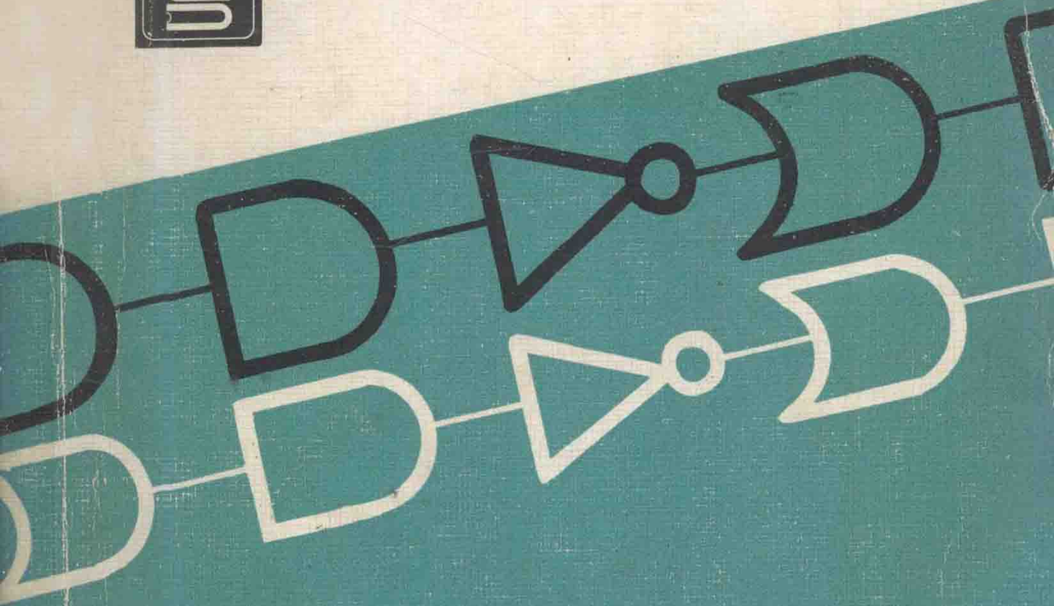
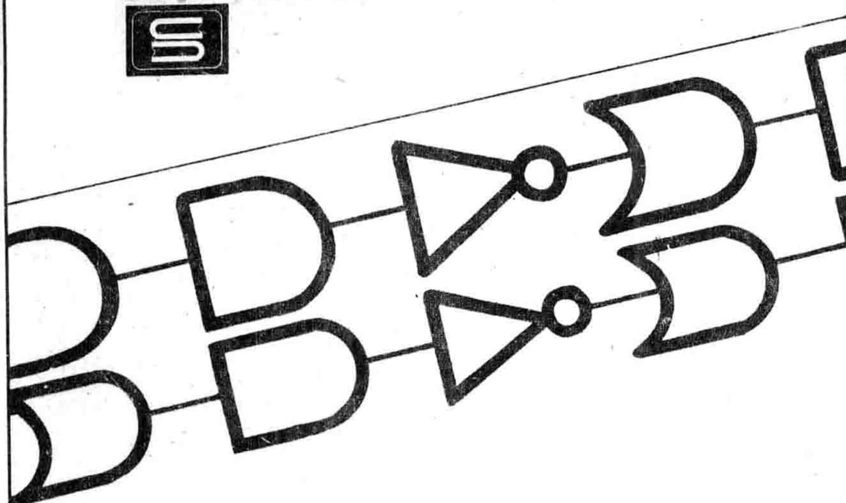
邏輯電路

陳玉龍　編著／信文圖書有限公司印行



邏輯電路

陳玉龍　編著／信文圖書有限公司印行



信文圖書有限公司印行

邏輯電路

陳玉龍　編著

出版者　信文圖書有限公司
北市龍江路76巷20-7號
電話:581-1300·564-1819
郵撥帳號：110820
發行者　詹　儀　正
印刷者　慶福彩色印刷廠
東南亞總經銷　港明書店
香港九龍彌敦道500號2樓
電話:3-302846·3-309095
基價　3 元
海外定價　港幣 16.8 元
再版　中華民國69年7月

