



微電腦系統I/O控制實驗

——IBM PC/XT適用

林永裁・鄭美珠 編著

松崗電腦圖書資料有限公司

微電腦系統I/O控制實驗

——IBM PC/XT適用——

林永裁・鄭美珠 編著

松崗電腦圖書資料股份有限公司 印行

松崗電腦圖書資料股份有限公司
已聘任本律師為常年法律顧問，
如有侵害其著作權或其他權益者
，本律師當依法保障之。

長立國際法律事務所

陳 長 律師



微電腦系統I/O控制實驗

——IBM PC/XT適用——

編著者：林永義・鄭美珠

發行人：朱 小 珍

發行所：松崗電腦圖書資料股份有限公司

台北市敦化南路五九三號五樓

電 話：(02) 7082125 (代表號)

郵政劃撥：0109030-8

印刷者：建發印刷設計公司

中華民國七十八年一月初版

中華民國七十八年九月第四版

版權所有



翻印必究

每本定價 280 元整

書號：6101049

本出版社經行政院新聞局核准登記，登記號碼為局版台業字第三一九六號

序

在強而有力的支援軟體與大衆化價格的配合情況下，使得 IBM PC/XT 微電腦系統成爲目前最受歡迎的個人電腦，也令其在微電腦控制領域理所擔任的角色愈形重要，基於此，筆者乃將平日教學講義加以整理編纂成冊，以方便對 I/O 控制有興趣者學習。

本書可分爲硬體基礎介紹，I/O 控制基礎實驗與 I/O 控制應用三大部份，硬體基礎部份包含第 1～5 章主要是介紹微電腦系統及其支援晶片的基本結構，對 I/O 介面設計有興趣者是最佳的參考材料。I/O 控制基礎實驗包含第 6～8 章，它是瞭解微電腦系統及其支援晶片動作原理的不二法門，讀者不可忽略，I/O 控制應用包含第 9～12 章。

本書之控制程式以組合語言爲主，因此在閱讀本書之前必須具備組合語言之基礎。書中最大特色是，在每一章節中都提供各種不同的解決技巧與方法，以適合各種不同的控制需求，其內容詳實，可作爲初學者熟習硬體課程之教材，亦可作爲有關課程更進一步研究之基礎。

本書雖力求完美，然筆者才疏學淺、疏漏之處難免，尙祈先進不吝指正賜教。

林永裁 謹識
鄭美珠

1989 年 1 月於台北

目 錄

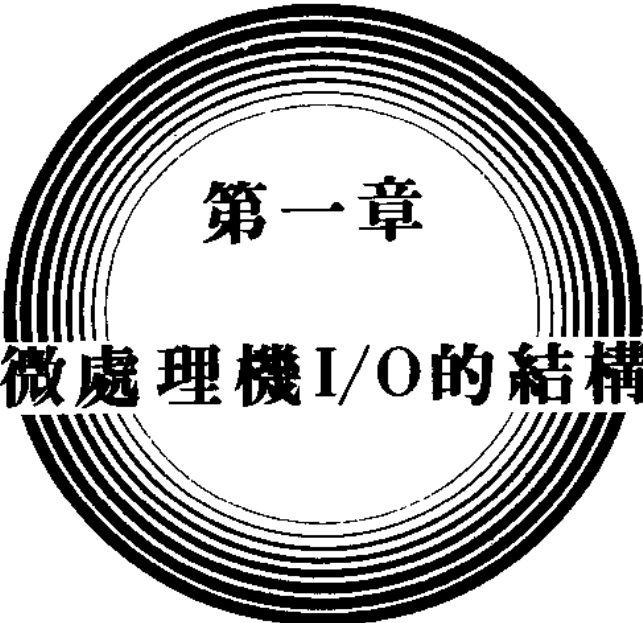
第一章 微處理機 I/O 的結構	1 - 1
1 - 1 I/O 的定址	1 - 2
1 - 2 IBM PC/XT 的 I/O 結構	1 - 4
1 - 3 主機板上 I/O 的位址	1 - 6
1 - 4 擴充槽上 I/O 的位址	1 - 7
1 - 5 擴充槽的結構與通道的訊號	1 - 9
1 - 6 系統匯流排之負載、驅動能力與使用通則	1 - 15
第二章 系統中斷	2 - 1
2 - 1 簡 介	2 - 2
2 - 2 8088 中斷的結構	2 - 3
2 - 3 PC/XT 中斷的結構	2 - 12
2 - 4 8259 A 中斷控制器的結構	2 - 14
2 - 5 8259 A 的軟體規劃	2 - 19
2 - 6 更改 ICW _s 和 OCW _s 的影響	2 - 29
2 - 7 PC/XT 系統中斷擴充的規劃	2 - 30
第三章 8255 A 可規劃週邊介面	3 - 1
3 - 1 功能簡介	3 - 2

