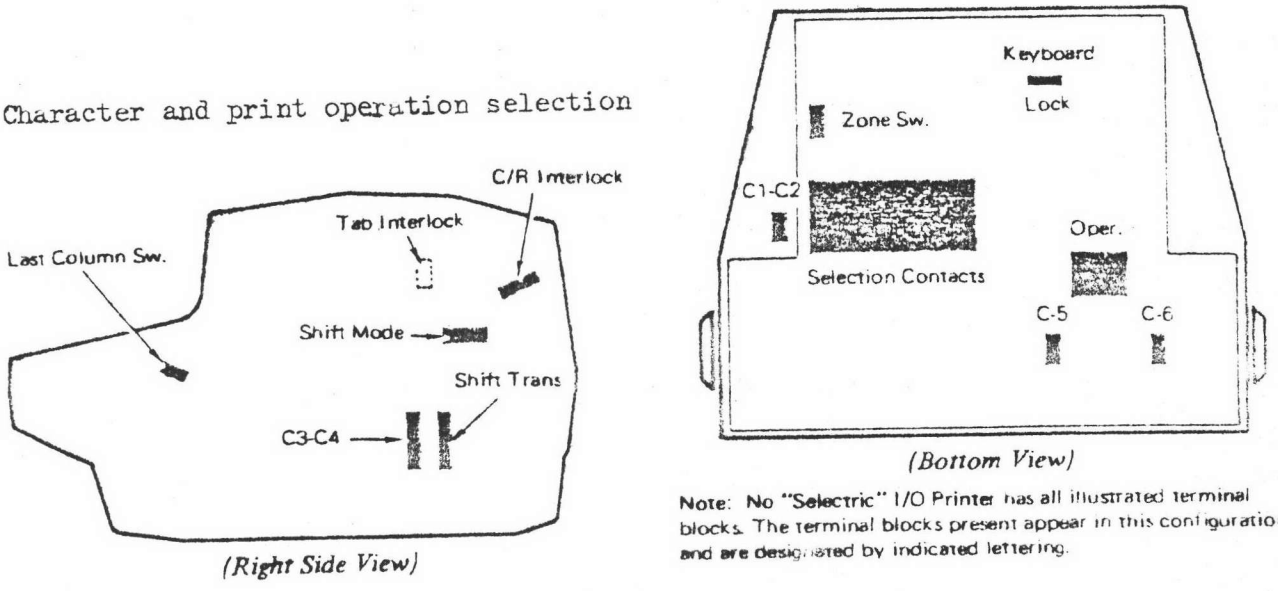
การพิมพ์ภาษาไทยนั้นจะมีตัวอักษรอยู่ 13 ตัวที่ลูกกอล์ฟไม่เคลื่อนที่ ซึ่งทั้ง 13 ตัวได้แก่ [illegible] ในพิมพ์ดีดภาษาไทยจะมีตัวหยุดแคร่ (dead key) เพื่อมิให้ลูกกอล์ฟเคลื่อนที่ แต่สำหรับเครื่องนี้ไม่มี ดังนั้นจึงต้องอาศัยคีย์พิเศษ คือ คีย์ถอยกลับเข้าช่วย

นอกจากนี้ยังมีกลไกที่ทำหน้าที่ควบคุมหน้าที่พิเศษอื่น ๆ อีก คือ อินเทอโพเซอร์ SP ทำหน้าที่ควบคุมการเว้นวรรค อินเทอโพเซอร์ BS ควบคุมหน้าที่ถอยหลัง อินเทอร์โพเซอร์ CR ควบคุมการปัดแคร่ขึ้นบรรทัดใหม่ อินเทอโพเซอร์ TAB LINK ควบคุมการจัดย่อหน้า และแลชอินเทอโพเซอร์ CK เพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบว่าคำสั่งที่ใช้ในการพิมพ์ตัวอักษรนั้นถูกต้องหรือไม่ (ตรวจว่าแลชอินเทอโพเซอร์ทำงานเป็นจำนวนกี่หรือไม่)

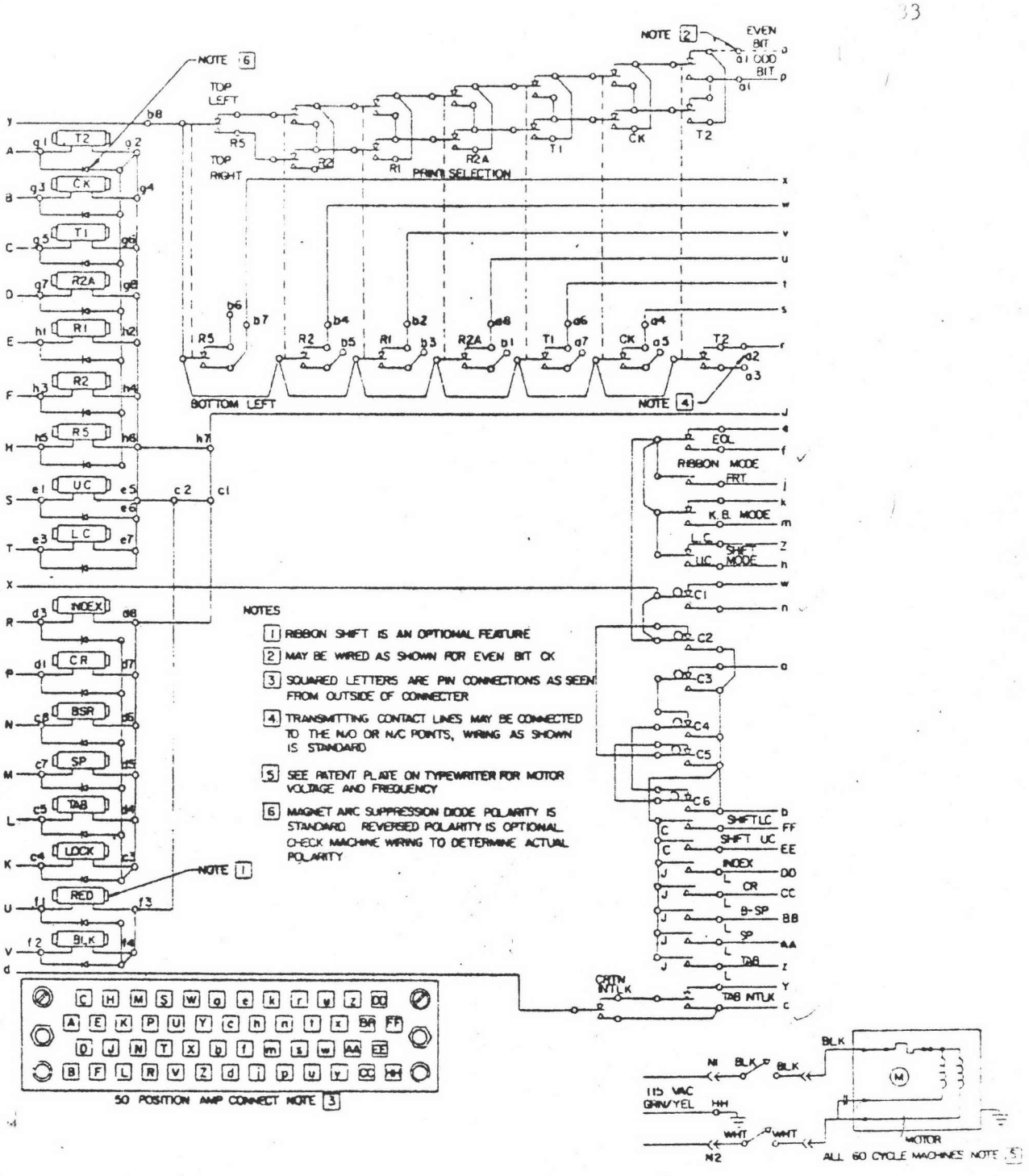
การควบคุมกลไกการทำงาน

เครื่องพิมพ์ดีดที่ใช้นี้ได้ติดตั้งแม่เหล็กเรียบร้อยแล้วมีทั้งหมด 17 อัน แต่ที่ใช้งานจริงมี 12 อัน คือ กลไกในการควบคุมการเคลื่อนที่ของลูกกอล์ฟ 8 อัน กลไกควบคุมการปัดแคร่ 1 อัน กลไกควบคุมเว้นวรรค 1 อัน กลไกควบคุมถอยหลัง 1 อัน และกลไกควบคุมการตั้งย่อหน้า 1 อัน แม่เหล็กแต่ละอันใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้า 36 โวลท์ กระแส80-160 มิลลิ-แอมป์ ใช้เวลาในการดึง 30/1000 วินาที และคืน 20/1000 วินาที (ตามตาราง 3.1)



