

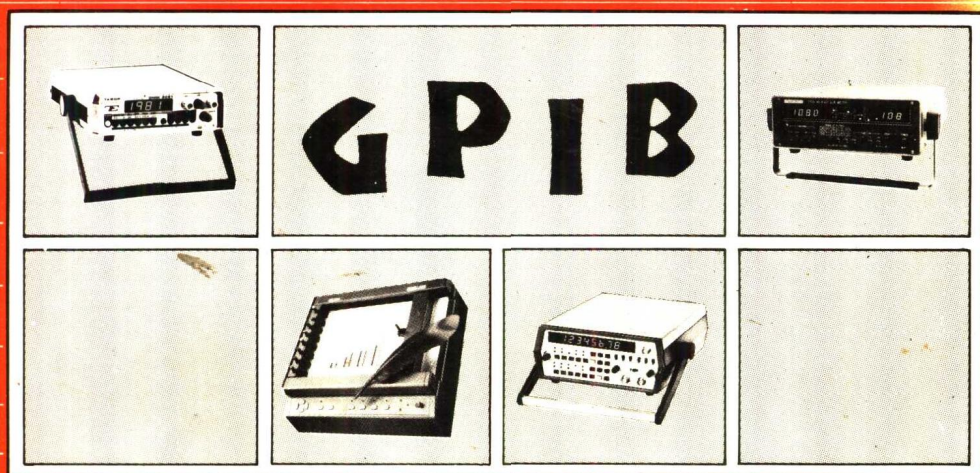
大 專 用 書

微電腦自動量測系統

——含週邊設備——

編著 謝勝治

第二版



總經銷 全華科技圖書公司

微電腦自動量測系統

(含週邊設備)

編著 謝勝治

672796

中儀科技圖書出版社

版權所有



翻印必究

微電腦自動量測系統

(含週邊設備)

中華民國七十四年一月出版

中華民國七十五年一月再版

著作者：謝勝治

發行人：賴茂富

出版者：中儀科技圖書出版社

地 址：台北市安和路149號9樓

電 話：7090946.7096727.7082266

連絡處：精之群科技實業有限公司

地 址：高雄市民權一路34號8F之1

電 話：3353163(代表)

總經銷：全華科技圖書股份有限公司

地 址：台北市龍江路76巷20-2號

電 話：5811300.5811362.5811347

印刷者：鼎泰彩色印刷有限公司

行政院新聞局局版台業字第貳玖柒陸號

特 價：新台幣220元

240元

序

由於電腦科技進步日新月異，使得微電腦已成為每一實驗室中必備的設備。如何將微電腦應用在量測上，組成自動量測系統，以達到實驗室自動化之目標，一直是多年來工程與研究人員所追求的理想。

謝勝治老師依據教育部72年公佈之工業專科學校電子工程科課程標準，編寫完成「微電腦自動量測系統」一書，為國內第一本有關自動量測方面之書籍，深值參考。

本書為了配合教育部之課程標準，特別於第一、二章加入字碼與 I / O 裝置，第三章以後為本書之主題——即 IEEE-488 (GPIB) 標準介面之介紹。IEEE-488 介面滙流排為自動量測中最普遍的介面，目前已為國際間通用之標準。由於具有此一介面之微電腦已大量普及，且價格劇降，另外 GPIB 儀器也日益普遍，使得以微電腦配合電子儀器來做 IEEE-488 自動量測系統已成為實驗室自動化的主流，面對着此一趨勢，大專電子電機科系學生需學習有關自動量測與 IEEE-488 標準介面，平日打下根基，才能在日後善用電腦為自動化的工具。

國內工業的升級，有賴自動化之大量推廣與利用，而此種推廣需從教育紮根做起，謝勝治老師以「微電腦自動量測系統」一書，踏出了第一步，編寫的過程雖然辛苦，然而若能以此書在國內自動化的園地拋磚引玉，讓更多的人一起來耕耘，則作者必感欣慰，讓我們拭目以待。

賴 茂 富 謹識

民國 74 年 1 月 23 日

編者序

本書共分爲七章，由週邊設備導向自動量測系統，因此若把本書做爲自動量測系統之教材，可依章節次序而進行，若已修過週邊設備，則可略去第一、二章，由第三章開始。

如果把本書做爲週邊設備之教材，則依序教第一、二、三、四章，至於第五、六、七章可視時間之許可與否決定。

本書中的第五章，除了有志於從事 GPIB 硬體設計者須把整章詳讀，否則，可略去 § 5-2 以後各節。

第七章內所列之程式，均依據實際之儀器執行且測試完成。

本書之完成，萬分謝謝台大賴教授茂富暨台北中儀科技公司，高雄精之群科技公司王總經理茂源及其公司同仁，提供我寶貴的資料。也謝謝幫忙整理資料的幾位學生，在此致上無盡的謝意，更感謝內人，給予精神上的鼓勵。

