

數位邏輯與 計算機設計 問題詳解

M. M. 馬諾 原著
司徒金波 譯著

曉園出版社
世界圖書出版公司

數位邏輯與 計算機設計 問題詳解

M. M. 馬諾 原著
司徒金波 譯著

曉園出版社
世界圖書出版公司

数位逻辑与计算机设计问题详解

M.M. 马诺 原著

司徒金波 译著

*

晓园出版社出版

世界图书出版公司北京公司重印

北京朝阳门内大街 137 号

北京中西印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经营

*

1994 年 10 月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1994 年 10 月第一次印刷 印张: 9.75

印数: 0001—400 字数: 23.4 万字

ISBN: 7-5062-1988-3/TP·25

定价: 13.80 元 (WB9405/17)

世界图书出版公司已向台湾晓园出版社购得重印权,
限国内发行。

前 言

研習理工的同學，都有一種認識，那就是：一本書的習題往往是該書的精華所在，藉着習題的印證，才能對書中的原理原則澈底的吸收與瞭解。

有鑒於此，曉園出版社特地聘請了許多在本科上具有相當研究與成就的人士，精心出版了一系列的題解叢書，為各該科目的研習，作一番介紹與鋪路的工作。

一個問題的解答方法，常因思惟的角度而異。曉園題解叢書，毫無疑問的都是經過一番精微的思考與分析而得。其目的在提供對各該科目研讀時的參考與比較；而對於一般的自修者，則有啓發與提示的作用。希望讀者能藉着這一系列題解叢書的幫助，而在本身的學問進程上有更上層樓的成就。

編者序

由於科技文明的進步，人類生活已不止一次發生重大改變，而本世紀影響世界文明最深遠的莫過於電腦了，自從第一部電腦問世以來，電腦在各行各業上的應用，已證實了電腦的能力，不但推動了現代科技、經濟及文化的發展，也為我們在未來的展望帶來無比的信心。

數位邏輯問題詳解是我們環台電腦公司全體同仁的集體創作，編譯電腦解答，錯誤在所難免。若有任何問題歡迎來函指正，最後，我們衷心的感謝曉園出版社能為我們出版發行。

環台電腦股份有限公司 謹識

數位邏輯問題詳解 計算機設計

(目 錄)

第一章	二進位系統.....	1
第二章	布耳代數與邏輯閘.....	17
第三章	布耳函數的簡化.....	35
第四章	組合邏輯.....	61
第五章	用MSI與LSI的組合邏輯.....	87
第六章	順序邏輯.....	123
第七章	記錄器、計數器與記憶單位.....	155
第八章	記錄器轉移邏輯.....	185
第九章	處理機邏輯設計.....	209
第十章	控制邏輯設計.....	235
第十一章	計算機設計.....	265
第十二章	微計算機系統設計.....	281
第十三章	數位積體電路.....	297