รูปที่ 3.2 แสดงการติดตั้งแม่เหล็กของเครื่องพิมพ์ดีด

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นได้ว่าต้องใช้แรงดัน 36 โวลต์ ในการทำให้โซลินอยด์ทำงาน ดังนั้นวงจรโซลินอยด์จะกินกระแสมากที่สุดเมื่อพิมพ์อักขระ "!" ในภาษาอังกฤษ (":" ในภาษาไทย) ซึ่งจะมีโซลินอยด์ทำงานทั้งหมด 8 ตัว ต้องใช้กระแส 773 มิลลิแอมป์ ทำให้เราสามารถหาแหล่งกำเนิดแรงดันที่สามารถจ่ายกระแสนาดนี้ได้ และจะเห็นว่าเวลาในการดึงโซลินอยด์ใช้เวลามากที่สุด 42 มิลลิวินาที และเวลาหลายนานที่สุดก็คือ 54 วินาที แต่จากการทดลองโดยให้เครื่องควบคุมเป็นตัวกำหนดเวลาในการทำงานของโซลินอยด์ทั้งหมด ปรากฏว่าใช้เวลา 30 มิลลิวินาที เพื่อให้โซลินอยด์ทำงาน และ 100 มิลลิวินาที จึงจะทำให้โซลินอยด์กลับสภาพปกติได้ ดังนั้นเวลาในการพิมพ์ 1 ตัวอักขระต้องใช้ 130 มิลลิวินาที ในการพิมพ์ตัวอักษรตัวเล็กแต่ละตัว และต้องใช้เวลาเพิ่มอีก 30 มิลลิวินาที เพื่อยกแป้น (shift) ก่อนพิมพ์ตัวใหญ่ได้ ในการพิมพ์ภาษาไทย กรณีที่มีสระที่อยู่กึ่งกลางไม่ต้องเคลื่อนที่ เมื่อพิมพ์แล้วจะต้องใช้เวลาในการเคลื่อนที่ถอยหลังของลูกกอล์ฟอีก 30 มิลลิวินาที เพราะฉะนั้น อัตราในการพิมพ์ตัวอักษรภาษาอังกฤษจะพิมพ์ได้ 6 ตัวต่อวินาที ภาษาไทยจะพิมพ์ได้ 5 ตัวต่อวินาที การติดตั้งโซลินอยด์และวงจรควบคุมการทำงานของโซลินอยด์แสดงในรูปที่ 3.2 และ 3.3 ตามลำดับ



รูปที่ 3.3 เป็นวงจรควบคุมการทำงานของแม่เหล็ก

4.1 การแปลรหัส

เนื่องจากเครื่องเทอร์มินอล (และเครื่องอื่น ๆ อีกส่วนมาก) จะส่งสัญญาณออกมาในลักษณะของมาตรฐานแอสกี หรือ เอปซีดิค (EBCDIC) อย่างใดอย่างหนึ่ง (ดังตารางที่ 4.1) แต่เครื่องพิมพ์ดีดจะใช้รหัสอีกแบบหนึ่งเป็นตัวกำหนดอักษรต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ดังนั้น จึงต้องเปลี่ยนรหัสแบบแอสกี (หรือ แอปซีดิค) ให้เป็นสัญญาณของเครื่องพิมพ์ดีด โดยมีวิธีทำได้หลาย ๆ แบบ แต่ที่นิยมใช้กันมากคือแบบตารางเปรียบเทียบ (LOOKUP TABLE) โดยใช้รหัสแบบแอสกีหรือแอปซีดิคเป็นตัวกำหนดค่าแอดเดรสของสัญญาณนั้น ๆ

จากตารางของรหัสของเครื่องพิมพ์ดีดจะเห็นได้ว่ามีรหัสที่ไม่ใช้คือ 01 02 03 06 และ 07 (เลขฐาน 16) และเพราะเหตุว่า ตารางเปรียบเทียบที่ทำขึ้นนั้นสร้างจากอีพรอม (EPROM, erasible programmable read only memory) ขนาด 1K× 8 บิต ดังนั้น คำสั่งพิเศษต่าง ๆ จึงไม่มี (ไม่สามารถบรรจุลงไปได้) จึงต้องใช้รหัสที่ไม่มีเหล่านี้เป็นตัวเก็บไว้ก่อน แล้วนำมาเปลี่ยนเป็นคำสั่งพิเศษต่อไปภายหลัง

4.2 วงจรควบคุม

จากการทดลองหาข้อมูลข้างต้นทำให้ต้องหาไมโครโปรเซสเซอร์ที่เหมาะสมในการควบคุมการทำงานของวงจร จากการสำรวจ ผลปรากฏว่า ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8080 ของ INTEL มีราคาถูก คำสั่งการใช้งานคล้ายกับของไอบีเอ็ม จึงทำให้เขียนโปรแกรมได้ง่าย (สำหรับผู้ทดลอง) แต่เมื่อใช้โปรเซสเซอร์ 8080 แล้ว จะต้องมีตัวควบคุมอย่างอื่นอีก คือ ตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกาใช้เบอร์ 8224 และตัวควบคุม (bus controller) เบอร์ 8228 ทั้งหมดสำหน้าที่เป็น CPU ในการควบคุม

หน่วยความจำที่ใช้ ใช้ไอซีเบอร์ 2708 ซึ่งเป็นอีพรอม เป็นตัวเก็บโปรแกรมและตัวเปลี่ยนข้อมูลอย่างละ 1 ตัว ซึ่งแต่ละตัวมีความจุ 1 กิโลไบต์

ไอโอที่ใช้มี 3 ชนิด คือ

1) SIO ใช้ 8251 เป็นตัวเปลี่ยนสัญญาณอนุกรมแบบอซิงโครนัสให้เป็นสัญญาณแบบขนาน

2) PIO ใช้ 8255 ซึ่งสามารถเป็นไอโอได้ 3 พอร์ทในขณะเดียวกัน โดยใช้

i 17759067

CODE TRANSLATION TABLE

(9)