謝 勝 治（炎龍）

民國 74 年 1 月於高雄

目 錄

第一章 字碼	1
§ 1-0 前 言	1
§ 1-1 各種計算用、通訊用字碼介紹	1
§ 1-1-1 ASCII	1
§ 1-1-2 EBCDIC	4
§ 1-1-3 Hollerith Code	6
§ 1-1-4 Bar Code	7
§ 1-1-4-1 UPC	7
§ 1-1-4-2 m - 出 - n 元素桿碼	8
§ 1-1-5 群編碼 (Group Coded)	9
§ 1-1-6 Error - Detecting Codes	10
§ 1-1-7 Error-Correcting Codes	11
第二章 介面輸入及輸出裝置	15
§ 2-1 鍵盤 (Keyboard)	15
§ 2-1-1 十六進位制鍵盤 (Hexdecimal Keyboard)	15
§ 2-1-2 ASCII 鍵盤	19
§ 2-2 TTY (電傳打字機)	21
§ 2-3 電傳打字機之動作與構造	24
§ 2-4 電傳打字機輸入輸出特性	25
§ 2-5 卡式錄音機介面	29
§ 2-5-1 塔貝爾雙重相位介面 (BELLTAR BIPHASE INTER-FACE)	29

§ 2-5-2	肯薩斯市(Kansas)卡式錄音帶介面	31
§ 2-6	CRT顯示器介面	38
§ 2-6-1	字母的產生	39
§ 2-6-2	轉換串列視頻信號	41
§ 2-6-3	重現記憶器	45
§ 2-6-4	單晶方CRT控制器	46
§ 2-6-4-1	CRT控制器的功能	46
§ 2-6-4-2	Motorola 6845 CRTC	48
§ 2-7	軟性磁碟介面	49
§ 2-7-1	工作原理	49
§ 2-7-2	典型軟性磁碟的規格	49
§ 2-7-3	迷你軟性磁碟的規格	50
§ 2-7-4	磁碟格式化	50
§ 2-7-5	迷你軟性磁碟的特性	51
§ 2-8	磁碟驅動器的基本介面信號	52
§ 2-8-1	軟性磁碟驅動器	52
§ 2-9	磁碟驅動器的動作	53
§ 2-9-1	磁頭定位	54
§ 2-9-2	讀／寫控制	56
§ 2-9-3	資料轉移	56
§ 2-9-4	磁碟驅動器	57
§ 2-9-5	移至另一磁軌	57
§ 2-10	磁碟的讀取與寫入	59
§ 2-10-1	實 例	60
§ 2-10-2	磁碟狀態的信號	62
§ 2-10-3	磁碟其它可附加的特性	63
§ 2-10-4	資訊記錄	64
§ 2-10-5	相位鎖定振盪器	66

§ 2-10-6	基本的 FDC 程式	66
§ 2-10-7	磁頭饋入原理	66
§ 2-10-8	加上電源	66
§ 2-10-9	更新扇形的資料	67
§ 2-11	印字機	67
§ 2-11-1	印字機分類	67
§ 2-11-2	印字機符元組	69
§ 2-11-3	完全組成式符元的一次一符元碰撞式印字機	69
§ 2-11-4	關於完全組成式符元的一次一列碰撞式印字機	75
§ 2-11-5	完全組成式符元的一次一行不碰撞式印字機	78
§ 2-11-6	點矩陣式印字機	80
§ 2-11-7	一次一符元碰撞式點矩陣印字機	84
§ 2-11-8	一次一行碰撞式點矩陣印字機	87
§ 2-11-9	不碰撞式點矩陣印字機	89
§ 2-11-10	紙張操作	96
§ 2-12	繪圖機	97
§ 2-12-1	標誌與掃描方法	98
§ 2-12-2	紙張移動	100
§ 2-12-3	桌面與自由直立繪圖機 (Tabletop & Free-Standing Plotters)	102
§ 2-12-4	專用繪圖機：自動草圖系統 (Automatic Drafting Sys - tems)	104
§ 2-12-5	製圖程式 (Systems Plotters)	105
§ 2-13	紙帶閱讀機 (Paper - Tape - Reader)	107
§ 2-14	磁條信用卡閱讀機 (Magnetic - Stripe - Credit - Card Ca- rd Reader)	110