3 - 2	8255 A 晶片接腳與內部結構	3 - 2
3 - 3	8255 A 的操作命令	3 - 8
3 - 4	8255 A 位元設定 / 清除命令	3 - 12
3 - 5	操作模式的特性	3 - 13
3 - 6	讀取 C 埠的意義	3 - 25
3 - 7	應 用	3 - 26
第四章	8253(8254) 可規劃計時 / 計數器	4 - 1
4 - 1	簡 介	4 - 2
4 - 2	8253 (8254) 界面	4 - 3
4 - 3	8253 (8254) 的規劃	4 - 6
4 - 4	模式定義	4 - 8
4 - 5	規劃的步驟	4 - 26
4 - 6	讀取計數器的操作	4 - 27
第五章	I/O 實驗卡的製作	5 - 1
5 - 1	簡 介	5 - 2
5 - 2	I/O 實驗卡電路	5 - 2
5 - 3	測驗 I/O 實驗卡	5 - 12
第六章	基本輸出 / 入埠實驗	6 - 1
6 - 1	簡 介	6 - 2
6 - 2	實驗一 跑馬燈	6 - 3
6 - 3	實驗二 升降梯模擬	6 - 9
6 - 4	實驗三 數位 IC 測試器	6 - 17
6 - 5	實驗四 七段顯示器	6 - 28
6 - 6	實驗五 多工顯示器	6 - 39
6 - 7	實驗六 LED 點矩陣顯示器	6 - 50

6 - 8	實驗七 掃描式鍵盤.....	6 - 74
第七章 交握式資料傳輸..... 7 - 1		
7 - 1	簡 介.....	7 - 2
7 - 2	實驗一 8255A MODE 1 交握式資料輸入.....	7 - 4
7 - 3	實驗二 中斷交握式資料輸入.....	7 - 12
7 - 4	實驗三 交握式資料輸出.....	7 - 20
7 - 5	實驗四 中斷交握式資料輸出.....	7 - 26
7 - 6	實驗五 雙向交握式資料傳輸.....	7 - 33
第八章 可規劃計時 / 計數器的應用..... 8 - 1		
8 - 1	簡 介.....	8 - 2
8 - 2	實驗一 方波產生器.....	8 - 3
8 - 3	實驗二 中斷式時鐘.....	8 - 5
8 - 4	實驗三 中斷式交通號誌控制器.....	8 - 14
第九章 步進馬達控制系統..... 9 - 1		
9 - 1	簡 介.....	9 - 2
9 - 2	步進馬達之控制原理.....	9 - 5
9 - 3	實驗 步進馬達的控制.....	9 - 10
第十章 數位 / 類比轉換器 (DAC)..... 10 - 1		
10 - 1	簡 介.....	10 - 2
10 - 2	DAC - 08 介紹.....	10 - 11
10 - 3	實驗一 鋸齒波產生器.....	10 - 14
10 - 4	實驗二 可程式化準位控制器.....	10 - 22
第十一章 類比 / 數位轉換器 (ADC)..... 11 - 1		

11 - 1	簡 介	11 - 2
11 - 2	ADC的結構	11 - 2
11 - 3	ADC - 0804 介紹	11-12
11 - 4	ADC與微電腦系統介接的方法	11-17
11 - 5	實驗一 電壓的測量	11-23
11 - 6	實驗二 電阻的測量	11-31
11 - 7	實驗三 溫度的測量	11-38
第十二章 EPROM 規劃器 12 - 1		
12 - 1	簡 介	12 - 2
12 - 2	M5 L 2764K的操作模式	12 - 4
12 - 3	規劃器的設計	12-11
附錄A 8086 / 8088 指令集 A - 1		
A - 1	依字母順序排列之指令集	A - 2
A - 2	依功能分類之指令集	A - 24
附錄B MS - DOS INT 21H系統功能 B - 1		
B - 1	功能分類	B - 2
B - 2	功能呼叫參數	B - 9
附錄C IBM PC BIOS 參考資料 C - 1		
C - 1	IBM PC BIOS 插斷處理常式	C - 2
C - 2	螢幕 INT 10H之各項函數呼叫	C - 11
C - 3	磁碟 I/O INT 13H之各項函數呼叫	C - 17
C - 4	RS 232 I/O INT 14H之各項函數呼叫	C - 19
C - 5	鍵盤輸入 INT 16H之各項函數呼叫	C - 22
C - 6	印表機 INT 17H之各項函數呼叫	C - 23