Dec.	Hex	Instruction (RR)	Graphics and Controls BCDIC	EBCDIC(1)	ASCII	7-Track Tape BCDIC(2)	Card Code EBCDIC	Binary
0	00			NUL	NUL		12-0-1-8-9	0000 0000
1	01			SOH	SOH		12-1-9	0000 0001
2	02			STX	STX		12-2-9	0000 0010
3	03			ETX	ETX		12-3-9	0000 0011
4	04	SPM		PF	EOT		12-4-9	0000 0100
5	05	BALR		HT	ENQ		12-5-9	0000 0101
6	06	BCTR		LC	ACK		12-6-9	0000 0110
7	07	BCR		DEL	BEL		12-7-9	0000 0111
8	08	SSK		GE	BS		12-8-9	0000 1000
9	09	ISK		RLF	HT		12-1-8-9	0000 1001
10	0A	SVC		SMM	LF		12-2-8-9	0000 1010
11	0B			VT	VT		12-3-8-9	0000 1011
12	0C			FF	FF		12-4-8-9	0000 1100
13	0D			CR	CR		12-5-8-9	0000 1101
14	0E	MVCL		SO	SO		12-6-8-9	0000 1110
15	0F	CLCL		SI	SI		12-7-8-9	0000 1111
16	10	LPR		DLE	DLE		12-11-1-8-9	0001 0000
17	11	LNR		DC1	DC1		11-1-9	0001 0001
18	12	LTR		DC2	DC2		11-2-9	0001 0010
19	13	LCR		TM	DC3		11-3-9	0001 0011
20	14	NR		RES	DC4		11-4-9	0001 0100
21	15	CLR		NL	NAK		11-5-9	0001 0101
22	16	OR		BS	SYN		11-6-9	0001 0110
23	17	XR		IL	ETB		11-7-9	0001 0111
24	18	LR		CAN	CAN		11-8-9	0001 1000
25	19	CR		EM	EM		11-1-8-9	0001 1001
26	1A	AR		CC	SUB		11-2-8-9	0001 1010
27	1B	SR		CU1	ESC		11-3-8-9	0001 1011
28	1C	MR		IFS	FS		11-4-8-9	0001 1100
29	1D	DR		IGS	GS		11-5-8-9	0001 1101
30	1E	ALR		IRS	RS		11-6-8-9	0001 1110
31	1F	SLR		IUS	US		11-7-8-9	0001 1111
32	20	LPDR		DS	SP		11-0-1-8-9	0010 0000
33	21	LNDR		SOS	!		0-1-9	0010 0001
34	22	LTDR		FS	"		0-2-9	0010 0010
35	23	LCDR			#		0-3-9	0010 0011
36	24	HDR		BYP	$		0-4-9	0010 0100
37	25	LRDR		LF	%		0-5-9	0010 0101
38	26	MXR		ETB	&		0-6-9	0010 0110
39	27	MXDR		ESC	'		0-7-9	0010 0111
40	28	LDR			(		0-8-9	0010 1000
41	29	CDR			)		0-1-8-9	0010 1001
42	2A	ADR		SM	*		0-2-8-9	0010 1010
43	2B	SDR		CU2	+		0-3-8-9	0010 1011
44	2C	MDR			,		0-4-8-9	0010 1100
45	2D	DDR		ENQ	-		0-5-8-9	0010 1101
46	2E	AWR		ACK	.		0-6-8-9	0010 1110
47	2F	SWR		BEL	/		0-7-8-9	0010 1111
48	30	LPER			0		12-11-0-1-8-9	0011 0000
49	31	LNER			1		1-9	0011 0001
50	32	LTER		SYN	2		2-9	0011 0010
51	33	LCER			3		3-9	0011 0011
52	34	HER		PN	4		4-9	0011 0100
53	35	LRER		RS	5		5-9	0011 0101
54	36	AXR		UC	6		6-9	0011 0110
55	37	SXR		EOT	7		7-9	0011 0111
56	38	LER			8		8-9	0011 1000
57	39	CER			9		1-8-9	0011 1001
58	3A	AER			:		2-8-9	0011 1010
59	3B	SER		CU3	;		3-8-9	0011 1011
60	3C	MER		DC4	<		4-8-9	0011 1100
61	3D	DER		NAK	=		5-8-9	0011 1101
62	3E	AUR			>		6-8-9	0011 1110
63	3F	SUR		SUB	?		7-8-9	0011 1111

1. Two columns of EBCDIC graphics are shown. The first gives IBM standard U.S. bit pattern assignments. The second shows the T-11 and TN text printing chains (120 graphics).
2. Add C (check bit) for odd or even parity as needed, except as noted.
3. For even parity use CA.

TWO-CHARACTER BSC DATA LINK CONTROLS

Function	EBCDIC	ASCII
ACK-0	DLE,X'70'	DLE,0
ACK-1	DLE,X'61'	DLE,1
WACK	DLE,X'6B'	DLE,;
RVI	DLE,X'7C'	DLE,<

CODE TRANSLATION TABLE (Contd)

(10)

Dec.	Hex	Instruction (RX)	Graphics and Controls BCDIC	EBCDIC(1)	ASCII	7-Track Tape BCDIC(2)	Card Code EBCDIC	Binary
64	40	STH		Sp Sp	@	(3)	no punches	0100 0000
65	41	LA			A		12-0-1-9	0100 0001
66	42	STC			B		12-0-2-9	0100 0010
67	43	IC			C		12-0-3-9	0100 0011
68	44	EX			D		12-0-4-9	0100 0100
69	45	BAL			E		12-0-5-9	0100 0101
70	46	BCT			F		12-0-6-9	0100 0110
71	47	BC			G		12-0-7-9	0100 0111
72	48	LH			H		12-0-8-9	0100 1000
73	49	CH			I		12-1-8	0100 1001
74	4A	AH		¢ ¢	J		12-2-8	0100 1010
75	4B	SH	.	. .	K	B A 8 2 1	12-3-8	0100 1011
76	4C	MH	□)	< <	L	B A 8 4	12-4-8	0100 1100
77	4D		[	((	M	B A 8 4 1	12-5-8	0100 1101
78	4E	CVD	<	+ +	N	B A 8 4 2	12-6-8	0100 1110
79	4F	CVB	‡	! !	O	B A 8 4 2 1	12-7-8	0100 1111
80	50	ST	& +	& &	P	B A	12	0101 0000
81	51				Q		12-11-1-9	0101 0001
82	52				R		12-11-2-9	0101 0010
83	53				S		12-11-3-9	0101 0011
84	54	N			T		12-11-4-9	0101 0100
85	55	CL			U		12-11-5-9	0101 0101
86	56	O			V		12-11-6-9	0101 0110
87	57	X			W		12-11-7-9	0101 0111
88	58	L			X		12-11-8-9	0101 1000
89	59	C			Y		11-1-8	0101 1001
90	5A	A		! !	Z		11-2-8	0101 1010
91	5B	S	$	$ $	[	B 8 2 1	11-3-8	0101 1011
92	5C	M	*	* *	\	B 8 4	11-4-8	0101 1100
93	5D	D	]	))	]	B 8 4 1	11-5-8	0101 1101
94	5E	AL	;	; ;	¬ ^	B 8 4 2	11-6-8	0101 1110
95	5F	SL	△	¬ ¬	_	B 8 4 2 1	11-7-8	0101 1111
96	60	STD	-	- -	`	B	11	0110 0000
97	61		/	/ /	a	A 1	0-1	0110 0001
98	62				b		11-0-2-9	0110 0010
99	63				c		11-0-3-9	0110 0011
100	64				d		11-0-4-9	0110 0100
101	65				e		11-0-5-9	0110 0101
102	66				f		11-0-6-9	0110 0110
103	67	MXD			g		11-0-7-9	0110 0111
104	68	LD			h		11-0-8-9	0110 1000
105	69	CD			i		0-1-8	0110 1001
106	6A	AD			j		12-11	0110 1010
107	6B	SD	,	, ,	k	A 8 2 1	0-3-8	0110 1011
108	6C	MD	%(	% %	l	A 8 4	0-4-8	0110 1100
109	6D	DD	¥	_ _	m	A 8 4 1	0-5-8	0110 1101
110	6E	AW	\	> >	n	A 8 4 2	0-6-8	0110 1110
111	6F	SW	÷	? ?	o	A 8 4 2 1	0-7-8	0110 1111
112	70	STE			p		12-11-0	0111 0000
113	71				q		12-11-0-1-9	0111 0001
114	72				r		12-11-0-2-9	0111 0010
115	73				s		12-11-0-3-9	0111 0011
116	74				t		12-11-0-4-9	0111 0100
117	75				u		12-11-0-5-9	0111 0101
118	76				v		12-11-0-6-9	0111 0110
119	77				w		12-11-0-7-9	0111 0111
120	78	LE			x		12-11-0-8-9	0111 1000
121	79	CE			y		1-8	0111 1001
122	7A	AE	¢	: :	z	A	2-8	0111 1010
123	7B	SE	#	# #	{	8 2 1	3-8	0111 1011
124	7C	ME	@	@ @	|	8 4	4-8	0111 1100
125	7D	DE	:	' '	}	8 4 1	5-8	0111 1101
126	7E	AU	>	= =	~	8 4 2	6-8	0111 1110
127	7F	SU	✓	" "	DEL	8 4 2 1	7-8	0111 1111

ตารางที่ 4.1 รหัสแอสคิและแอปซิคิค

CODE TRANSLATION TABLE (Contd)

(11)