第一章 二進位系統

1-1 試以 3 為底數，表示出最先 20 個十進位數。

解：0 = 0

1	$\begin{array}{r} 3 \overline{) 1} \\ 0 \cdots \cdots 1 \end{array}$	100	$\begin{array}{r} 3 \overline{) 9} \\ 3 \overline{) 3} \cdots \cdots 0 \\ 1 \cdots \cdots 0 \end{array}$	121	$\begin{array}{r} 3 \overline{) 16} \\ 3 \overline{) 5} \cdots \cdots 1 \\ 1 \cdots \cdots 2 \end{array}$
2	$\begin{array}{r} 3 \overline{) 2} \\ 0 \cdots \cdots 2 \end{array}$	101	$\begin{array}{r} 3 \overline{) 10} \\ 3 \overline{) 3} \cdots \cdots 1 \\ 1 \cdots \cdots 0 \end{array}$	122	$\begin{array}{r} 3 \overline{) 17} \\ 3 \overline{) 5} \cdots \cdots 2 \\ 1 \cdots \cdots 2 \end{array}$
10	$\begin{array}{r} 3 \overline{) 3} \\ 3 \overline{) 1} \cdots \cdots 0 \\ 0 \end{array}$	102	$\begin{array}{r} 3 \overline{) 11} \\ 3 \overline{) 3} \cdots \cdots 2 \\ 1 \cdots \cdots 0 \end{array}$	200	$\begin{array}{r} 3 \overline{) 18} \\ 3 \overline{) 6} \cdots \cdots 0 \\ 3 \overline{) 2} \cdots \cdots 0 \\ 0 \cdots \cdots 2 \end{array}$
11	$\begin{array}{r} 3 \overline{) 4} \\ 3 \overline{) 1} \cdots \cdots 1 \\ 0 \cdots \cdots 1 \end{array}$	110	$\begin{array}{r} 3 \overline{) 12} \\ 3 \overline{) 4} \cdots \cdots 0 \\ 1 \cdots \cdots 1 \end{array}$	201	$\begin{array}{r} 3 \overline{) 19} \\ 3 \overline{) 6} \cdots \cdots 1 \\ 3 \overline{) 2} \cdots \cdots 0 \\ 0 \cdots \cdots 2 \end{array}$
12	$\begin{array}{r} 3 \overline{) 5} \\ 3 \overline{) 1} \cdots \cdots 2 \\ 0 \cdots \cdots 1 \end{array}$	111	$\begin{array}{r} 3 \overline{) 13} \\ 3 \overline{) 4} \cdots \cdots 1 \\ 1 \cdots \cdots 1 \end{array}$		
20	$\begin{array}{r} 3 \overline{) 6} \\ 3 \overline{) 2} \cdots \cdots 0 \\ 0 \cdots \cdots 2 \end{array}$	112	$\begin{array}{r} 3 \overline{) 14} \\ 3 \overline{) 4} \cdots \cdots 2 \\ 1 \cdots \cdots 1 \end{array}$		
21	$\begin{array}{r} 3 \overline{) 7} \\ 3 \overline{) 2} \cdots \cdots 1 \\ 0 \cdots \cdots 2 \end{array}$	120	$\begin{array}{r} 3 \overline{) 15} \\ 3 \overline{) 5} \cdots \cdots 0 \\ 1 \cdots \cdots 2 \end{array}$		
22	$\begin{array}{r} 3 \overline{) 8} \\ 3 \overline{) 2} \cdots \cdots 2 \\ 0 \cdots \cdots 2 \end{array}$				

1-2 依照已知底數而不轉換成十進位，試求下列各數的相加與相乘。

(a) $(1230)_4$ 與 $(23)_4$ 。

(b) $(135.4)_8$ 與 $(43.2)_8$ 。

(c) $(367)_{12}$ 與 $(715)_{12}$ 。

(d) $(296)_{12}$ 與 $(57)_{12}$ 。

解：(a) base 4

$$\begin{array}{r} 1230 \\ + 23 \\ \hline 1313 \end{array}$$

(b) base 6

$$\begin{array}{r} 135.4 \\ + 43.2 \\ \hline 223.0 \end{array}$$

(c) base 8

$$\begin{array}{r} 367 \\ + 715 \\ \hline 1304 \end{array}$$

(d) base 12

$$\begin{array}{r} 296 \\ + 57 \\ \hline 331 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1230 \\ \times 23 \\ \hline 11010 \\ 3120 \\ \hline 102210 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 135.4 \\ \times 43.2 \\ \hline 315\ 2 \\ 4550 \\ \hline 10344 \\ 11314.5\ 2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 367 \\ \times 715 \\ \hline 2323 \\ 367 \\ \hline 3301 \\ 336313 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 296 \\ \times 57 \\ \hline 1766 \\ 11B6 \\ \hline 13706 \end{array}$$

1-3 試分別以底數 3，底數 4，底數 7，底數 8，與底數 16 將十進位數 250.5 轉換。

解： base 3

base 4

base 7

base 8

base 16

(i) 整數部分

$$\begin{array}{r} 3 \overline{) 250} \\ 3 \overline{) 83} \cdots 1 \\ 3 \overline{) 27} \cdots 2 \\ 3 \overline{) 9} \cdots 0 \\ 3 \overline{) 3} \cdots 0 \\ 3 \overline{) 1} \cdots 0 \\ 0 \cdots 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \overline{) 250} \\ 4 \overline{) 62} \cdots 2 \\ 4 \overline{) 15} \cdots 2 \\ 4 \overline{) 3} \cdots 3 \\ 0 \cdots 3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \overline{) 250} \\ 7 \overline{) 35} \cdots 5 \\ 7 \overline{) 5} \cdots 0 \\ 0 \cdots 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \overline{) 250} \\ 8 \overline{) 31} \cdots 2 \\ 8 \overline{) 3} \cdots 7 \\ 0 \cdots 3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \overline{) 250} \\ 16 \overline{) 15} \cdots A \\ 0 \cdots F \end{array}$$