C - 7	時鐘 INT IAH之各項函數呼叫.....	C-25
C - 8	IBM PC ASCII 碼字符集.....	C-28



第一章

微處理機I/O的結構

1-2 微電腦系統 I/O 控制實驗

微處理機之 I/O 結構可分為兩大類，其一為輸入 / 輸出埠映對式 I/O (input/output port mapped I/O)，另一則是記憶體映對式 I/O (memory mapped I/O)。這兩種結構最大的差異性在於前者必具有獨立的 I/O 指令，其記憶體定址與 I/O 定址是獨立的；而後者對 I/O 定址與對記憶體定址則完全一樣，因為此類的微處理機沒有 I/O 指令，曾經盛行一時的 APPLE II 所使用的微處理機——6502，以及 68000 系列就是屬於這種結構。而本書所要討論的 IBM PC/XT，它使用的 8088 微處理機是屬於輸入 / 輸出埠映對式 I/O 的結構。

1-1 I/O 的定址

微處理機系統的基本輸入 / 輸出結構方塊圖如圖 1 - 1 所示。在微電腦控制應用領域裏，I/O 埠可依實際的需要修定其定址方式，因此，我們可將這些 I/O 埠分為下列四種：

1. 定址埠 (addressed port)
2. 裝置 / 埠 (device/port)
3. 線性定址埠 (linear addressed port)
4. 記憶體映對埠 (memory mapped port)

這四種不同的 I/O 埠是依不同的定址方式而定的。在定址埠中每一埠均有一唯一的位址。而在裝置 / 埠中，每一裝置可能具有兩個以上的 I/O 埠，例如，在 ADC、DAC 中，我們爲了提高解析度必須增加轉換器的位元數，但若位元數超出了微處理機所能處理的範圍時，我們必須增加一個 I/O 埠，也就是說，一個 DAC 裝置或 ADC 裝置具有兩個 I/O 埠。在某些應用中，若我們所需要的 I/O 埠不多時，爲了節省硬體材料、縮小空間，我們可以採用線性定址埠，線性定址埠的特點是：我們直接以 I/O 位址匯流排來選擇 I/O 埠，一條位址線選擇一個埠，此種結構最大的好處是我們不需要解碼電路，即可完成 I/O 埠的定址，但它的缺點是，所能定址的埠太少，如以 8088 微處理機爲例，它有 16 條 ($A_{15} \sim A_0$) I/O 位址匯流排，若配合 $\overline{IOR}$ 、 $\overline{IOW}$ 兩條控制匯流排使用，我們可定址 16

個輸出埠及 16 個輸入埠，其結構方塊如圖 1 - 2 所示。在某些應用中，若你不想使用 I/O 映對式的結構，也可選擇記憶體映對埠，使用這種結構必須牢記 I/O 埠所佔的記憶體空間，以免相互混淆，在記憶體映對埠的設計中，也可以使用定址埠（一個埠佔一個記憶位址）及裝置 / 埠（一個裝置佔用兩個或兩個以上的記憶位址）。