Dec.	Hex	Instruction and Format	Graphics and Controls BCDIC	EBCDIC(1)	ASCII	Thai Character	Card Code EBCDIC	Binary
128	80	SSM -S				ก	12-0-1-8	1000 0000
129	81		a	a		ข	12-0-1	1000 0001
130	82	LPSW -S	b	b		ฃ	12-0-2	1000 0010
131	83	Diagnose	c	c		ค	12-0-3	1000 0011
132	84	WRD SI	d	d		ฅ	12-0-4	1000 0100
133	85	RDD	e	e		ฆ	12-0-5	1000 0101
134	86	BXH	f	f		ง	12-0-6	1000 0110
135	87	BXLE	g	g		จ	12-0-7	1000 0111
136	88	SRL	h	h		ฉ	12-0-8	1000 1000
137	89	SLL	i	i		ช	12-0-9	1000 1001
138	8A	SRA				ซ	12-0-2-8	1000 1010
139	8B	SLA RS				ฌ	12-0-3-8	1000 1011
140	8C	SRDL		<		ญ	12-0-4-8	1000 1100
141	8D	SLDL		(		ฎ	12-0-5-8	1000 1101
142	8E	SRDA		+		ฏ	12-0-6-8	1000 1110
143	8F	SLDA		|		ฐ	12-0-7-8	1000 1111
144	90	STM		&		ฑ	12-11-1-8	1001 0000
145	91	TM SI	j	j		ฒ	12-11-1	1001 0001
146	92	MVI	k	k		ณ	12-11-2	1001 0010
147	93	TS -S	l	l		ด	12-11-3	1001 0011
148	94	NI	m	m		ต	12-11-4	1001 0100
149	95	CLI	n	n		ถ	12-11-5	1001 0101
150	96	OI SI	o	o		ท	12-11-6	1001 0110
151	97	XI	p	p		ธ	12-11-7	1001 0111
152	98	LM -RS	q	q		น	12-11-8	1001 1000
153	99		r	r		บ	12-11-9	1001 1001
154	9A					ป	12-11-2-8	1001 1010
155	9B					ผ	12-11-3-8	1001 1011
156	9C	SIO, SIOF S		!		ฝ	12-11-4-8	1001 1100
157	9D	TIO, CLRIO S		$		พ	12-11-5-8	1001 1101
158	9E	HIO, HDV S		*		ฟ	12-11-6-8	1001 1110
159	9F	TCH S		)		ภ	12-11-7-8	1001 1111
160	A0			;		ม	11-0-1-8	1010 0000
161	A1		~	¬		ย	11-0-1	1010 0001
162	A2		s	s		ร	11-0-2	1010 0010
163	A3		t	t		ฤ	11-0-3	1010 0011
164	A4		u	u		ล	11-0-4	1010 0100
165	A5		v	v		ฦ	11-0-5	1010 0101
166	A6		w	w		ว	11-0-6	1010 0110
167	A7		x	x		ศ	11-0-7	1010 0111
168	A8		y	y		ษ	11-0-8	1010 1000
169	A9		z	z		ส	11-0-9	1010 1001
170	AA					ห	11-0-2-8	1010 1010
171	AB					ฬ	11-0-3-8	1010 1011
172	AC	STNSM SI		¢		อ	11-0-4-8	1010 1100
173	AD	STOSM		.		ฮ	11-0-5-8	1010 1101
174	AE	SIGP -RS		<		ะ	11-0-6-8	1010 1110
175	AF	MC -SI				ั	11-0-7-8	1010 1111
176	B0			^		า	12-11-0-1-8	1011 0000
177	B1	LRA -RX		1		ำ	12-11-0-1	1011 0001
178	B2	See below		2		ิ	12-11-0-2	1011 0010
179	B3			3		ี	12-11-0-3	1011 0011
180	B4			4		ึ	12-11-0-4	1011 0100
181	B5			5		ื	12-11-0-5	1011 0101
182	B6	STCTL RS		6		ุ	12-11-0-6	1011 0110
183	B7	LCTL		7		ู	12-11-0-7	1011 0111
184	B8			8		เ	12-11-0-8	1011 1000
185	B9			9		แ	12-11-0-9	1011 1001
186	BA	CS RS				โ	12-11-0-2-8	1011 1010
187	BB	CDS				ใ	12-11-0-3-8	1011 1011
188	BC			`		ไ	12-11-0-4-8	1011 1100
189	BD	CLM		]		ๅ	12-11-0-5-8	1011 1101
190	BE	STCM RS		;		ๆ	12-11-0-6-8	1011 1110
191	BF	ICM		¬		็	12-11-0-7-8	1011 1111

Op code (S format)

B202 - STIDP	B207 - STCKC	B20D - PTLB
B203 - STIDC	B208 - SPT	B210 - SPX
B204 - SCK	B209 - STPT	B211 - STPX
B205 - STCK	B20A - SPKA	B212 - STAP
B206 - SCKC	B20B - IPK	B213 - RRB

CODE TRANSLATION TABLE (Contd)

(12)

Dec.	Hex	Instruction (SS)	Graphics and Controls BCDIC	EBCDIC(1)	ASCII	Thai Character	Card Code EBCDIC	Binary
192	C0		?	{			12-0	1100 0000
193	C1		A	A	A		12-1	1100 0001
194	C2		B	B	B		12-2	1100 0010
195	C3		C	C	C		12-3	1100 0011
196	C4		D	D	D		12-4	1100 0100
197	C5		E	E	E		12-5	1100 0101
198	C6		F	F	F		12-6	1100 0110
199	C7		G	G	G		12-7	1100 0111
200	C8		H	H	H		12-8	1100 1000
201	C9		I	I	I		12-9	1100 1001
202	CA					~	12-0-2-8-9	1100 1010
203	CB					.	12-0-3-8-9	1100 1011
204	CC			∫		๏	12-0-4-8-9	1100 1100
205	CD					๐	12-0-5-8-9	1100 1101
206	CE			∨		๑	12-0-6-8-9	1100 1110
207	CF					๒	12-0-7-8-9	1100 1111
208	D0		!				11-0	1101 0000
209	D1	MVN	J	j	J		11-1	1101 0001
210	D2	MVC	K	k	K		11-2	1101 0010
211	D3	MVZ	L	l	L		11-3	1101 0011
212	D4	NC	M	m	M		11-4	1101 0100
213	D5	CLC	N	n	N		11-5	1101 0101
214	D6	OC	O	o	O		11-6	1101 0110
215	D7	XC	P	p	P		11-7	1101 0111
216	D8		Q	q	Q		11-8	1101 1000
217	D9		R	r	R		11-9	1101 1001
218	DA					.	12-11-2-8-9	1101 1010
219	DB					.	12-11-3-8-9	1101 1011
220	DC	TR				.	12-11-4-8-9	1101 1100
221	DD	TRT					12-11-5-8-9	1101 1101
222	DE	ED					12-11-6-8-9	1101 1110
223	DF	EDMK					12-11-7-8-9	1101 1111
224	E0			\			0-2-8	1110 0000
225	E1						11-0-1-9	1110 0001
226	E2		S	S	S		0-2	1110 0010
227	E3		T	T	T		0-3	1110 0011
228	E4		U	U	U		0-4	1110 0100
229	E5		V	V	V		0-5	1110 0101
230	E6		W	W	W		0-6	1110 0110
231	E7		X	X	X		0-7	1110 0111
232	E8		Y	Y	Y		0-8	1110 1000
233	E9		Z	Z	Z		0-9	1110 1001
234	EA						11-0-2-8-9	1110 1010
235	EB						11-0-3-8-9	1110 1011
236	EC			#			11-0-4-8-9	1110 1100
237	ED						11-0-5-8-9	1110 1101
238	EE						11-0-6-8-9	1110 1110
239	EF						11-0-7-8-9	1110 1111
240	F0	SRP	0	0	0		0	1111 0000
241	F1	MVO	1	1	1		1	1111 0001
242	F2	PACK	2	2	2		2	1111 0010
243	F3	UNPK	3	3	3		3	1111 0011
244	F4		4	4	4		4	1111 0100
245	F5		5	5	5		5	1111 0101
246	F6		6	6	6		6	1111 0110
247	F7		7	7	7		7	1111 0111
248	F8	ZAP	8	8	8		8	1111 1000
249	F9	CP	9	9	9		9	1111 1001
250	FA	AP					12-11-0-2-8-9	1111 1010
251	FB	SP					12-11-0-3-8-9	1111 1011
252	FC	MP					12-11-0-4-8-9	1111 1100
253	FD	DP					12-11-0-5-8-9	1111 1101
254	FE						12-11-0-6-8-9	1111 1110
255	FF			EO			12-11-0-7-8-9	1111 1111

