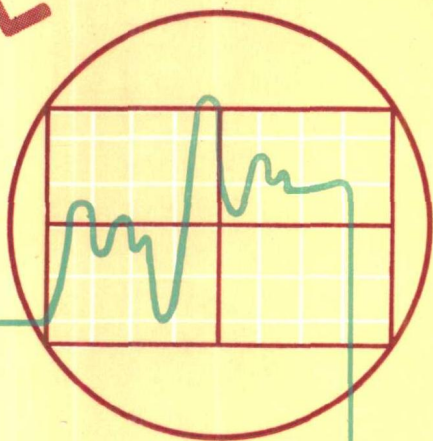


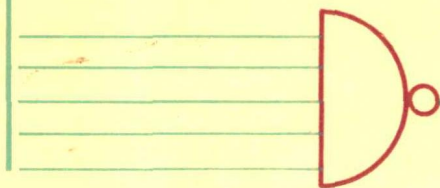


DIGITAL COMPUTERS

原理圖解 電子數字計算機

黎華添編著

香港萬里書店出版



原 理 圖 解
電 子 數 字 計 算 機

黎 華 添 編 著

香 港 萬 里 書 店 出 版

原理圖解電子數字計算機

黎華添 編著

出版者：萬里書店

香港北角英皇道486號三樓

電話：5-632411 & 5-632412

承印者：上海印刷有限公司

香港柴灣利業街20號11樓

定價：港幣十二元

版權所有 * 不准翻印

(一九七七年十二月印刷)

目 次

第 1 章 數字計算機的基本原理	1
十進位齒輪.....	1
進位問題.....	3
記憶、演算、控制.....	4
記憶指令.....	5
電磁式進位開關.....	6
雙穩態電路.....	7
環形計數電路.....	8
電子計算機的組織基礎.....	9
第 2 章 計算機的計數系統	11
數量與脈衝.....	11
十進制和非十進制.....	12
十進制和二進制.....	13
二進位加法.....	14
「1000」等於十進制的「8」.....	15
第 3 章 計算機的語言	17
二進制計算機和十進制計算機.....	17
二進位電碼化的十進位計算機.....	19
補償式計算法.....	20
加三法電碼.....	22
加三法電碼在加法上的應用.....	24

資料檢查.....	25
雙穩態.....	27
並連和串連電碼脈衝訊號輸入.....	30
電子計算機數字句.....	31
工作的形式.....	33
第4章 計算機怎樣進行工作.....	35
計算機的算術.....	35
電子計算機加法示意.....	37
機械計算機的減法.....	39
電子計算機的減法.....	41
電子計算機代數式的處理.....	44
代數式減法.....	47
乘 法.....	48
乘法的控制.....	50
多位數乘法.....	52
除 法.....	54
回置法鑑別餘數.....	56
除法運算控制.....	57
商數計數器.....	59
多位數除法.....	60
代數式乘法和除法運算.....	62
二進位多位數乘法.....	63
二進位多位數除法.....	65
第5章 程序處理.....	67
程序處理如何影響設計.....	67
儲存和運算單位.....	68
內部工作控制系統.....	69
程序處理和工作指令.....	72
程序處理者的工作.....	73

記憶系統的重要性.....	75
記憶系統組織.....	76
第 6 章 計算機的記憶系統.....	78
記憶系統和資料組.....	78
記憶系統的應用.....	82
指令訊號的分析.....	83
四地址系統.....	85
把指令訊號簡化.....	86
第 7 章 閘門電路的作用.....	88
方框圖表示電路.....	88
和閘門電路.....	89
或閘門電路.....	93
第 8 章 雙穩態電路的作用.....	96
雙穩態的作用像蹠板式開關.....	96
雙穩態電路的置位和復位.....	98
雙穩態電路輸出端的含意.....	101
用幾個基本電路建立一個數號比較器.....	102
計數器.....	105
第 9 章 延遲元件、單穩態電路及二極管.....	111
延遲元件.....	111
單穩態電路.....	113
晶體二極管.....	116
晶體二極管的應用.....	117
第10章 採用二極管的「和閘門」及「或閘門」電路.....	122
晶體二極管組成的「和閘門」電路.....	122
晶體二極管組成的「或閘門」電路.....	124
負邏輯「和閘門」及「或閘門」.....	126
第11章 磁環的工作原理.....	128