注意：在記憶體映對埠的應用中，線性定址埠幾乎是不可能的，而在某些微處理機必須使用記憶體映對埠，如 6502、68000 等。

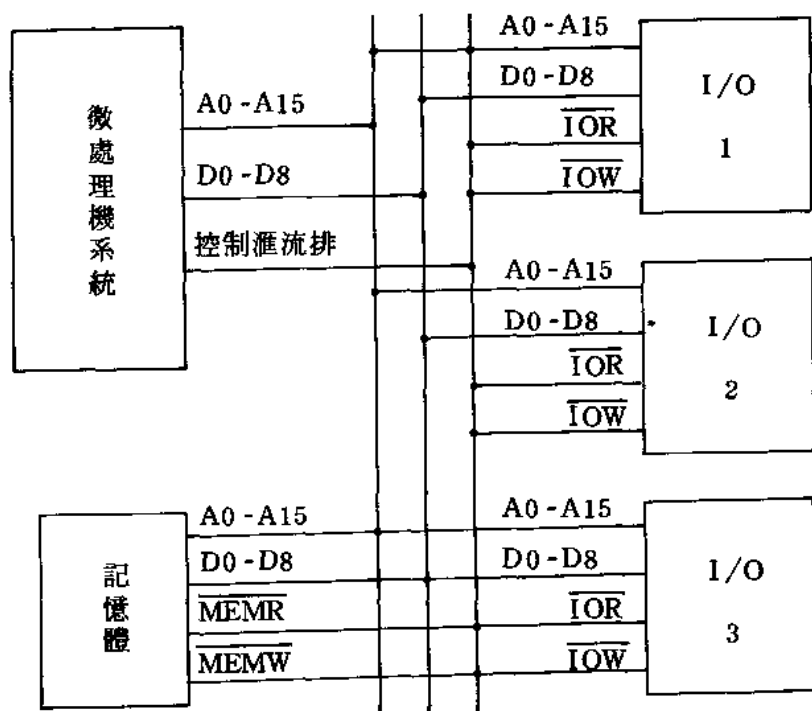


圖 1 - 1 微處理機系統基本 I/O 結構方塊圖

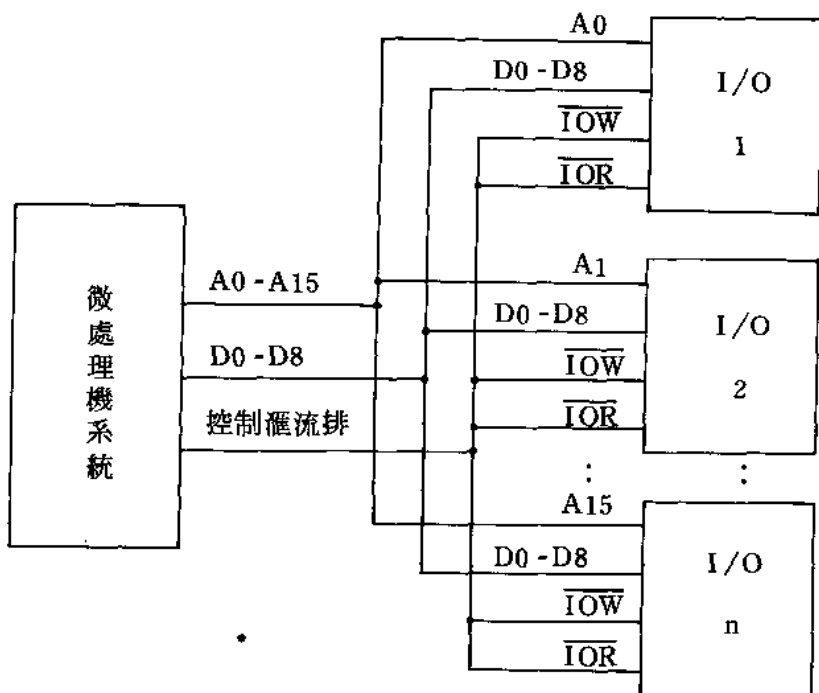


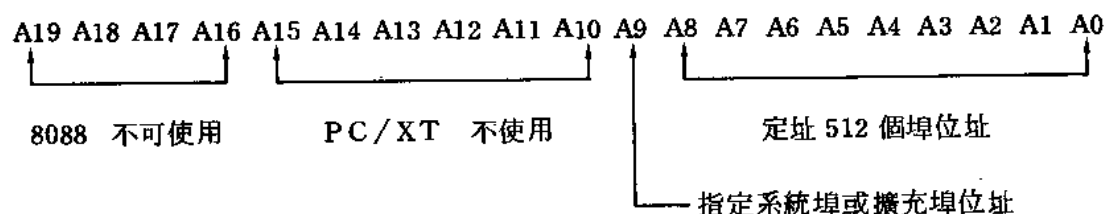
圖 1 - 2 微處理機系統線性選擇 I/O 埠結構方塊圖

1-2 IBM PC/XT 的 I/O 結構

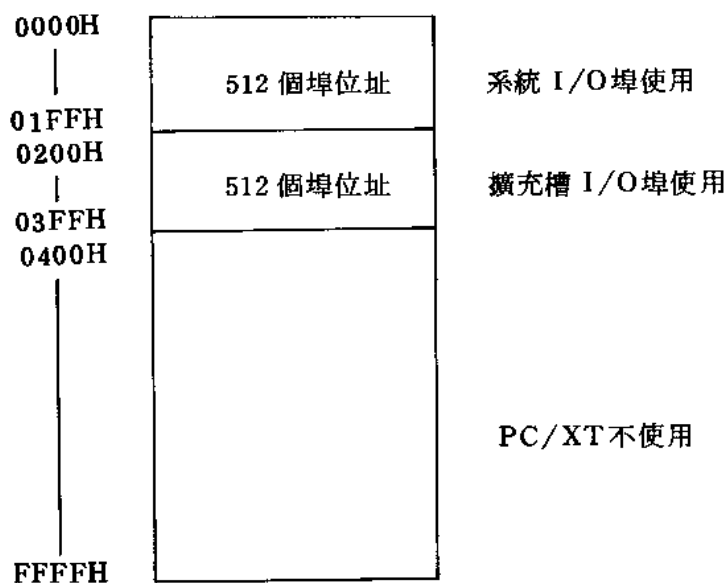
IBM PC/XT 的 I/O 裝置都是經由輸入 / 輸出埠來傳送資訊或控制命令的。這些 I/O 埠都必須介於 8088 微處理機所能定址的空間。8088 微處理機的 I/O 定址是利用位址匯流排 $A_0 \sim A_{15}$ ，可定址的範圍是 $0000H \sim FFFFH$ 共有 65536 個輸入及輸出埠，但在 IBM PC/XT 中只利用 $A_0 \sim A_9$ 十條位址線，所以可定址的 I/O 埠為 $0000H \sim 03FFH$ ，共可定址 1024 個輸入及輸出埠，亦即使用不完全解碼方式。