謝謝您選購信文圖書！

希望本書能滿足您求知的慾望！

編 輯 大 意

1. 本書係遵照教育部六十三年二月頒佈之「高工電子設備修護科邏輯電路課程標準」編著。
2. 本書全一册，適於高工第三學年上、下學期每週三小時邏輯電路課程講授之用。本書之編撰，係採循序漸進原則，由易而難，由簡而繁，務使學者能觸類旁通，以收舉一反三之效。本書特重分析之法，務使學者能掌握此一犀利工具以嘗試解決實際邏輯電路問題。
3. 波爾代數乃邏輯設計之基礎，波爾代數式之簡化更爲邏輯電路設計以簡馭繁之所繫，故本書除代數運算外，另闢一節詳述各種有系統的簡化方法。
4. 本書理論與實際並重，務使學者能將理論應用於實際邏輯電路問題中，書中所提分析、設計方法皆能夠於實驗中做成，故可配合工場實習，俾得以互相印證。
5. 本書所用邏輯符號係採用目前國內外教科書與工程書籍所最通行者，竭力避免採用業已逐漸廢棄之符號，以免學者增加無謂之紛擾。書中名詞悉依教育部六十年六月公佈之「電子工程名詞」爲準，其未經公佈者，則酌採目前常用之譯名。
6. 本書編有教學手册，專供教師教學之參考。
7. 本書之編撰，雖審愼取捨，並迭經多次之校訂，舛誤之處仍恐難免，敬祈各界先進不吝賜教，俾得於再版時訂正。

編者謹識

66年5月

目　　録

第一章　數目系統

第二章　數位電路

第三章 正反器

第四章 步林代數

第五章 組合邏輯

第六章 二進位計數器

第七章 加 法

第八章 BCD運算

第九章 數碼之轉換及解碼

1

數目系統

1-1 前　言

人類用來記數的方法有很多種。我們日常使用的記數法中，歷史最久而且應用最廣的是十進制的記數法，此因人類利用雙手十指之便，以計算數目，相沿而成一種習慣。

十進制的記數法使用0，1，2，3，4，5，6，7，8，9等十個數字爲基本符號，記法爲每一位只能記到九，每滿〞十〞要記作它左邊相鄰一位的〞一〞，即滿十進位，所以這種記數的系統，稱爲以〞十〞爲底（Radix or Base）的數目系統，或十進位數目系統（Decimal Number System）。

十進數系中有兩種重要觀念，一爲絕對值，一爲位值（Positional or Place Value），絕對值是基本數字0到9各自的數值，位值表示每一對應位置的十的乘方的值。例如1,234.56這個數可表示爲：

$$1,234.56=1\times1,000+2\times100+3\times10+4\times1+5\times\frac{1}{10}+6\times\frac{1}{100}$$

$$=1\times10^3+2\times10^2+3\times10^1+4\times10^0+5\times10^{-1}+6\times10^{-2}$$

1所在位置之位值爲1,000，2所在位置的位值爲100，3所在位置的位值爲10，4所在之位值爲1，5所在位值爲$\frac{1}{10}$，6所在位值爲$\frac{1}{100}$。下表1-1列示十進數系中各位置的名稱及其位值。

表1-1　十進數系位名及位值表

位　名	……	千位	百位	十位	個位		十分位	百分位	千分位	……
位　值	……	10^3	10^2	10^1	10^0		10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	……