(ii) 小數部分：

$$\begin{array}{r} 0.5 \\ \times 3 \\ \hline 1.5 \\ \times 3 \\ \hline 1.5 \\ \vdots \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.5 \\ \times 4 \\ \hline 2.0 \\ \vdots \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.5 \\ \times 7 \\ \hline 3.5 \\ \times 7 \\ \hline 3.5 \\ \vdots \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.5 \\ \times 8 \\ \hline 4.0 \\ \vdots \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.5 \\ \times 16 \\ \hline 8.0 \\ \vdots \end{array}$$

$(100021.11 \cdots)_3$

$(505.33 \cdots)_7$

$(372.4)_8$

$(FA.8)_{16}$

1-4 試將下列各十進位數字轉換成二進位：12.0625， 10^4 ，673.27 與 1998。

例：12.0625

10^4

673.23

1998

(i) 整數部分

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 12} \\ 2 \overline{) 6} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 3} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 1} \cdots 1 \\ 0 \cdots 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 10000} \\ 2 \overline{) 5000} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 2500} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 1250} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 625} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 312} \cdots 1 \\ 2 \overline{) 156} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 78} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 39} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 19} \cdots 1 \\ 2 \overline{) 9} \cdots 1 \\ 2 \overline{) 4} \cdots 1 \\ 2 \overline{) 2} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 1} \cdots 0 \\ 0 \cdots 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 673} \\ 2 \overline{) 336} \cdots 1 \\ 2 \overline{) 168} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 84} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 42} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 21} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 10} \cdots 1 \\ 2 \overline{) 5} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 2} \cdots 1 \\ 2 \overline{) 1} \cdots 0 \\ 0 \cdots 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 1998} \\ 2 \overline{) 999} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 499} \cdots 1 \\ 2 \overline{) 249} \cdots 1 \\ 2 \overline{) 124} \cdots 1 \\ 2 \overline{) 62} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 31} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 15} \cdots 1 \\ 2 \overline{) 7} \cdots 1 \\ 2 \overline{) 3} \cdots 1 \\ 2 \overline{) 1} \cdots 1 \\ 0 \cdots 1 \end{array}$$

(ii) 小數部分

0.0625

10^4

$= (10011100010000)_2$

0.23

1998

$= (11111001110)_2$

$$\begin{array}{r} \times \quad 2 \\ \hline 0.1250 \\ = \quad 2 \\ \hline 0.2500 \\ = \quad 2 \\ \hline 0.50 \\ = \quad 2 \\ \hline 1.0 \\ = 12.0625 \\ = (1100.0001)_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times \quad 2 \\ \hline 0.46 \\ = \quad 2 \\ \hline 0.92 \\ = \quad 2 \\ \hline 1.84 \\ = \quad 2 \\ \hline 1.68 \\ = \quad 2 \\ \hline 1.36 \\ = \quad \vdots \\ 673.23 \end{array}$$

$= (1010100001.00111 \cdots)_2$

1-5 試將下列各二進位數字轉換成十進位：10.10001，101110.0101，1110101.110，1101101.111。

解：(i) $(10.10001)_2 = 1 \times 2^1 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-5}$

$$= 2 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2^5}$$

$$= \underline{2.53125}$$

$$(ii) (101110.0101)_2 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-4}$$

$$= 32 + 8 + 4 + 2 + \frac{1}{4} + \frac{1}{16}$$

$$= \underline{46.3125}$$

$$(iii) (1110101.11)_2 = 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

$$= 64 + 32 + 16 + 4 + 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4}$$

$$= \underline{117.75}$$

$$(iv) (1101101.111)_2 = 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3}$$

