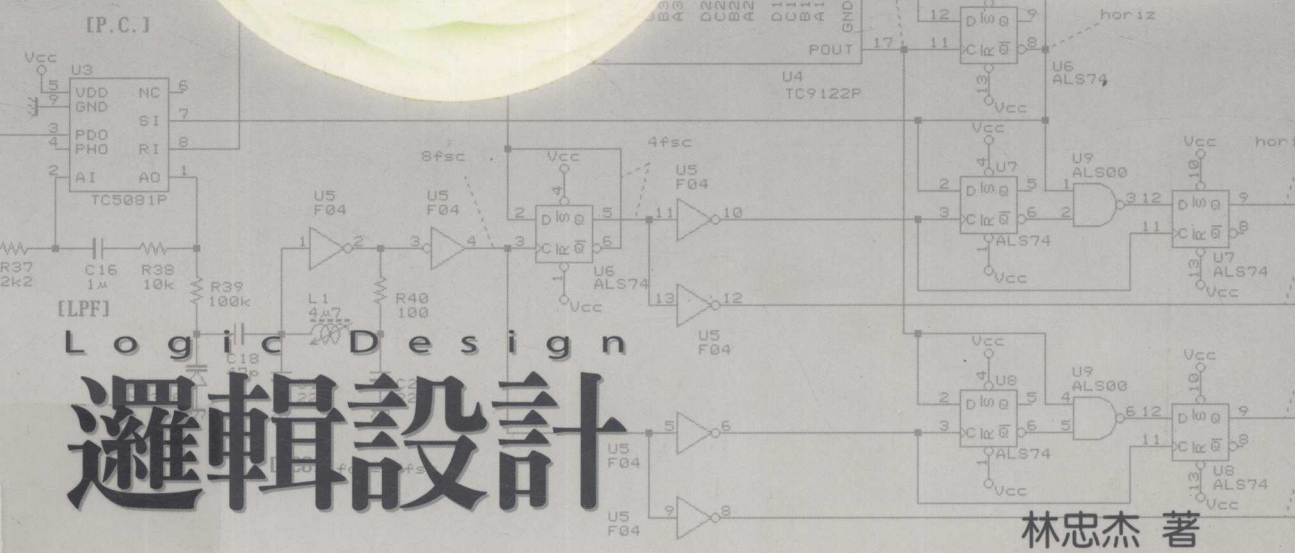
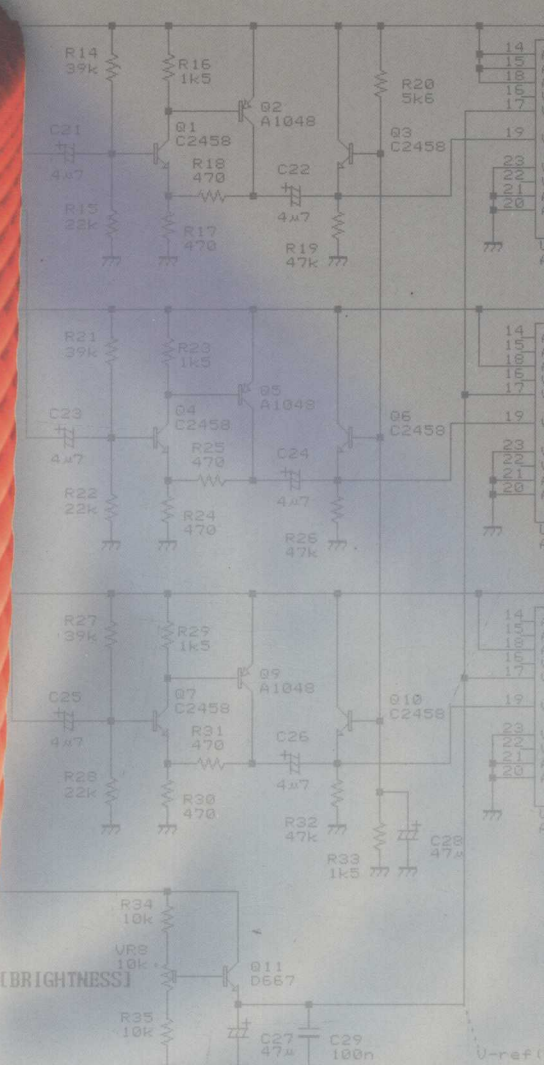