十進制並非唯一的記數法，事實上，除1以外，任一自然數（2，3，4……）都可以做底而用來計數。

一般而言，以r爲底的數目系統（即r進位數目系統）來記數，使用0，1，2，………，（r−1）等r個基本數字來表示一個數，每一數字有其對應的絕對值，每一數字所在位置的位值各代表r的若干乘方。用數學式子來表示，即

$$N=a_n\cdots a_1a_0\cdot a_{-1}a_{-2}\cdots\cdots\cdots(r) \qquad (式1\text{-}1)$$

$$=a_n\times r^n+a_{n-1}\times r^{n-1}+\cdots\cdots+a_1\times r^1+a_0\times r^0+a_{-1}\times r^{-1}+a_{-2}\times r^{-2}+\cdots\cdots+a_{-n}r^{-n}+\cdots\cdots \qquad (式1\text{-}2)$$

其中 ‖ a_i 表示0到(r－1)的任一數字
小括弧附脚表示以 r 爲底(即 r 進位)
正、負乘方數用一個小數點隔開
r^0 定義爲1

【例 1-1】：十二進位數目系統：

1. 以12 爲底，滿12 進位。
2. 選用0，1，2，3，4，5，6，7，8，9，A，B，等十二個基本數字來記數。
3. 基本符號代表的數值(絕對值)：0，1，2，3，4，5，6，7 8，9，10(A之值)，11(B之值)。
4. 位值：

…	12^4	12^3	12^2	12^1	12^0	·	12^{-1}	12^{-2}	12^{-3}	12^{-4}	…

5. $N=2A9.36_{(12)}$ 可表示爲

$$N=2\times12^2+10\times12^1+9\times12^0+3\times12^{-1}+6\times12^{-2}$$
$$=2\times144+10\times12+9\times1+0.25+0.05$$
$$=417.3_{(10)}$$ （相當於十進數）

在工程上，特別是在計算機工程方面，二進位及由二進位導出之八進位和十六進位等數目系統被廣泛應用，在本章下面諸節中，將分別討論二進位，八進位和十六進位等數目系統，以及各數系間的轉換。

1-2 二進位數目系統（Binary Number System）

二進位數目系統，以2爲底，只用0，1兩數字爲基本符號，其各位置的位名及位置值如表1-2所示：

表 1-2 二進位數系位名及位值表

位　名	………	八位	四位	二位	個位	小數點	二分位	四分位	八分位	…………
位　值	………	2^3	2^2	2^1	2^0		2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	…………

二進位數系進位方法爲“滿二進一”，所以十進制的 2，在二進制應記爲 10，同理，3 爲 $11_{(2)}$，4 爲 $100_{(2)}$，餘類推。

按照前節所述，一個二進數，例如 $10101_{(2)}$ 可表示爲：

$$
\begin{aligned}
N &= 10101_{(2)} \\
&= 1\times2^4+0\times2^3+1\times2^2+0\times2^1+1\times2^0 \\
&= 1\times16+0\times8+1\times4+0\times2+1\times1 \\
&= 16+0+4+0+1=21_{(10)}
\end{aligned}
$$

關於二進數與十進數間之轉換將在 1-5 節中加以說明。

下表列出二進數與十進數 0 到 32 間的對照關係

表1-3 十進數和二進數對照表

十進數	二進數	十進數	二進數
0	0	16	10000
1	1	17	10001
2	10	18	10010
3	11	19	10011
4	100	20	10100
5	101	21	10101
6	110	22	10110
7	111	23	10111
8	1000	24	11000
9	1001	25	11001
10	1010	26	11010
11	1011	27	11011
12	1100	28	11100
13	1101	29	11101
14	1110	30	11110
15	1111	31	11111
		32	100000

在實際應用上，二進位數系使用的 0，1 兩符號，可用開關中的“開”與“關”，指示燈的“亮”與“滅”，電晶體的“導通”與“截止”等電路狀態來表示；所以二進系統最適宜被用作爲機器語言（Machine Language）。事實上，所有計算機在運算時，都採用二進位數目系統。

二進位的四則運算（加、減、乘、除）和十進位的四則運算大致相同，只要我們注意運算時的進位與借位問題，再依照二進制的加法法則與乘法法則就行了。二進位的加法法則與乘法法則如下：