ANSI-DEFINED PRINTER CONTROL CHARACTERS

(A in RECFM field of DCB)

Code	Action before printing record
blank	Space 1 line
0	Space 2 lines
-	Space 3 lines
+	Suppress space
1	Skip to line 1 on new page

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

วิธีโปรแกรมจากไมโครโปรเซสเซอร์

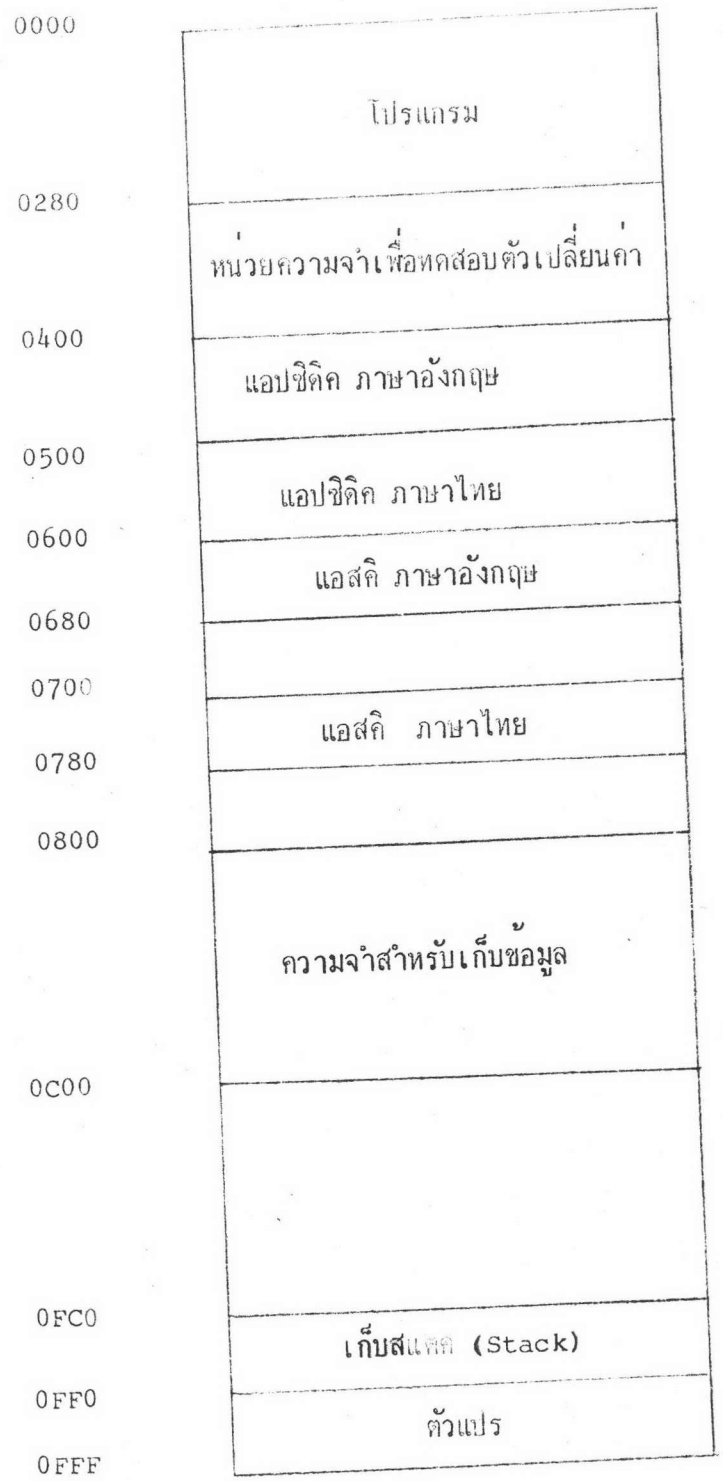
3) latch ใช้ 74175 2 ตัว ตัวละ 4 บิต เป็นเอาท์พุทออกไปยังโซลินอยด์

จากอุปกรณ์ทั้งหมดนำมาประกอบเป็นวงจรตามรูปที่ 4.2 การประกอบวงจรใช้วิธีพันสาย (wire wrap) จะได้วงจรตามรูปที่ 4.3

เนื่องจากพิมพ์ดีดที่ใช้ต่อ เป็นส่วนหนึ่งของเทอร์มินอล 8200 ซึ่งมีขั้วสำหรับต่อออกมายังเครื่องพิมพ์โดยผ่านขั้วที่ 8 เครื่องเทอร์มินอลจะส่งสัญญาณให้พิมพ์ดีดเมื่อได้รับรหัส 1A ฐาน 16 โปรเซสเซอร์ในเครื่องเทอร์มินอลจะส่งสัญญาณไปเปิดเกท (gate) ให้ข้อมูลที่เข้าเทอร์มินอลออกไปยังเครื่องพิมพ์ดีด แต่เครื่องพิมพ์ดีดพิมพ์ได้ด้วยความเร็ว 5 ตัวอักษรต่อวินาที ในขณะที่เดตาพอยท์ส่งด้วยความเร็ว 240 ตัวต่อวินาที (baud rate 2400) ในวงจรของเครื่องควบคุมจะมีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล 2000 ตัว เป็นการเก็บแบบคิววงกลม (circular queue) คือเก็บเต็มแล้วจะไปเก็บทับที่เดิมใหม่ ดังนั้น ถ้าเครื่องเดตาพอยท์ส่งข้อมูลออกมามาก จะทำให้หน่วยความจำล้น และจะทับกับข้อมูลส่วนที่ป้อนเข้าไป จึงต้องมีโปรแกรมในการตรวจว่าหน่วยความจำเต็มหรือยัง ถ้าเต็มจะต้องส่งสัญญาณไปให้เครื่องเดตาพอยท์หยุดส่ง ซึ่งสามารถทำได้โดยมีเอาท์พุท 1 บิต ส่งไปยังขา Clear to Send (ขา 5) ของมัลติพอร์ต ส่งไปยังเครื่องเดตาพอยท์

เครื่องควบคุมจะส่งสัญญาณไปให้พิมพ์ดีดพิมพ์ เมื่อมีข้อมูลอยู่ในหน่วยความจำ เมื่อพิมพ์แล้วเครื่องจะตรวจว่า ในหน่วยความจำมีข้อมูลเหลืออยู่เท่าไร ถ้าน้อยกว่า 5 ตัวจะส่งสัญญาณไปให้เครื่องเดตาพอยท์ส่งต่อ (ในกรณีที่ตรวจว่าข้อมูลเต็มแล้ว และเครื่องพิมพ์จะไม่ต้องหยุดคอยรับข้อมูล)

การเอาสัญญาณออกไปพิมพ์ เครื่องควบคุมจะอ่านข้อมูลแรก ซึ่งเป็นข้อมูลในการควบคุมว่าจะใช้รหัสแอสกีหรือแอปซิดิด (ของไอบีเอ็ม) และเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ข้อมูลนี้ผู้ควบคุมจะต้องโยกสวิทช์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการก่อนที่จะให้เครื่องรับข้อมูลจากเครื่องเดตาพอยท์ ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้จะไปกำหนดแอดเดรสของตัวเปลี่ยนข้อมูล ตามตารางที่ 4.3 หลังจากนั้นเมื่อเครื่องควบคุมรับข้อมูลมาจากเครื่องเดตาพอยท์ เครื่องควบคุมจะอ่านค่าของข้อมูลนั้นที่จะเป็นค่าของแอดเดรสของตัวเปลี่ยนข้อมูล จากนั้นเครื่องควบคุมจะเอาข้อมูลที่ได้จากแอดเดรสนั้นออกมา ข้อมูลนี้จะเป็นข้อมูลในการทำงานของพิมพ์ดีด



ตาราง 4.2 เมมโมรีแมป (Memory Map)

18.432MH$_z$

5V.

10KΩ.