$$= 64 + 32 + 8 + 4 + 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8}$$

$$= \underline{109.875}$$

1-6 試將下列各數字由已知底數轉換成所給的底數。

(a) 十進位 225.225 轉換成二進位，八進位，與十六進位。

(b) 二進位 11010111.110 轉換成十進位，八進位，與十六進位。

(c) 八進位 623.77 轉換成十進位，二進位，與十六進位。

(d) 十六進位 2AC5.D 轉換成十進位，八進位，與二進位。

解：(a) . base 2 base 8 base 16

(i) 整數部分

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 225} \\ 2 \overline{) 112} \cdots 1 \\ 2 \overline{) 56} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 28} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 14} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 7} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 3} \cdots 1 \\ 2 \overline{) 1} \cdots 1 \\ 0 \cdots 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \overline{) 225} \\ 8 \overline{) 28} \cdots 1 \\ 8 \overline{) 3} \cdots 4 \\ 0 \cdots 3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \overline{) 225} \\ 16 \overline{) 14} \cdots 1 \\ 0 \cdots E \end{array}$$

(ii) 小數部分

$$\begin{array}{r}
 0.225 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 \underline{0.450} \\
 2 \\
 \hline
 \underline{0.90} \\
 2 \\
 \hline
 \underline{1.8} \\
 2 \\
 \hline
 \underline{1.6} \\
 2 \\
 \hline
 \underline{1.2} \\
 2 \\
 \hline
 \underline{0.4} \\
 2 \\
 \hline
 \underline{0.8} \\
 \vdots
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 0.225 \\
 \times \quad 8 \\
 \hline
 \underline{1.800} \\
 8 \\
 \hline
 \underline{6.4} \\
 8 \\
 \hline
 \underline{3.2} \\
 8 \\
 \hline
 \underline{1.6} \\
 \vdots
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 0.225 \\
 \times \quad 16 \\
 \hline
 \underline{3.600} \\
 16 \\
 \hline
 \underline{9.6} \\
 16 \\
 \hline
 \underline{9.6} \\
 \vdots
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 \therefore 225.225 &= (11100001.00111001 \dots)_2 = (341.1631 \dots)_2 \\
 &= (E1.399 \dots)_{16}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{(b) } (11010111.110)_2 &= 1 \times 2^7 + 2^6 + 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 1 + 2^{-1} + 2^{-2} \\
 &= 128 + 64 + 16 + 4 + 2 + 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \\
 &= 215.75 \dots \text{base } 10.
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{c}
 (11010111.110)_2 \\
 \begin{array}{cccc}
 3 & 2 & 7 & 6
 \end{array}
 \end{array}
 = \underline{(327.6)}_{16} \dots \text{base } 8$$

$$\begin{array}{c}
 (11010111.110)_2 \\
 \begin{array}{ccc}
 D & 7 & C
 \end{array}
 \end{array}
 = \underline{(D7.C)}_{16} \dots \text{base } 16$$

$$\begin{aligned}
 \text{(c) } (623.77)_8 &= 6 \times 8^2 + 2 \times 8 + 3 + 7 \times 8^{-1} + 7 \times 8^{-2} \\
 &= 384 + 16 + 3 + \frac{7}{8} + \frac{7}{64} \\
 &= (403.984375)_{10} \dots \text{base } 10
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{c}
 (623.77)_8 = \underline{(110010011.111111)}_2 \dots \text{base } 2 \\
 \begin{array}{cccc}
 6 & 2 & 3 & 7 & 7
 \end{array}
 \end{array}$$

$$(623.77)_8 = \frac{(110010011.11111100)_2}{\begin{array}{ccccccc} 1 & 9 & 3 & F & C \end{array}}$$

$$= (193.FC)_{16} \cdots \cdots \text{base } 16$$

$$\begin{aligned} (d) \quad (2AC5.D)_{16} &= 2 \times 16^3 + A \times 16^2 + C \times 16 + 5 + D \times 16^{-1} \\ &= 8192 + 2560 + 192 + 5 + \frac{13}{16} \end{aligned}$$

$$= (10949.8125)_{10} \cdots \cdots \text{base } 10$$

$$(2AC5.D)_{16} = \frac{(0010101011000101.1101)_2}{\begin{array}{ccccccc} 2 & A & C & 5 & D \end{array}}$$

$$= \frac{(10101011000101.1101)_2}{\cdots \cdots \text{base } 2}$$

$$\begin{aligned} (2AC5.D)_{16} &= \frac{010101011000101.110100}{\cdots \cdots \text{base } 8} \\ &= (25305.64)_8 \cdots \cdots \text{base } 8 \end{aligned}$$