加法法則	乘法法則
$0+0=0$	$0\times 0=0$
$0+1=1$	$0\times 1=0$
$1+0=1$	$1\times 0=0$

$1+1=10$（即進位到高一次方之位）　　$1\times1=1$

4
進位

下面以四個實例說明二進位四則運算

【例 1-2】 加法

$$\begin{array}{rrl} & 1111 & \leftarrow \text{進位} \\ & 1011 & \text{（被加數）} \\ +) & 1101 & \text{（加　數）} \\ \hline & 11000 & \text{（　和　）} \end{array} \quad \text{相當於} \quad \left(\begin{array}{r} 11 \\ +13 \\ \hline 24 \end{array}\right)_{10}$$

【例 1-3】 減法

$$\begin{array}{rrl} & \text{借位 借位} & \\ & \rightarrow\ \rightarrow & \\ & 1\,0\,1\,0 & \text{（被減數）} \\ -) & 1\,0\,1 & \text{（減　數）} \\ \hline & 1\,0\,1 & \text{（　差　）} \end{array} \quad \left(\begin{array}{r} 10 \\ -\ \ 5 \\ \hline 5 \end{array}\right)_{10}$$

【例 1-4】 乘法

$$\begin{array}{rl} 110 & \text{（被乘數）} \\ \times 101 & \text{（乘　數）} \\ \hline 110 & \\ 000 & \\ 110 & \\ \hline 11110 & \text{（　積　）} \end{array} \quad \left(\begin{array}{r} 6 \\ \times\ \ 5 \\ \hline 30 \end{array}\right)_{10}$$

【例 1-5】 除法

$$
\begin{array}{rll}
 & 1100 & (\text{商}) \\
(\text{除數})\ 110 \big) & 1001000 & (\text{被除數}) \\
 & 110 & \\
\hline
 & 110 & \\
 & 110 & \\
\hline
 & 000 &
\end{array}
\qquad
\left(
\begin{array}{r}
12 \\
6\sqrt{72} \\
72 \\
\hline
0
\end{array}
\right)_{10}
$$

實際上在計算機中減法係利用一種補數方法藉加法運算而得到，這種方法將在7-6 節中加以討論。而乘或（除）法係利用加或（減）法及右（或左）移的重覆週期運算來完成。

1-3 八進位數目系統（Octal Number System）

八進位數目系統以8爲底，基本數字爲0，1，2，3，4，5，6，7等八個數字，位值爲8的各次乘方值，讀者試仿表（1-1）列出八進制中各位置名稱及位值

表1-4 八進數系之位名及位值表

位　名	…………	五一二位	六十四位	八位	個位	小數點	八分位	六十四分位	五一二分位	…………
位　值	…………	8^3	8^2	8^1	8^0		8^{-1}	8^{-2}	8^{-3}	…………

記數時每位只能記到七，“滿八進一”到相鄰的高一次方位。

八進數 $142_{(8)}$，

$$
\begin{aligned}
N &= 142_{(8)} \\
&= 1\times 8^2 + 4\times 8^1 + 2\times 8^0 \\
&= 1\times 64 + 4\times 8 + 2\times 1 \\
&= 64 + 32 + 2 = 98_{(10)}
\end{aligned}
$$

八進數與十進數間轉換上的問題留待1-5節中再做討論

表（1-5）爲八進數與十進數0到 $32_{(8)}$ 間的對照表

表1·5　十進數和八進數對照表

十　進　數	八　進　數	十　進　數	八　進　數
0	0	16	20
1	1	17	21
2	2	18	22
3	3	19	23
4	4	20	24
5	5	21	25
6	6	22	26
7	7	23	27
8	10	24	30
9	11	25	31
10	12	26	32
11	13	27	33
12	14	28	34
13	15	29	35
14	16	30	36
15	17	31	37
		32	40