10μF

OSC

φ2 TTL 8224 RESET

STSTB

+12 +5 GND -5

8080 CPU

D_0 D_7 A_0 A_{15}

BUSEN

8228

MEMR MEMW I/OR I/OW INTA

D_0 D_7

74155

2708 $\overline{CS}$

2708 $\overline{CS}$

2X2114 $\overline{CS}$ $\overline{WR}$

2X2114 $\overline{CS}$ $\overline{WR}$

A_0 A_9 D_0 D_7

A_0

A_{15}

D_0

D_7

MEMR
MEMW
I/OR
I/OW
INTA
ϕ_2 TTL
RESET

ADDRESS BUS
Pull up with R 10k
to +5 Volt (Vcc)

DATA BUS

CONTROL BUS

Rx

1/4 MC1489

8251

RxD TxC RxC

Baud Rate Gen.

+12 GND -12

CTS

1/4 MC1488

8255(2)

$\overline{RD}$ $\overline{WR}$ Reset D_0 D_7 $\overline{CS}$ A_0 A_1

8255(1)

$\overline{RD}$ $\overline{WR}$ Reset D_0 D_7 $\overline{CS}$ A_0 A_1

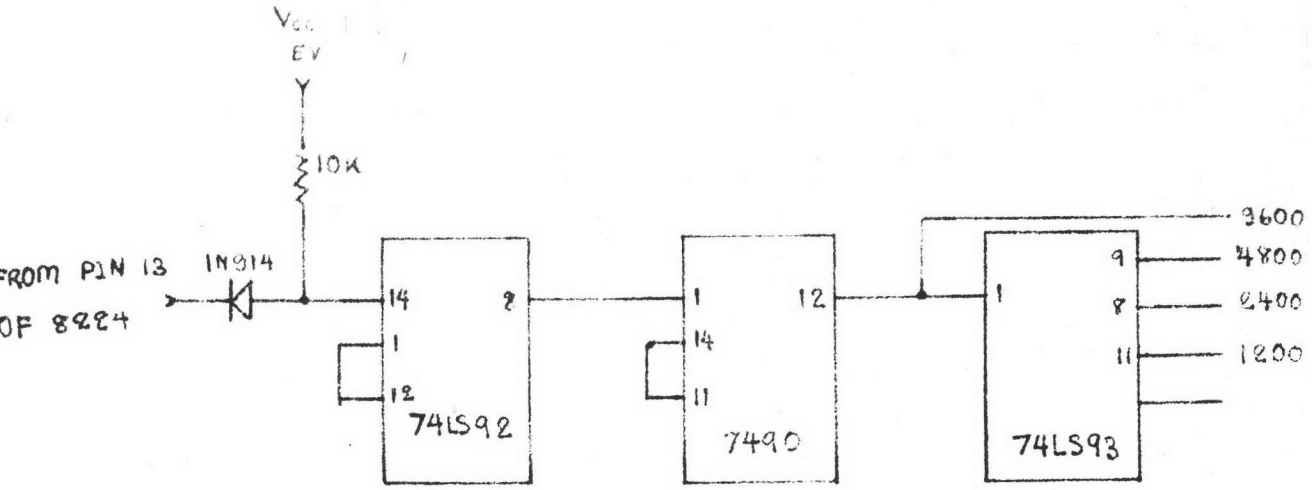
2X74175

D_0 D_7 CK

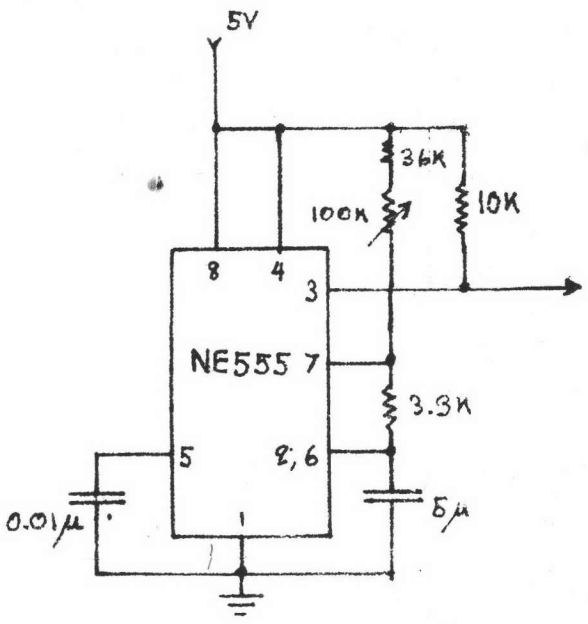
0C 0E 0D

14 16 15

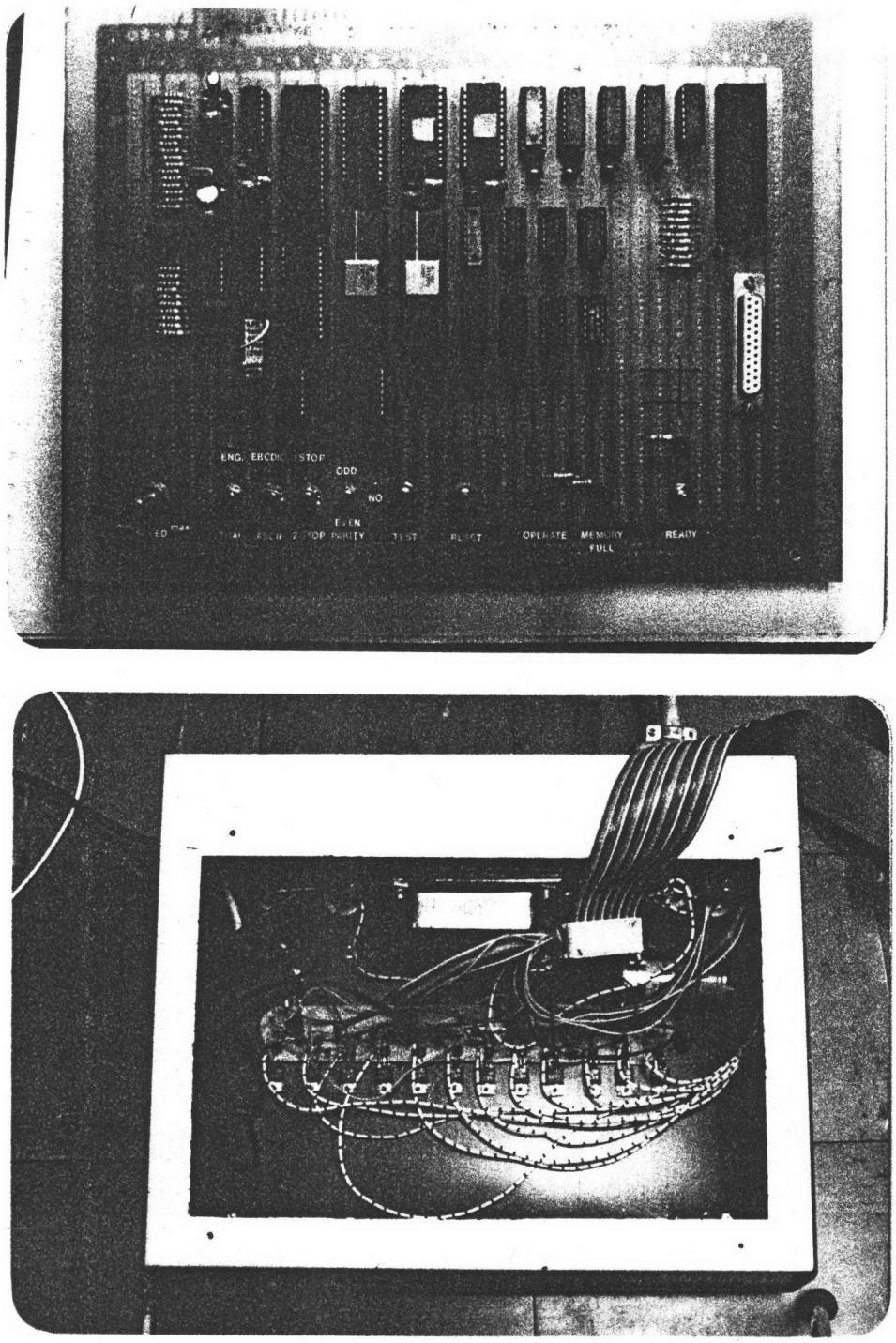
FF



BAUD RATE GEN.