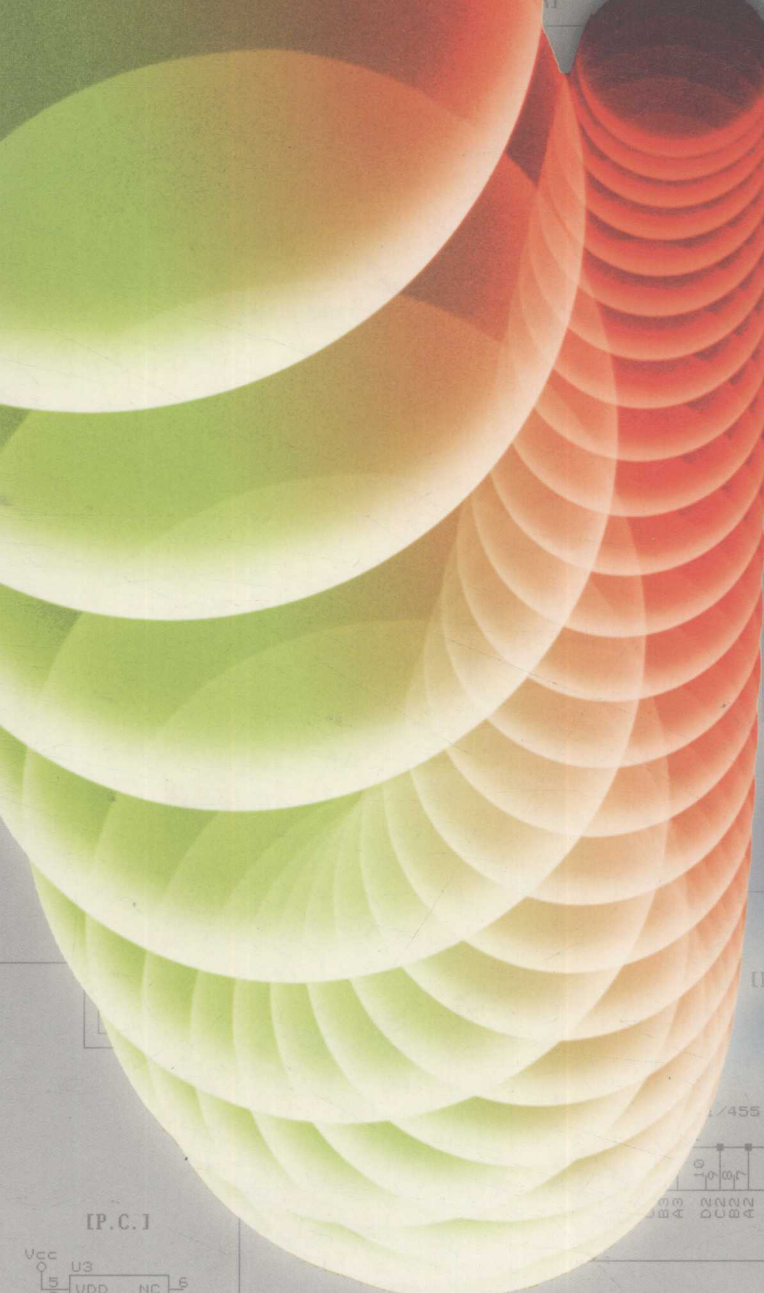