磁環	128
磁環與雙穩態電路的比較	130
方形磁化特性曲線	132
怎樣讀出磁環內的資料	133
第12章 磁環的傳遞及計數器	138
磁環之間的傳輸訊號	138
磁環狀態的傳遞	139
磁環計數器	141
脈衝暫存於額外的磁環	142
再談延遲電路	143
移位寄存器	145
使磁環的輸出變為連續性	147
第13章 譯碼電路和編碼電路	149
譯碼和編碼	149
譯碼器	150
編碼器	157
1248式編碼	161
磁簧開關	162
第14章 計算機的算術單位	163
計數器的種類	163
移位計數器的工作方式	164
二進位計數器	166
二進式的十進位電路	167
磁環計數器	170
加數器	176
第15章 閘門電路的結構	184
「和」邏輯操作及DTL「和閘門」電路	184
「或」邏輯操作和「或閘門」電路	189

「非」邏輯操作和「非閘門」電路	192
第16章 集成化的邏輯電路	195
二極管—晶體管邏輯電路 (DTL)	195
邏輯電路的電平位移	197
晶體管—晶體管邏輯集成電路 (TTL)	200
電阻—晶體管邏輯電路 (RTL)	203
邏輯電路的組合	206
第17章 「布林」代數、「地摩根」定理及無用項定理	209
「布林」代數	209
「地摩根」定理	216
無用項定理	218
簡化布林代數	220
第18章 邏輯電路的設計	222
第19章 再談加數器	228
半加數器	228
全加數器	230
第20章 計算機的記憶器	234
汞 (水銀) 延遲綫	235
陰極射綫管	236
磁 鼓	238
磁 環	239
幾種記憶元件的比較	240
記憶系統的三種工作速度	242
磁帶尋找資料的情形	243
雙磁頭環路	245
第21章 計算機的磁性記錄	249
磁性記錄的基本原理	249
磁鼓資料讀出原理	253

第22章 寫入與讀出	257
寫入資料放大器	257
讀出放大器	258
磁鼓系統的資料選擇	259
磁環記憶系統	264
記憶器的讀出	269
記憶器的寫入	273
第23章 計算機的時間脈衝	277
計算機時間	277
數句資料的傳送方式	279
在示波器上讀出資料	282
「時間標尺」	284
其他時間脈衝及其用途	285
數字和數句脈衝的產生	289
原始脈衝與記憶系統的同步	290
第24章 輸入輸出單位和印字方法	294
輸入輸出單位	294
印字方法	299

第 1 章 數字計算機的基本原理

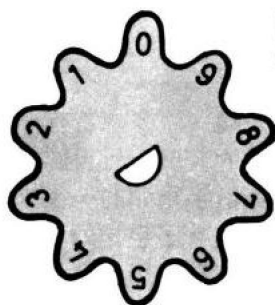
很久以來，人類一直夢想着有一種機器能代替計算工作，隨着社會的發展，這種需要愈加急切。起初，人類計算是靠數手指頭的，後來用小石子或用繩子把珠兒串在一起代替了手指頭。中國古時候更發明了算盤，這種計算工具沿用至今，由於方便快捷，仍為人們所樂用，只是使用算盤作計算工具，要熟練的人才能運用自如，不能作自動的演算。到了1642年帕斯卡（Blaise Pascal）氏發明了最原始的齒輪式計算機。這種計算機可說是今天自動計算機的始祖了。

十進位齒輪

帕斯卡氏的計算機是把十進制的數字安排在一個有十隻齒的齒輪上。每一個齒上順序安排由「0」至「9」的數字。這種輪我們稱為十進位齒輪（參看圖一）。

我們可以利用三個齒輪來記錄三個位的數字。如圖一B，只要把三個齒輪分別撥到箭咀指着6和2及7的數字。這樣就記下了「627」的號碼。如果「627」加「111」又怎樣呢？我們在右手邊的輪上沿箭咀的指

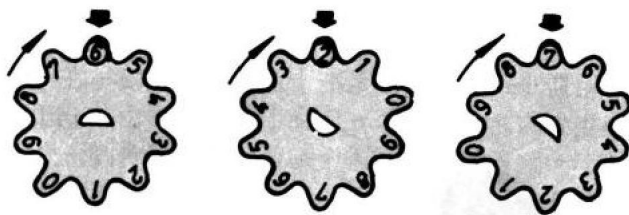
向轉動一齒，即表示加了「1」的號碼進去，這時最右邊齒輪顯示着「8」了。中間的一個和左邊的一個亦同樣轉動一齒以表示加了「1」的數字進去。於是就完成了 $627 + 111 = 738$ 的演算過程了。