IBM PC/XT 的 I/O 埠可分為兩部份，其一是系統主機板上的 I/O 埠，另一是擴充槽 (slot) 上使用的 I/O 埠。PC/XT 以 A_9 來區別這兩類的 I/O 埠

，當 $A_9 = 0$ 時表示其位址為系統主機板上的 I/O 埠，反之，當 $A_9 = 1$ 時表示其位址為擴充槽上的 I/O 埠。因此，在 1K 的 I/O 空間裏，0000H ~ 01FFH 為系統 I/O 埠，而 0200H ~ 03FFH 為擴充槽上的 I/O 埠，各佔用 0.5K，其位址分配方式如圖 1-3 所示。



(a) I/O 位址線之分配方式



(b) I/O 埠位址空間

圖 1-3 IBM PC/XT 8088 之 I/O 埠之定址方式

1-3 主機板上 I/O 的位址

IBM PC/XT 之系統主機板使用了許多 I/O 埠，如系統計時的 8253、處理中斷的 8259A、多功能週邊介面的 8255A 及直接記憶體存取（DMA）控制器 8237-5 等的內部暫存器，而這些晶片主要是用來支援系統的正常運作，如動態記憶體的刷新、鍵盤輸入及使喇叭發聲等等。系統主機板使用 I/O 埠的配置位址如圖 1-4 所示。值得注意的是：雖然自 00C0H 至 01FFH 這段空間已分配給系統使用，但系統主機板目前並未使用這些 I/O 埠位址，因此，在設計 I/O 時可將這些位址當成系統輸入／輸出埠來使用。