邏輯設計

林忠杰 著

fsc = 3.579545MHz
8fsc = 28.63636MHz
4fsc = 14.31818MHz
2horiz = 8fsc/910 = 31.46853kHz
horiz = 4fsc/910 = 15.73426kHz

邏輯設計

Logic Design

林忠杰 著

光武技術學院電機系副教授

五南圖書出版公司 印行

國家圖書館出版品預行編目資料

邏輯設計 / 林忠杰著. -- 二版. -- 臺北市 :
五南, 2004[民 93]
面 ; 公分
含索引
ISBN 957-11-3507-0(平裝)

1. 積體電路

448.62

92024022

5D17

邏輯設計 *Logic Design*

作 者 林忠杰(138.1)
編 輯 李敏華

出版者 五南圖書出版股份有限公司
發行人 楊榮川
地 址：台北市大安區 106
和平東路二段 339 號 4 樓
電 話：(02)27055066 (代表號)
傳 真：(02)27066100
劃 撥：0106895-3
網 址：<http://www.wunan.com.tw>
電子郵件：wunan@wunan.com.tw

顧 問 財團法人資訊工業策進會科技法律中心

版 刷 2000 年 9 月 初版一刷
2001 年 6 月 初版二刷
2004 年 7 月 二版一刷

定 價 470 元

版權所有・請予尊重

再版序

承蒙各位先進與同仁的愛護，拙著《邏輯設計》一書自出版以來，銷售一直都很穩定，學生亦均有斬獲，作者在此深感誌謝。

書籍初版不免有些疏漏之處，所幸本校電機系先進陳炳照老師、陳宏志老師等授課老師，即時提出修正，並無私地惠予個人寶貴的建議，使得本書再版的內容得以更趨完備與充實。

本次修訂再版，首先感謝五南圖書出版公司的鼓勵支持，還有副總編輯穆文娟小姐的諸多協助，使得本書在設計、編排及印刷都有大幅的改進，讓讀者更易於閱讀，特此銘謝。

新版的修訂，雖力求完美，但遺憾之處仍恐難免，對此尚祈各方教學先進，隨時賜正，以惠學子。

林忠杰

於 2004 年 7 月

序

今日終將累積多年的邏輯設計教學心得匯集成書，期盼拙著能予提供電子、電機技術職業教育的教材發展有些許助益。本書的內容著重於邏輯設計原理，強調理論與實際的結合，讀者若具電子學背景，將有助於部分文章的研讀，但並非絕對必要。本書的編寫是以循序漸進方式引領讀者進入文章主題，並且儘量以範例說明理論基礎與實際應用。

理論基礎課程包括，第一章「導論」說明數位信號與類比信號的差異，第二章「數字系統與文數字碼」介紹數位電路所使用的數字與文字系統及其相關的算術模式，第三章「布林代數」介紹布林代數的基本運算與化簡方法，第四章「邏輯閘基本概念」介紹各種邏輯閘的類型及其家族和特性。

實際應用課程包括，第五章「組合邏輯」討論基本的組合邏輯電路之設計、分析與實作，第六章「正反器」介紹各種正反器的類型及其特性，並且彙整前述章節的內容來製作序向邏輯電路。

在此非常感謝電機系同仁於撰稿期間的惠予協助，更要特別感謝范恆康老師，提供我許多寶貴的經驗及資料。此外，承蒙五南圖書出版公司專業的排版與封面設計，本書方能付梓，於此謹致由衷的謝意。

本書惟恐仍有疏漏與謬誤之處，尚祈讀者先進不吝賜教指正，以便修訂再版時更正是幸。

作者 林忠杰 謹識

光武

2000年8月

序

再版序

第1章 導 論 ————— 1

- 1-1 數位信號定義 3
- 1-2 數位電路與類比電路的應用 5
- 1-3 數位信號的表示方法 6
- 第1章 習題 8

第2章 數字系統與文數字碼 ————— 9

- 2-1 數字系統表示法 12
- 2-2 常用的數碼 41
- 第2章 習題 55

第3章 布林代數 ————— 59

- 3-1 布林代數基礎 61
- 3-2 布林代數的公理與定義 64
- 3-3 布林代數的基本定理 65
- 3-4 布林函數的化簡方法 69
- 3-5 結論 96
- 第3章 習題 98

第4章 邏輯閘基本概念 ————— 101

- 4-1 邏輯閘類型 106
- 4-2 數位積體電路的特性及家族 120

4-3 TTL 電路 133

4-4 CMOS 電路 143

第 4 章 習題 151

第 5 章 組合邏輯 153

5-1 比較器 156

5-2 同位元產生器與偵測器 160

5-3 算術電路 164

5-4 編碼器與解碼器 197

5-5 多工器與解多工器 217

第 5 章 習題 235

第 6 章 正反器 239

6-1 基本的 SR 閥鎖 244

6-2 D 型正反器 253

6-3 T 型正反器 257

6-4 JK 正反器 259

6-5 正反器的參數 262

6-6 正反器的應用 264

6-7 序向邏輯電路概論 296

第 6 章 習題 309

索引 / 313

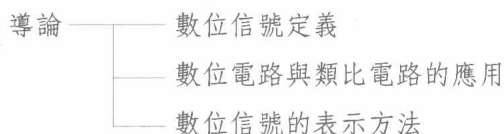
習題解答 / 323

第 1 章



導 論

- 1-1 數位信號定義 3
- 1-2 數位電路與類比電路的應用 5
- 1-3 數位信號的表示方法 6



近年來電子科技日新月異，現代化居家生活中更是充斥了各式各樣的電器用品、安全警報系統及自動空調系統等。構成這些電器系統的重要基礎就是數位電路。除此之外，數位電路更是被廣泛地應用在其他方面，舉凡工業用的自動化生產控制系統、商業用途的計算器，或是一般民生家用的個人電腦……等，無一不跟數位電路息息相關。