第三章 儀器之標準介面

115

§ 3-1	儀器標準介面之需要和用途	115
-------	--------------------	-----

§ 3-2	電子計算機與儀器連接之介面邏輯與電路	117
§ 3-3	自動測試系統介紹	119
§ 3-3-1	AG-4303 LCR Meter (ANDO ELECTRIC CO., LTD.)	119
§ 3-3-2	9810 Programmable IEEE Power supply (TIME ELECTRONICS LTD.)	125
§ 3-3-3	Model ITC-3 High Resolution Counter (SIGMOTER INTERNATIONAL CORP.)	129
§ 3-3-4	數字式頻率合成函數信號產生器 (DFS-1, DFS-2)	134
§ 3-3-5	DMM-3021 $3\frac{1}{2}$ Digit Multimeter	137

第四章 IEEE-488 標準介面 141

§ 4-1	IEEE-488 發展歷史	141
§ 4-2	IEEE-488 儀器之分類	142
§ 4-2-1	TALKER (發言者)	142
§ 4-2-2	LISTENER (收聽者)	142
§ 4-2-3	CONTROLLER (控制者)	143
§ 4-3	IEEE-488 介面之信號線	143
§ 4-3-1	介面管理信號線 (Interface Management Lines)	144
§ 4-3-2	交握信號線 (Handshake Lines)	145
§ 4-3-3	資料線 (Data Lines)	147
§ 4-4	交握過程 (Handshake Process)	148
§ 4-5	IEEE-488 之介面函數	151
§ 4-6	IEEE-488 介面之規範和特性	154
§ 4-7	介面訊息之分類和敘述	158

第五章 IEEE-488 硬體結構 163

§ 5-0	前 言	163
-------	-----------	-----

§ 5-1	硬體結構	163
§ 5-2	8291 各脚的功能	164
§ 5-3	8291 內部暫存器之功能	166
§ 5-3-1	資料暫存器 (Data Register)	168
§ 5-3-2	中斷暫存器 (Interrupt Register)	169
§ 5-3-3	串列輪詢暫存器 (Serial Poll Register)	176
§ 5-3-4	位址暫存器 (Address Register)	177
§ 5-3-5	命令通過暫存器 (Command Pass Through Register) ...	181
§ 5-3-6	輔助模式暫存器 (Auxiliary Mode Register)	182
§ 5-4-6-1	內部計數器 (Internal Counter)	185
§ 5-3-7-1	輔助暫存器 A (Auxiliary Register A)	186
§ 5-3-7-2	輔助暫存器 B (Auxiliary Register B)	188
§ 5-3-7-3	並列輪詢法則 (Parallel Poll Protacal)	189
§ 5-3-8	順序終了暫存器 (End Of Sequence ; EOS ; Register)	190
§ 5-4	重置的程序 (Reset Procedure)	191
§ 5-5	使用DMA	192
§ 5-6	系統的架構 (System Configuration)	193

第六章 執行與時序之關係 203

§ 6-0	前 言	203
§ 6-1	OPEN Statement	203
§ 6-1-1	一次位址及二次位址 (Primary Address & Secondary Address) 的時序	203
§ 6-1-2	只有一次位址的時序	207
§ 6-2	PRINT Statement	208
§ 6-2-1	一次位址及二次位址的時序	209
§ 6-2-2	只有一次位址的時序	211

§ 6-2-3	PRINT 後資料載訊 (Data Burst) 的時序	212
§ 6-2-4	PRINT 之除址時序 (Unaddressing Timing)	214
§ 6-3	CMD (Command) Statement	215
§ 6-3-1	一次位址及二次位址的時序	218
§ 6-3-2	只有一次位址的時序	219
§ 6-3-3	資料轉移的時序	220
§ 6-3-4	CMD 除址時序 (Unaddress Timing)	222
§ 6-4	SAVE Statement	222
§ 6-4-1	匯流排事務處理範例	224
§ 6-4-2	一次位址及二次位址的時序	224
§ 6-4-3	資料轉移的時序	226
§ 6-5	INPUT Statement	228
§ 6-5-1	一次位址及二次位址的時序	229
§ 6-5-2	只有一次位址的時序	231
§ 6-5-3	轉移資料的時序	232
§ 6-5-4	INPUT 除址時序	234
§ 6-6	LOAD Statement	236
§ 6-6-1	匯流排事務處理的時序	236
§ 6-7	GET Statement	238
§ 6-7-1	一次位址及二次位址的時序	241
§ 6-7-2	只有一次位址的時序	243
§ 6-7-3	資料載訊 (Data Burst) 的時序	243
§ 6-7-4	GET 除址時序 (Unaddress Timing)	243
§ 6-8	CLOSE Statement	245
§ 6-8-1	定址時序	247