十隻齒的齒輪

圖一A

三個十隻齒的齒輪表示(或記憶) 627的數字

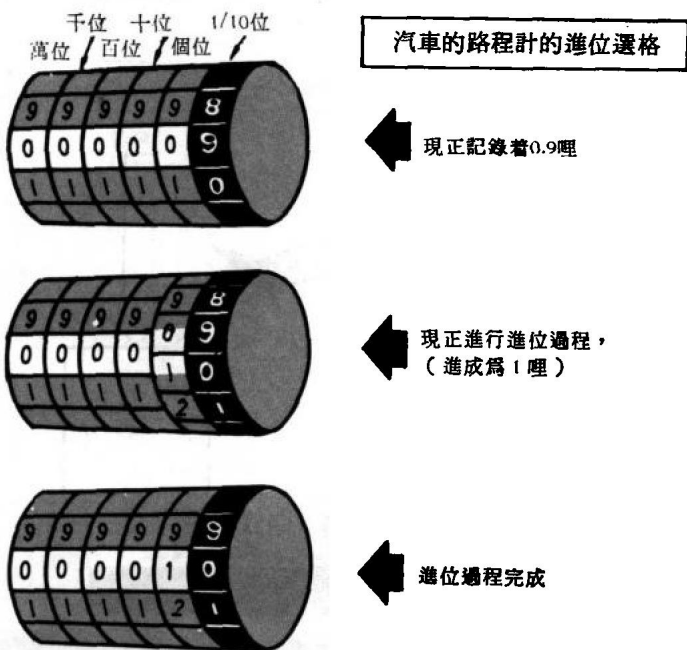


圖一B

進位問題

計算機發展中的最大難題就是如何完善地處理進位問題？若用算盤計算的話，進位是要靠使用算盤的人來操縱。例如遇到 $6+4$ 。他能很技巧地在十位裡加上一枚珠兒表示出「10」的數字來。但是用機械或電子計算機情形就較複雜了，因為缺少了人為的控制。

要明白自動進位的計算工具，我們不妨看看汽車上的路程計。圖二共有六個鼓形的齒輪，當第一個齒

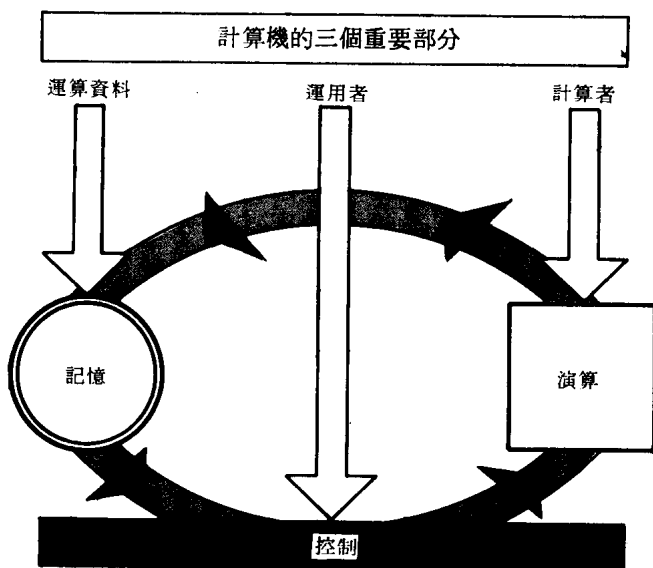


圖二

輪轉到 9 的時候，若再轉多一齒的話，它本身又回復到「0」，同時能自動用一齒推動左邊和它一起的另一輪。使它進一單位數字而表示出「1」的數。這種自動進位的辦法，以前帕斯卡計算機是沒有採用的，直到後來才發明出來。

記憶、演算、控制

在1870年英國 Babbage 氏把計算機劃分為三個重要的部分，就是記憶、演算和控制。記憶是把將要運



圖三

算的資料，預先儲藏好，以便運算過程中隨時可以取出來運用。演算就是把外邊送來的資料和記憶裝置送來的資料加以運算整理。控制就是內部運算過程中的自動系統。資料首先規則地送進記憶裝置，當有需要時就轉送到演算系統去。演算過程完畢後，控制系統會自動把新獲得資料再送回記憶系統裡去。其中過程我們可參看圖三。