拜電子材料技術所賜，半導體工業成長倍增，數位電路的演進更是從早期笨重的真空管電路到複雜的電晶體電路，直至目前的數位積體電路。後者提供了更輕巧、迅速、經濟，性能更優良的電路組合。上述數位電路好像跟現實生活距離好遙遠，其實不然，當一提到「電腦」時，馬上可以想到許多與日常生活緊密結合的用途，例如時下最時髦的電腦網路、塑膠貨幣交易，或是國民身分 IC 卡……等，均和電腦有相當的關聯。

本書不探討深奧的數位電子學，但會討論其基本原理，以下將就其背景加以說明。

1-1 數位信號定義

電子電路信號的操作方式，可以被劃分為類比及數位兩種信號。就電晶體電路而言，類比電路的設計方式是運用小信號在電晶體的線性範圍內操作，目的在使輸入信號忠實地被放大；數位電路的設計方式則是運用大信號在電晶體的非線性範圍內操作（即飽和區及截止區），其目的並不在於放大信號，而是著重於信號的「導通」與「截止」，而將電晶體視為一開關來使用。

由類比信號所記錄的一個類比量是一組連續值，若由數位信號所記錄的一個數位量，則是一組離散值。然而，在自然界中大多數可測量的都是類比量，例如：溫度、壓力、速度及聲音等。假設測量室內某一處空間在某一段時間的溫度變化，如圖 1-1 所示的一條平滑連續曲線。這種連續性的紀錄資料，即為

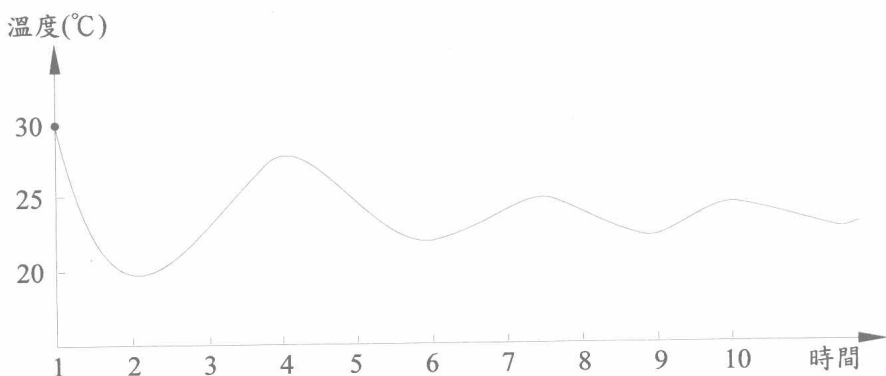


圖 1-1 溫度對時間的類比量為一連續函數值

類比信號。

若將上述的時段分成十等分，然後在每個單位時間內記錄一次溫度資料，如圖 1-2 所示，即在離散時間點處進行溫度取樣。此處每一點的取樣值經過量化處理後，即可用數碼來表現其值。本例題是以 5 位元 ($b_4b_3b_2b_1b_0$) 來表示其對應於該點溫度的二進制數值，例如：10100 即表示 20°C ，10110 即表示 22°C ……等。這些取樣的溫度紀錄是由一群斷斷續續的「ON」與「OFF」信號資料組所構成，稱數位信號。

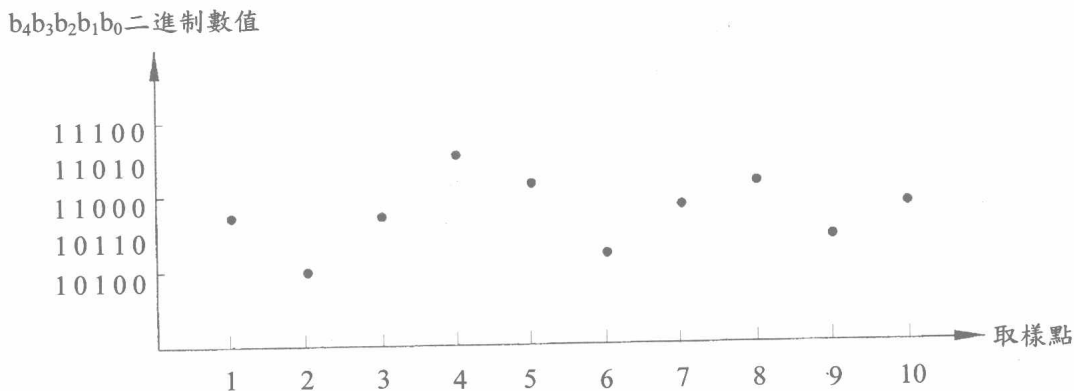


圖 1-2 對應於圖 1-1 連續函數值的取樣紀錄圖

1-2 數位電路與類比電路的應用

由於數位信號方便儲存，而且傳送時不易受到雜訊干擾，越來越多電子信號大多以數位方式處理。然而先前提及大自然界中的物理量，大多是類比量，因此如何有效地處理數位信號和類比信號之間的轉換，則成為一項重要的研究課題。