第七章 應用 249

§ 7-1	儀器的定址	249
-------	-------------	-----

§ 7-1-1	發言者與收聽者的定址法	249
§ 7-2	BASIC 指令的說明	249
§ 7-2-1	PET 型	249
§ 7-2-2	APPLE II 7490A GPIB 介面卡	250
§ 7-3	實 例	254
§ 7-3-1	PET型微電腦的軟體設計	254
§ 7-3-2	APPLE II 型微電腦的軟體設計	269
§ 7-4	APPLE II 9914 GPIB 卡	297
§ 7-4-1	匯流排輸入 / 輸出順序	306
§ 7-5	IBM TECMAR PC-Mate IEEE-488 Interface 卡	309

第一章 字碼

§ 1-0 前 言

爲了適應不同的輸入輸出及不同的輸入／輸出週邊裝置，我們就得用不同的 0 與 1 組合方式來表示所要代表的符號及控制動作。在本章我們將詳細介紹目前較常用的字碼，及其轉換和傳輸方式。

§ 1-1 各種計算用、通訊用字碼介紹

本節將介紹一般常用的、計算用及通訊用字碼

- 1、ASCII
- 2、EBCDIC
- 3、Hollerith code
- 4、Bar code
- 5、Group code
- 6、Error-Detecting code
- 7、Error-Correcting code

§ 1-1-1 ASCII

ASCII 爲美國資訊交換標準碼 (American Standard Codes For Information Interchange) 的簡寫，用 7 個數元的 0 與 1 組合以代表不同文數碼與命令 (如表 1-1 所列)，爲目前運用最廣的一種輸入／輸出碼，此碼一般用在打孔紙帶，磁帶，鍵盤，高速印字機及電傳打字機等各種並列 (Parallel) 或串列 (Serial) 的輸入／輸出裝置。

由表 1-1 知一般用 7 個數元的 0 與 1 的組合來代表 128 個命令與符號，如省掉 $b_7b_6b_5$ 中的 000 與 001 行，就變成 96 符元的 ASCII。再省掉 111 及 110 行 (即省掉小寫字母)，就變爲 64 符元的 ASCII，再省掉 010 行，就變

爲 48 符元的 ASCII。也有用 8 個數元的 ASCII 組合，不過這個另加的數元（ b_8 ），並不是用來作編碼用，而是用來作爲核對錯誤與否用。也就是所謂的同位元（Parity bit）。

最高有效數位 (MSB)

最低有效數位 (LSB)	b ₇ b ₆ b ₅	0 0 0	0 0 1	0 1 0	0 1 1	1 0 0	1 0 1	1 1 0	1 1 1
	b ₄ b ₃ b ₂ b ₁	Controls		Characters					
	0 0 0 0	NUL	DLE	SP	0	@	P		p
	0 0 0 1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
	0 0 1 0	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
	0 0 1 1	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
	0 1 0 0	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
	0 1 0 1	ENO	NAK	%	5	E	U	e	u
	0 1 1 0	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
	0 1 1 1	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
	1 0 0 0	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
	1 0 0 1	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
	1 0 1 0	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
	1 0 1 1	VT	ESC	+	;	K	{	k	{
	1 1 0 0	FF	FS	,	<	L	\	l	:
	1 1 0 1	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1 1 1 0	SO	RS	.	>	N	↑	n	~	
1 1 1 1	SI	US	/	?	O	-	o	DEL	
128 個 ASCII 字元組									
96 個 ASCII 字元組									
64 個 ASCII 字元組									
48 個 ASCII 字元組									

至於表中各種控制碼的意義，分述如下：

NUL (Null)：沒有符元，用在儲存媒介中當添補空格用。

SOH (Start Of Heading)：用以指示一標題 (Heading)的開始。(此標題可能是位址，也可能是一般的訊息)

STX (Start Of Text)：用以指示本文 (Text) 的開始，也用來指示標題的結束。

ETX (End Of Text)：用以指示本文的終止。(此本文是以 STX 為開始的本文)