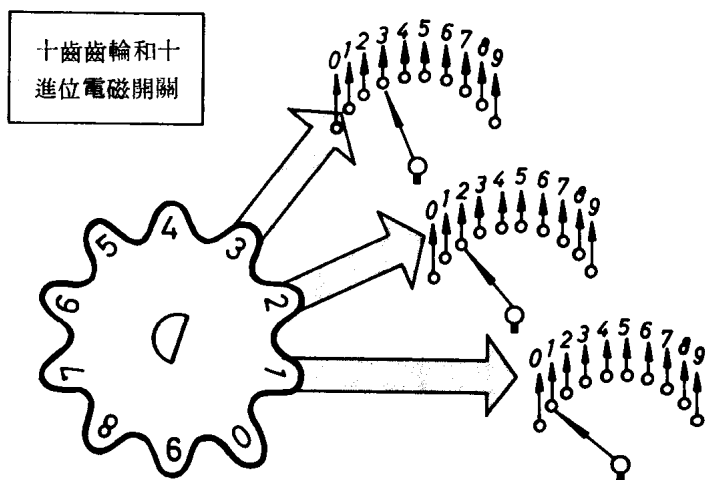
記憶指令

Babbage 氏覺得資料單獨記憶在一處很不方便，對自動化的實現是一障礙。因為要找資料出來是需要一定的時間，這對加快運算速度很不利，同時該機器要知道現在要進行哪一種運算，是「加」、「減」、「乘」或「除」。若是枱式計算機，使用者會懂得應按下資料鍵（如「1+1」他會先按下「1」的鍵）。然後再按下指令鍵（如「1+1」他按下「+」鍵）。若要加快運算速度，按鍵的速度亦要加快，因此 Babbage 氏就認為要加多一個記憶系統，專用來記憶指令的。這和以前所說的記憶系統有別，以前所說的記憶系統我們稱為「資料記憶系統」。現在新的系統我們叫它做「指令記憶系統」（現代的計算機中這兩個記憶系統是合裝在一起的）。當每一項運算完畢後，演算系統會要求指令記憶系統給出下一項的指令。

電磁式進位開關

用齒輪記數字是全機械式的。我們若能利用十進位電磁式進位開關的話，其性能就是電氣化了。當有一短時間的電流輸入時，開關能跳進到下一接點。這種短時的電流我們稱為脈衝電流。每一個電流脈衝輸入該開關的電磁線圈產生一磁場使接點進接到另一接點，這樣順序由「0~9」好像十齒齒輪一樣。若要把「3」這個數字加進十進位電磁式開關的話，我們要供脈衝電流給電磁線圈，如果供給6個脈衝電流的話，開關的接點會跳6下表示出「6」號碼來。

因為由齒輪改進為電磁式連動開關，運算的速度就得以加快，實現自動化就有希望了。



圖四

雙穩態電路

現代的計算機中大量採用雙穩態電路，它們都是電子化的，早期採用電子管，近期則多採用晶體管及集成電路 (Integrated Circuit)，在未了解電子化的雙穩態電路之前，我們先要看看繼電器，它只有兩個狀態，和電子化雙穩態電路相仿。它的接片能從一個接

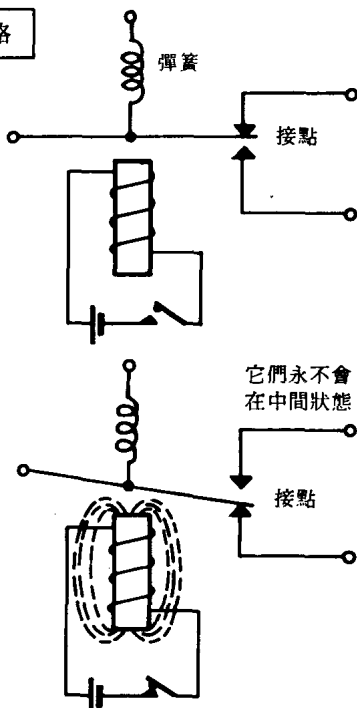
繼電器好像雙穩態電路



雙穩態能在一
穩定狀態中



雙穩態能在另
一穩定狀態中

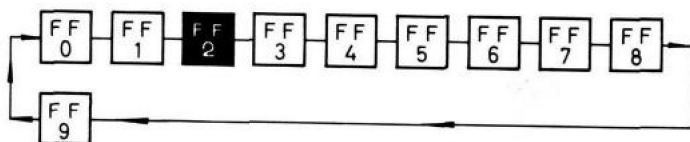


圖五

點跳到另一個接點去，其速度頗高，通常每跳一次約需百分之一秒左右。電子化的速度更高，通常只需百萬分之一秒左右。電子化的雙穩態電路亦只有兩個狀態——「開和關」，這共有兩個狀態的電路後來大量被採用於現代的二進位計算電路中，這種電路在後面我們會詳細討論。現在我們還是看看十進位制度的計算電路吧！

環形計數電路

在1943年 Eniac 氏把機械計算機的裝置變成爲電子化，因爲電子化能大大的增加運算速度。當然，他的設計不用大的資料記憶系統、指令記憶系統和控制及運算系統，以實現全自動化。Eniac 氏的運算裝置是十個雙穩態電路串在一起組成的。這就是著名的環形計數電路，因爲該電路是在電氣上串連着好像一個環珠練子似的。每次能觸發一個雙穩態，好像十齒齒輪的情形一樣。



環形數電路的方框圖，黑底白字的雙穩態正表示「2」的數字。

圖六