Varying Speed Printer



รูปที่ 4.3 วงจรที่ใช้ทดลอง

เมื่อได้ข้อมูลของพิมพ์ดีดออกมาแล้ว เครื่องควบคุมจะตรวจว่าเป็นคำสั่งพิเศษหรือไม่ ถ้าเป็นคำสั่งพิเศษ (ปัดแคร่ เว้นวรรค ถอยหลัง แทป และตัวที่ไม่ใช้งาน ข้อมูลของคำสั่งพิเศษอยู่ในตารางที่ 3.2) เครื่องควบคุมจะส่งสัญญาณชนิดนั้น ๆ ผ่านเอาท์พุทพอร์ท 16 ไปยังเครื่องพิมพ์ดีด แต่ถ้าไม่ใช่คำสั่งพิเศษ เครื่องจะตรวจว่าบิทที่ 8 เป็น "1" หรือไม่ ถ้าเป็น "1" หมายถึงว่า ตัวนั้นจะเป็นสระในภาษาไทย เมื่อพิมพ์แล้วจะถอยหลัง เช่น รหัสแอปซิดิด คือ "B2" เมื่อเปลี่ยนเป็นรหัสของพิมพ์ดีดจากตารางที่ 4.3 จะได้เป็น "A0" (10100000)

แต่เครื่องพิมพ์ดีดจะพิมพ์เมื่อจำนวนโซลินอยด์ที่ควบคุมลูกกอล์ฟทำงานเป็นจำนวนคี่ (ยกเว้นตัวยกแคร่) โปรแกรมจึงต้องตรวจว่า บิทควบคุมที่จะส่งไปยังโซลินอยด์เป็นจำนวนคู่หรือไม่ ถ้าเป็นจำนวนคู่ โปรแกรมควบคุมจะเติมบิท "1" เข้าที่บิทที่ 8 ของสัญญาณควบคุมพิมพ์ดีด (สัญญาณชุดนี้จะส่งออกไปยังพิมพ์ดีดตามตารางที่ 4.5 ซึ่งเป็นสัญญาณคนละชุดกับที่ได้จากตัวแปรรหัส)สัญญาณชุดนี้จะออกทางเอาท์พุทพอร์ท FF ไปยังตัวขับโซลินอยด์

สัญญาณที่ออกมาจากเอาท์พุทพอร์ท FF เป็นสัญญาณทีทีแอล มีระดับสัญญาณไม่เกิน 5 โวลท์ ฉะนั้น จึงต้องผ่านเข้าวงจรขยายสัญญาณให้มีขนาด 36 โวลท์ และมีกระแสไม่ต่ำกว่า 1000 มิลลิแอมป์ การขยายสัญญาณแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกทำหน้าที่ขยายแรงดันโดยเปลี่ยนแรงดันให้ได้ขนาดที่ต้องการ สามารถทำได้โดยใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC549 ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์แบบ NPN ต่อในลักษณะของอินเวอร์เตอร์ (inverter) แต่สามารถขยายแรงดันไฟฟ้าได้สูงขึ้น กระแสที่ทรานซิสเตอร์ BC549 ทนได้ประมาณ 100 มิลลิแอมป์ ดังนั้นต้องใช้ตัวขยายกระแสอีกที่หนึ่ง คือใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SA671 ต่อแบบอิมิเตอร์ ฟอลโลเวอร์ (emitter follower) ซึ่งสามารถขยายกระแสได้ถึง 4 แอมป์ (ตามคู่มือของ 2SA671) ตามรูปที่ 4.4

โซลินอยด์ใช้เวลาในการดึงเข้า 30 มิลลิวินาที และเวลาคลายออก 100 วินาที ดังนั้น เมื่อโปรแกรมส่งสัญญาณออกไปยังพิมพ์ดีดแล้ว จะต้องตรวจเวลาที่ส่งออกไป และเมื่อพิมพ์เสร็จแล้วจะต้องตรวจเวลาที่ใช้ในการคืนด้วย เพื่อจะให้พิมพ์ได้ดีที่สุด ในกรณีที่สั่งหน่วงเวลาน้อยเกินไป จะทำให้อักษรที่พิมพ์ออกมาเป็นเครื่องหมาย "-" อย่างเดียวเท่านั้น

```
C800 07 00 07 07 06 07 06 07 07 07 07 07 01 01 07 07 ................
C810 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 ................
C820 07 07 07 07 07 07 01 07 07 07 07 07 07 07 07 07 ................
C830 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 ................
C840 02 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 78 1A 02 70 4A 02 ...........x..pJ.
C850 7D 07 07 07 07 07 07 07 07 07 7E 75 79 74 0D 02 }.........~uyt..
C860 00 05 07 07 07 07 07 07 07 07 07 09 7C 40 02 45 ............|@.E
C870 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 4D 7B 7A 1C 0A 5C ..........M{z..\
C880 07 19 20 29 2D 2C 0B 0F 24 18 07 07 07 70 4A 4A .. )-,..$....pJJ
C890 07 0E 28 25 1E 2A 15 0C 08 1D 07 07 07 74 07 07 ..(%.*.......t..
C8A0 00 07 14 2E 2B 1B 10 2F 04 3F 07 07 07 07 07 07 ....+../.?......
C8B0 34 3E 3A 3B 35 3C 38 37 39 30 07 07 07 07 07 00 4?:;5<8790......
C8C0 07 59 60 69 6D 6C 4B 4F 64 58 07 07 07 07 07 07 .Y`imlKOdX......
C8D0 07 4E 68 65 5E 6A 55 4C 48 5D 07 07 07 07 07 07 .Nhe^jULH]......
C8E0 07 07 54 6E 6B 5B 50 6F 44 7F 07 07 07 07 07 07 ..TnkPoD.......
C8F0 34 3E 3A 3B 35 3C 38 37 39 30 59 60 69 6D 6C 4B 4?:;5<8790Y`imlK
C900 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 01 01 07 07 ................
C910 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 ................
C920 07 07 07 07 07 01 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 ................
C930 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 ................
C940 02 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 7F 02 7E 02 02 ...........~..
C950 02 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 02 02 02 6E 02 ..............n.
C960 3A 3B 07 07 07 07 07 07 07 07 07 5F 44 5C 02 60 :;........._D\.`
C970 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 02 02 02 0E 02 50 ...............P
C980 2D 00 02 39 02 54 1C 34 69 0A 4D 4F 4C 6C 6D 5E -..9.T.4i.MOLlm^
C990 5D 49 58 0B 30 3C 1F 6E 15 1E 2F 3E 05 1D 19 35 ]IX.0<.n../>...5
C9A0 09 0C 18 59 3F 05 0D 65 68 25 14 5A 1B 5B 2E 84 ...Y?..eh%.Z.[..
C9B0 28 2C A0 AA BD AA B8 E8 0E 29 4B 1A 10 28 8E A4 (,.......)K..(..
C9C0 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 EB CE E4 EA 08 55 ..............U
C9D0 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 02 7E ED 07 07 07 ...........~....
C9E0 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 ................
C9F0 48 7A 7B 75 7C 79 70 74 40 4A 07 07 07 07 07 07 Hz{u|ypt@J......
CA00 07 07 07 07 07 07 07 07 07 01 07 01 01 07 07 ................
CA10 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 ................
CA20 02 7F 5C 7B 75 7C 7D 1C 70 74 79 4A 09 00 1A 05 ..\{u|}.ptyJ....
CA30 34 3E 3A 3B 35 3C 38 37 39 30 4D 0D 02 0A 02 45 4?:;5<8790M....E
CA40 7A 59 60 69 6D 6C 4B 4F 64 58 4E 68 65 5F 6A 55 zY`imlKOdXNhe_jU
CA50 4C 48 5D 54 6E 6B 5B 50 6F 44 7F 07 07 07 07 40 LH]TnkPoD.....@
CA60 07 19 20 29 2D 2C 0B 0F 24 18 0E 28 25 1F 2A 15 .. )-,..$..(%.*.
CA70 0C 08 1D 14 2E 2B 1B 10 2F 04 3F 07 07 07 07 07 .....+../.?.....
CA80 60 0D 40 FF A8 61 FF FF 98 6B 7E 86 97 5E 91 87 `.@..a...k~..^..
CA90 A6 FF FF FF A2 96 FF FF 89 81 AB A5 7D 99 40 94 ............}.@.
CAA0 82 FF FF FF 88 93 FF FF 92 83 95 A4 85 84 A3 A7 ................
CAB0 F9 FF FF FF F0 F4 FF FF F6 F8 F2 F3 F5 F7 A9 F1 ................
CAC0 6D FF FF FF E8 6F FF FF D8 6B 4E C6 D7 7A D1 C7 m....o...kN..z..
CAD0 E6 FF FF FF E2 D6 FF FF C9 C1 4B E5 7F D9 40 D4 ..........K...@.
CAE0 C2 FF FF FF C8 D3 FF FF D2 C3 D5 E4 C5 C4 E3 E7 ................
CAF0 4B FF FF FF 5D 5B FF FF 4A 5C 7C 7B 6C 50 E9 5A K...]E..J\|{lP.Z
CB00 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 01 07 01 01 07 07 ................
CB10 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 07 ................
CB20 02 02 50 02 02 02 44 0E 7E 6F 5C FD 5F 3A 7F 3B ..P...D.~o\._:.;
CB30 48 7A 7B 75 7C 79 70 74 40 4A 0F 29 4B 1A 10 60 Hz{u|ypt@J.)K..`
CB40 2D 00 02 39 02 54 1C 34 69 0A 4D 4F 4C 6C 6D 5E -..9.T.4i.MOLlm^
CB50 5D 49 58 0B 30 3C 1F 6E 15 1E 2F 3E 05 1D 19 35 ]IX.0<.n../>...5
CB60 09 0C 18 59 3F 05 0D 65 68 25 14 5A 1B 5B 2E 84 ...Y?..eh%.Z.[..
CB70 28 2C A0 AB BD AA B8 E8 0E A4 EB CE E4 EA 08 55 (,.............U
CB80 81 0D 40 FF AF 9C FF FF CE A0 89 93 A1 A6 BE B8 ..@.............
CB90 BC FF FF FF AA 98 FF FF A2 9E BB AC 86 9D 99 96 ................
CBA0 B2 FF FF FF BF A9 FF FF B0 B9 B5 B3 B1 80 AE 9A ................
CBB0 94 FF FF FF 87 9F FF FF B4 83 60 61 95 B4 9B A4 ..........`a....
CBC0 F8 FF FF FF 6C A5 FF FF F0 91 F9 BA 8C 8A CB 8B ....l...........
CBD0 7F FF FF FF 85 CF FF FF 92 A3 AB AD 6D 90 8F 6B ............m..k
CBE0 6F FF FF FF CC A7 FF FF A8 88 CD CA 8D 8E 97 5D o..............]
CBF0 B6 FF FF FF E7 F3 FF FF B7 E5 F1 F2 E4 DC 4D 4B ..............MK
```