EOT (End Of Transmission)：用以指示傳輸的終止，它可能包括一個以上帶有標題的本文。

ENQ (Enquiry)：對遠端的詢問信號，相當於問“你是誰？”要求對方鑑定它自己。

ACK (Acknowledge)：由接收端裝置送回對傳輸 (發射) 端裝置的認同，在輪詢 (Polling) 中以此告訴傳輸 (發射) 裝置其訊號已收到。

BEL (Bell)：用以控制鈴聲或其它引人注意的裝置，提醒使用者注意。

BS (Backspace)：指示印字裝置或顯示游標後移一格。

HT (Horizontal Tabulation)：指示印字裝置或顯示游標移到預先設定的水平位置。

LF (Line Feed)：表示印字裝置或顯示游標移到下一列 (即報表紙前進一列)。

VT (Vertical Tabulation)：表示印字裝置或顯示游標移到預先設定的垂直位置。

FF (Form Feed)：指示印字裝置或顯示游標移到下一頁或下一圖框的開始位置。

CR (Carriage Return)：指示印字裝置或顯示游標移到同列的開頭。

SO (Shift Out Bit)：指示在此命令後的字碼組合，成為非標準符元 (Character) 組合，直到再接受 SI 為止，才能恢復成標準的符元組合。

SI (Shift In Bit)：指示在此命令後的字碼組合，重新回到標準型的符元組合。

4 微電腦自動量測系統 (含週邊設備)

DLE (Data-Link Escape Character) : 指示在此命令後的符元改變了原來的含意, 以提供多餘的控制或以任何數目之數元組合而成的資料符元的傳送。

DC₁, DC₂, DC₃, DC₄ (Device Control) : 用以控制附屬裝置或特殊功能的週邊裝置。

NAK (Negative Acknowledgment) : 由接收裝置傳送符元, 指示接收裝置對傳送裝置輪詢的“負”反應。

SYN (Synchronous / Idle) : 用在同步傳送系統以達到同步的目的, 當無資料傳送時, 就連續的送出 SYN 同步訊號。

ETB (End Of Transmission Block) : 在通訊時, 指示一段資料的結束。若為分段資料, 當此資料被處理時, 並不需分段格式。

CAN (Cancel) : 指示先前的資料必須捨棄, 一般在必須去掉錯誤時用。

EM (End Of Medium) : 表示磁帶, 卡片或其它傳輸媒介的終端, 也可能只表示所要部份或所指部份的終端。

SUB (Substitute) : 代替錯誤或無效的符元。

ESC (Escape) : 此命令用以改變緊接此命令後的某些特殊命令的正常含義。

FS (File Separator), GS (Group Separator), RS (Record Separator), US (Unit Separator) : 此等命令可隨意用在分離資料上。

§ 1-1-2 EBCDIC

EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Intechange Code) 為利用 8 個 0 與 1 的組合來表一文數碼或命令, 此種字碼的部分格式如表 1-2 所示。

此 8 數元可分為二部份, 前 4 個數元具有區位數元 (Zone Bits) 之作用, 後 4 個數元具有數位數元 (Digits Bits) 之作用。

【表 1 - 2】EBCDIC

二進位制 十六進位 文數碼			二進位制 十六進位 文數碼			
0123	4567		0123	4567		
0100	1101	4B		0111	97	p
1000	0001	81		1000	98	q
	0010	82		1001	99	r
	0011	83	.	.	.	.
	0100	84	.	.	.	.
	0101	85	1010	0000	A0	
	0110	86		0001	A1	
	0111	87		0010	A2	s
	1000	88		0011	A3	t
	1001	89		0100	A4	u
	1010	8A		0101	A5	v
1010	0110	A6	1110	0010	E2	S
		.		0011	E3	T
		.		0100	E4	U
1100	0000	C0		0101	E5	V
	0001	C1		0110	E6	W
	0010	C2		0111	E7	X
	0011	C3		1000	E8	Y
	0100	C4		1001	E9	Z
	0101	C5	.	.	.	.
	0110	C6	.	.	.	.
	0111	C7	.	.	.	.
	1000	C8	1111	0000	F0	0
	1001	C9		0001	F1	1
.	.	.		0010	F2	2
.	.	.		0011	F3	3
.	.	.		0100	F4	4
1101	0000	D0		0101	F5	5
	0001	D1		0110	F6	6
	0010	D2		0111	F7	7
	0011	D3		1000	F8	8
	0100	D4		1001	F9	9
	0101	D5		.	.	.
	0110	D6		.	.	.
	0111	D7		.	.	.
	1000	D8				
1101	1001	D9				
		R				