1-7 試將下列各數字轉換成十進位：

(a) $(1001001.011)_2$

(e) $(0.342)_6$

(b) $(12121)_3$

(f) $(50)_7$

(c) $(1032.2)_4$

(g) $(8.3)_9$

(d) $(4310)_5$

(h) $(198)_{12}$

解：(a) $(1001001.011)_2 = 2^6 + 2^3 + 1 + 2^{-2} + 2^{-3}$

$$= 64 + 8 + 1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{8}$$

$$= \underline{73.375}$$

(b) $(12121)_3 = 3^4 + 2 \times 3^3 + 3^2 + 2 \times 3 + 1 = \underline{151}$

(c) $(1032.2)_4 = 4^3 + 3 \times 4^2 + 2 + 2 \times 4^{-1} = \underline{78.5}$

(d) $(4310)_5 = 4 \times 5^3 + 3 \times 5^2 + 1 \times 5^1 + 0 = \underline{580}$

(e) $(0.342)_6 = 3 \times 6^{-1} + 4 \times 6^{-2} + 2 \times 6^{-3} = 0.5 + \frac{1}{9} + \frac{1}{108}$

$$= 0.5 + 0.\bar{1} + 0.00\overline{925} \approx \underline{0.62037 \cdots}$$

(f) $(50)_7 = 5 \times 7^1 = \underline{35}$

(g) $(8.3)_9 = 8 + 3 \times 9^{-1} = 8 + \frac{1}{3} = 8.\bar{3} \approx \underline{8.333 \cdots}$

(h) $(198)_{12} = 1 \times 12^2 + 9 \times 12^1 + 8 = \underline{260}$

1-8 試求出下列二進位數字的 1 補數與 2 補數：

1010101, 0111000, 0000001, 10000, 00000。

- 解：
- | | <u>1's 補數</u> | <u>2's 補數</u> |
|----------------|--|--|
| (1) (1010101): | $\Rightarrow (2^7 - 1) - (1010101)_2$
$= \underline{(0101010)_2}$ | $\Rightarrow 2^7 - (1010101)_2$
$= \underline{(0101011)_2}$ |
| (2) (0111000): | $\Rightarrow (2^7 - 1) - (0111000)_2$
$= \underline{(1000111)_2}$ | $\Rightarrow 2^7 - (0111000)_2$
$= \underline{(1001000)_2}$ |
| (3) (0000001): | $\Rightarrow (2^7 - 1) - (0000001)_2$
$= \underline{(1111110)_2}$ | $\Rightarrow 2^7 - (0000001)_2$
$= \underline{(1111111)_2}$ |
| (4) (10000): | $\Rightarrow (2^5 - 1) - (10000)_2$
$= \underline{(01111)_2}$ | $\Rightarrow 2^5 - (10000)_2$
$= \underline{(10000)_2}$ |
| (5) (00000): | $\Rightarrow (2^5 - 1) - (00000)_2$
$= \underline{(11111)_2}$ | $\Rightarrow 2^5 - (00000)_2$
$= \underline{(00000)_2}$ |

1-9 試求出下列十進位數字的 9 補數與 10 補數：

13579, 09900, 90090, 10000, 00000。

- 解：
- | | <u>9's 補數</u> | <u>10's 補數</u> |
|-----------|---|---|
| (1) 13579 | $\Rightarrow (10^5 - 1) - 13579$
$= \underline{86420}$ | $\Rightarrow 10^5 - 13579$
$= \underline{86421}$ |
| (2) 09900 | $\Rightarrow (10^5 - 1) - 09900$
$= \underline{90099}$ | $\Rightarrow 10^5 - 09900$
$= \underline{90100}$ |
| (3) 90090 | $\Rightarrow (10^5 - 1) - 90090$
$= \underline{09909}$ | $\Rightarrow 10^5 - 90090$
$= \underline{09910}$ |
| (4) 10000 | $\Rightarrow (10^5 - 1) - 10000$
$= \underline{89999}$ | $\Rightarrow 10^5 - 10000$
$= \underline{90000}$ |
| (5) 00000 | | |