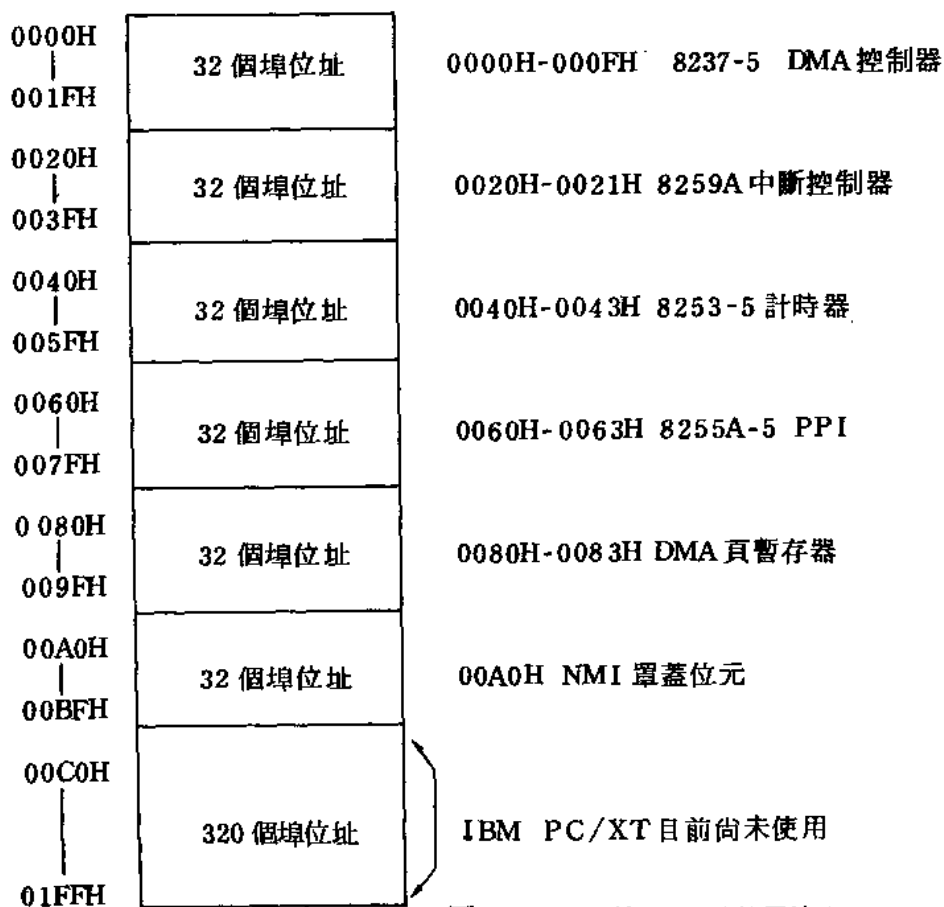


圖 1-4 系統 I/O 埠使用情形

1-4 擴充槽上 I/O 的位址

IBM PC/XT 的第二部份 I/O 埠自 0200H 至 03FFH 分配給擴充槽使用，不論是 IBM 公司或其他廠家所設計的各類週邊介面卡，若使用 I/O 映對式位址，均使用此段 I/O 空間。PC/XT 週邊裝置通常使用 I/O 式位址，目前已有的週邊介面卡已經用去了一部份的位址。

值得注意的是：在設計 I/O 卡或 I/O 控制時，若 PC/XT 已使用了該位址，或你已設計某一介面卡已使用某一位址，便不能再重複使用，否則兩卡共用一個位址，便無法同時使用，因此，最好是根本不動用已使用的 I/O 位址。擴充槽上 I/O 位址目前使用的情形如表 1 - 1 所示。

表 1-1 I/O 位址的使用情形

起始位址	結束位址	位址數	使 用 情 形
0200H	0200H	1	未使用
0201H	0201H	1	GAME 卡
0202H	020FH	14	未使用
0210H	0217H	8	擴充單元
0218H	021FH	8	未使用
0220H	024FH	48	保留
0250H	0277H	40	未使用
0278H	027FH	8	第二個印表機介面卡
0280H	02EFH	112	未使用
02F0H	02F7H	8	保留
02F8H	02FFH	8	次要的非同步通訊
0300H	031FH	32	原型卡
0320H	032FH	16	硬式磁碟機介面卡
0330H	0377H	72	未使用
0378H	037FH	8	印表機介面卡
0380H	038CH	13	SDLC 或 BSC *
038DH	039FH	19	未使用
03A0H	03A9H	10	BSC 介面卡
03AAH	03AFH	6	未使用
03B0H	03BFH	16	單色顯示與印表機介面卡
03C0H	03CFH	16	保留
03D0H	03DFH	16	彩色與繪圖介面卡
03E0H	03EFH	16	未使用
03F0H	03F7H	8	軟式磁碟介面卡
03F8H	03FFH	8	非同步通訊介面卡

* 次要的 BSC 使用 0380H - 0389H 十個位址，因此兩卡不能同時使用。