傳統的錄音方式，均採用類比系統，如圖 1-3 所示。其音源信號經由類比系統的儲存裝置（例如：錄音帶）儲存後再經由擴大器還原聲音信號。由於類比信號傳送過程中很容易受到雜訊干擾，因此很難達到原音重現。

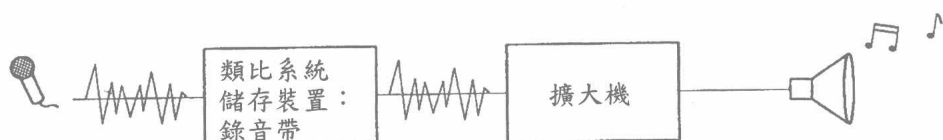


圖 1-3 類比系統錄製與播放聲音信號

圖 1-4 表示採用數位系統的錄音方式。其音源信號經由類比／數位轉換器（A/D Converter），先將類比信號轉換成數位信號，再送到數位系統的儲存裝置（例如：光碟片）儲存。數位信號在送到擴大機之前必須透過數位／類比轉換器（D/A Converter）將數位信號恢復為原來的類比信號，如此才能將原音重現。由於數位信號只有二種準位（0 與 1），故比較不容易被雜訊干擾。至於原音恢復的程度，則取決於數位信號編碼的精確度。

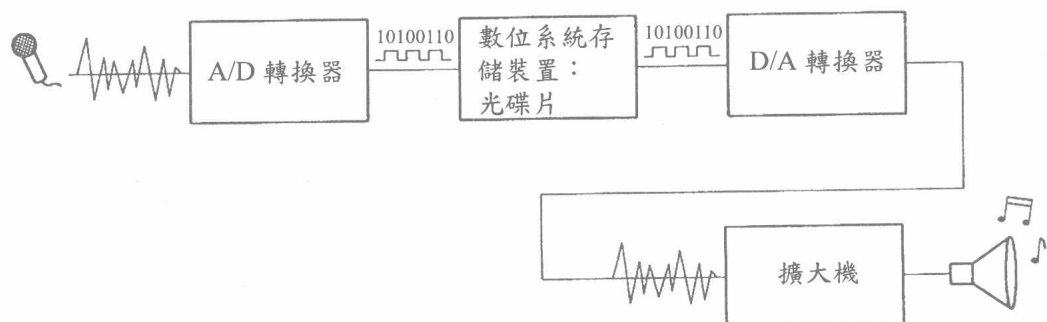


圖 1-4 數位系統錄製與播放聲音信號都必須經過一轉換器才能將原音重現

1-3 數位信號的表示方法

本書所討論的數位信號，大多以電晶體為基礎。畢竟，設計與製造一組只處理二種電壓位準的電晶體電路是比較容易達成的。通常這二種電壓位準分別是 +5V 或 0V，又被稱為高（High）及低（Low），同時也可以用 1 與 0 來表示。常用的數位信號表示方法可以歸納成表 1-1。

表 1-1 常用的數位信號表示方法

開 關	導 通	截 止
電 位	5V	0V
狀 態	高度 (High)	低 (Low)
邏 輯	1	0

由表 1-1 可以知道數位信號只有「高（High）」與「低（Low）」二種不同的狀態，因此可利用二進制數字系統的「1」與「0」來代表其狀態。然而藉著電晶體電路的操作，亦可以用不同的電位來表示其「高（High）」與「低（Low）」不同的狀態。以 TTL 為例，5V 高電位代表「高」亦等於「1」；0V 低電位代表「低」亦等於「0」。如此便可將數學上的運算（包括算術運算與

邏輯運算)轉換成電子電路的動作,這種專門處理數位信號的電路,便稱為數位電路(Digital Circuit)。

藉由這類數位電路的完成,即可處理數學上的 NOT、AND、OR、XOR 等邏輯組合,即可以處理算術運算與邏輯運算。因此,數位電路又稱為邏輯電路(Logic Circuit)。

第 1 章 習題

1. 何謂類比信號？何謂數位信號？
2. 試比較類比電路與數位電路處理信號的方式。
3. 何謂邏輯狀態？

第 2 章

數字系統與文數字碼

2-1 數字系統表示法 12

2-2 常用的數碼 41