$$\Rightarrow (10^5 - 1) - 00000$$

$$= \underline{99999}$$

$$\Rightarrow 10^5 - 00000$$

$$= \underline{00000}$$

1-10 試求 $(935)_{11}$ 的 10 補數。

$$\text{解：}(935)_{11} \Rightarrow (11^3 - 1) - 935_{11}$$

$$= (1000 - 1)_{11} - 935_{11} = \underline{(175)_{11}}$$

1-11 試使用(1) 10 補數與(2) 9 補數來執行下列十進位數字的減法。並用直接減法核對其答案。

(a) $5250 - 321$

(c) $753 - 864$

(b) $3570 - 2100$

(d) $20 - 1000$

解：直接減法

10's 補數法

9's 補數法

$$\begin{array}{r} \text{(a)} \quad 5250 \\ - \quad 321 \\ \hline 4929 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5250 \\ + 9679 \\ \hline 1 \underline{14929} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5250 \\ + 9678 \\ \hline 1 \underline{14928} \\ +) \quad \quad \quad 1 \\ \hline 4929 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{(b)} \quad 3570 \\ - 2100 \\ \hline 1470 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3570 \\ + 7900 \\ \hline 1 \underline{11470} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3570 \\ + 7899 \\ \hline 1 \underline{11469} \\ \quad \quad \quad 1 \\ \hline 1470 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{(c)} \quad 753 \\ - 864 \\ \hline - 111 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 753 \\ + 136 \\ \hline 0 \underline{889} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 753 \\ + 135 \\ \hline 0 \underline{888} \end{array}$$

因進位數為 0，故答案為 889 之 10's 補數，取負，即 $\underline{-111}$

因進位數為 0，故取 888 之 9's 補數，再取負號，即 $\underline{-111}$

$$\begin{array}{r} \text{(d)} \quad 20 - 1000 \\ = - (1000 - 20) \\ = - 980 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0020 \\ + 9000 \\ \hline 0 \underline{9020} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0020 \\ + 8999 \\ \hline 0 \underline{9019} \end{array}$$

因進位數為 0，故對 9020 之 10's 補數取負號，即 $\underline{-980}$

因進位數為 0，故對 9019 之 9's 補數取負號，即 $\underline{-980}$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ - \quad 20 \\ \hline 980 \end{array}$$

1-12 試使用(1)2補數與(2)1補數來執行下列二進位數字的減法。並用直接減法核對其答案。

$$(a) 11010 - 1101$$

$$(c) 10010 - 10011$$

$$(b) 11010 - 10000$$

$$(d) 100 - 110000$$

解：

直接減法

2's 補數法

1's 補數法

$$\begin{array}{r} (a) \quad 11010 \\ - \quad 1101 \\ \hline 01101 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11010 \\ + \quad 10011 \\ \hline 1 \underline{) 01101} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11010 \\ + \quad 10010 \\ \hline 1 \underline{) 01100} \\ \quad \quad \quad 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} (b) \quad 11010 \\ - 10000 \\ \hline 01010 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11010 \\ + \quad 10000 \\ \hline 1 \underline{) 01010} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 01101 \\ 11010 \\ + \quad 01111 \\ \hline 1 \underline{) 01001} \\ \quad \quad \quad 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} (c) \quad 10010 \\ - 10011 \\ \hline -00001 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10010 \\ + \quad 01101 \\ \hline 0 \underline{) 11111} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 01010 \\ 10010 \\ + \quad 01100 \\ \hline 0 \underline{) 11110} \end{array}$$

因進位數為0，故取
11111之2's補數取負
值，即 $\underline{-00001}$

因進位數為0，故取
11110之1's補數再取
負值，即 $\underline{-00001}$

$$\begin{array}{r} (d) \quad 000100 \\ - 110000 \\ \hline -101100 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 000100 \\ + \quad 010000 \\ \hline 0 \underline{) 010100} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 000100 \\ + \quad 001111 \\ \hline 0 \underline{) 010011} \end{array}$$

因進位數為0，故對
010100取2's補數的
負值，即 $\underline{-101100}$

進位數為0，故對
010011取1's補數的
負值，即 $\underline{-101100}$

1-13 試用 $(r-1)$ 補數求二數字的減法，以證明第1-5節中所述的方法。

解：M加上N的 $(r-1)$ 's補數得 $M + (r^n - r^{n-m} - N)$

(a)若 $M > N$ 則 $M + (r^n - r^{n-m} - N) > (r^n - r^{n-m})$ 且在 $(n+1)$ 位置中的 r^n 有“端進位”發生。去掉端進位 r^n 將 $(M-N) - r^{n-m} > -r^{n-m}$ ，加 r^{n-m} 至最低有效數位上（即“端迴進位”），即可直接得到答案為正的 $M-N$ 。

(b)若 $M \leq N$ 則 $M + (r^n - r^{n-m} - N) \leq r^n - r^{n-m} \leq 0$ ，因其答案小於等於

0，故對其再取 $(r-1)'$ 的補數。

$$\text{即 } (r^n - r^{-n}) - (M + (r^n - r^{-n} - N))$$

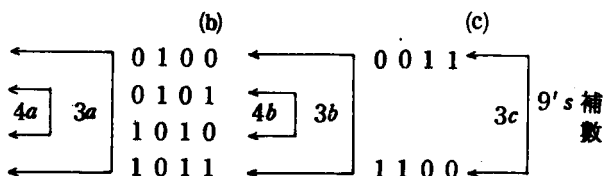
$$= r^n - r^{-n} - M - r^n + r^{-n} + N = -M + N$$

再取負號即 $-(-M+N) = M-N = -(N-M)$

1-14 試以重量碼(a) 3, 3, 2, 1 與(b) 4, 4, 3, -2 對十進數位決定出所有可能的表格，再以 1 變 0 與 0 變 1，求出每個十進數位的 9 補數。

圖：(A) (a)

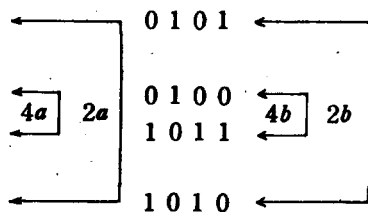
	3	3	2	1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	1	0	0	0
4	1	0	0	1
5	0	1	1	0
6	0	1	1	1
7	1	1	0	1
8	1	1	1	0
9	1	1	1	1



3, 6 有 3 種選擇；4, 5 有 2 種，其餘均為 1 種，故共有六種組合：(1) 3a, 4a (2) 3a, 4b (3) 3b, 4a (4) 3b, 4b (5) 3c, 4a (6) 3c, 4b

(B) 4 4 3 -2

	4	4	3	-2
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1
2	1	0	0	1
3	0	0	1	0
4	1	0	0	0
5	0	1	1	1
6	1	1	0	1
7	0	1	1	0
8	1	1	0	0
9	1	1	1	1



(2, 7) 有 2 種，(4, 5) 有 2 種，其餘 0, 9；1, 8；3, 6 均為一種，故共有四種可能組合情形：

(1) 2a, 4a (2) 2a, 4b (3) 2b, 4a (4) 2b, 4b

1-15 試以(a)BCD, (b)加 3 碼, (c) 2, 4, 2, 1 碼, 與(d)二進位數字, 分別表示十進位數 8620。

(a) <i>B C D</i>					(b)					(c)					(d)				
8	4	2	1		加 3 碼					2	4	2	1		2	8620			
8	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0		2	4310...0			
6	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0		2	2155...0			
2	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0		2	1077...1			
0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0		2	538...1			
															2	269...0			
															2	134...1			
															2	67...0			
															2	33...1			
															2	16...1			
															2	8...0			
															2	4...0			
															2	2...0			
															2	1...0			
																0...1			

(a) 1000011000100000
 (b) 1011100101010011
 (c) 1110110000100000
 (d) (10000110101100):

1-16 一個二進碼使用十個數元以表示十個十進數位。每個數位被指定是九個0與1個1的碼。例如，對於數位6的二進位為0001000000。試求出其他十進數位的二進碼。

	<i>C O D E</i>									
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1-17 試以5421重量，求出底數為12數位的重量二進碼。