ตารางที่ 4.3 เป็นคาตัวเปลี่ยนขอมูล (4 ตัวหนาเป็นแอดเดรส,C800 = 400)

อินพุท พอร์ท 14

D_0	จากคอนแทค	R5
D_1	จากคอนแทค	R2
D_2	จากคอนแทค	R1
D_3	จากคอนแทค	R2A
D_4	จากคอนแทค	T1
D_5	จากคอนแทค	T2
D_6	จากคอนแทค	ยกแคร่
D_7	จากคอนแทค	CK

อินพุท พอร์ท 15

D_0	ปรับความเร็วเครื่องพิมพ์
D_1	ภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ ("0" = ภาษาอังกฤษ)
D_2	7 หรือ 8 บิท ("0" = 7 บิท)
D_3	"1" พิมพ์ค่าในตัวตรวจสอบตัวเปลี่ยนข้อมูล
D_4	พาริตี (parity)คู่ หรือ คี่ ("0" = คี่)
D_5	พาริตีเอนเนเบิล (enable) ("0" = disable)
D_6	บิทหยุด 1 หรือ 2 บิท ("0" = 1 บิท)
D_7	ไม่ใช้

อินพุท พอร์ท 16

D_4	กระดาษพร้อม

ตาราง 4.4 อินพุท เอาพุท พอร์ทที่ใช้งาน

เอาท์พอร์ท 0C

D_0	ไฟ memory full	
D_7	ส่งสัญญาณไปเคาน์เตอร์ว่าหน่วยความจำเต็ม	

เอาท์พอร์ท 0E

D_4	ไฟ READY	

เอาท์พอร์ท FF

D_0	ไปยังโซลินอยด์	R5
D_1	ไปยังโซลินอยด์	R2
D_2	ไปยังโซลินอยด์	R1
D_3	ไปยังโซลินอยด์	R2A
D_4	ไปยังโซลินอยด์	T1
D_5	ไปยังโซลินอยด์	T2
D_6	ไปยังโซลินอยด์	ยกแคร่
D_7	ไปยังโซลินอยด์	CK

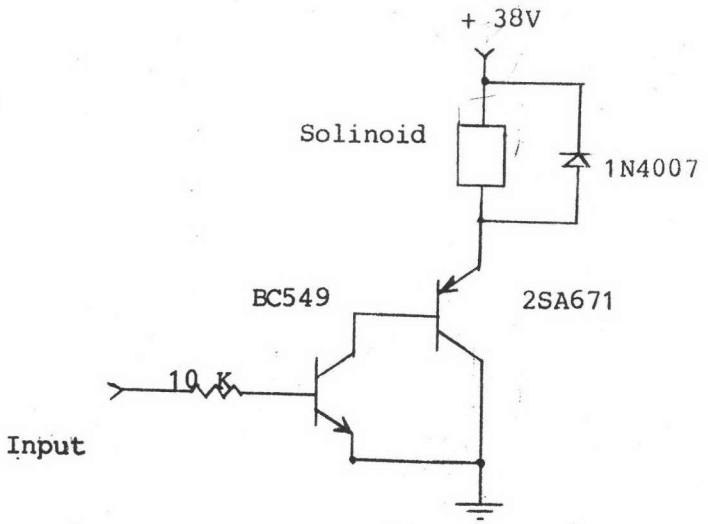
เอาท์พอร์ท 16

D_0	ไปยังโซลินอยด์	ถอยหลัง
D_1	ไปยังโซลินอยด์	เว้นวรรค
D_2	ไปยังโซลินอยด์	ปัดแคร่
D_3	ไปยังโซลินอยด์	แทป

ตาราง 4.4 (ต่อ)

English L	English U	Thai L	Thai U	R1	R2	R2A	R-5	T1	T2	CK
a	A	ฟ	ฤ	0	0	1	1	1	0	0
b	B	ิ	?	0	0	0	0	0	1	0
c	C	แ	ฉ	0	0	1	1	0	1	0
d	D	ก	ฏ	1	0	1	1	0	1	1
e	E	ำ	ฎ	1	0	1	0	0	1	0
f	F	ด	ไ	0	1	1	1	0	0	0
g	G	เ	ฆ	1	1	1	1	0	0	1
h	H	้	ฬ	1	0	0	0	0	1	1
i	I	ร	ฒ	0	0	1	0	1	0	1
j	J	่	ฮ	1	1	1	0	0	0	0
k	K	า	ษ	0	0	1	0	0	1	1
l	L	ส	ศ	1	0	0	1	0	1	0
m	M	ท	ฯ	1	1	1	1	1	0	0
n	N	น	ญ	0	1	1	0	0	1	0
o	O	ย	ๆ	1	0	0	1	1	0	0
p	P	พ	ฑ	1	0	1	0	0	0	1
q	Q	ะ	ธ	0	0	1	0	0	0	0
r	R	ั	ฃ	1	0	1	1	1	0	1
s	S	ี	ฅ	1	0	0	0	1	0	1
t	T	ร	ฑ	1	1	1	0	0	1	1
u	U	ี	ฐ	0	1	1	1	0	1	1
v	V	อ	"	0	1	1	1	1	0	1
w	W	ไ	ฌ	0	0	0	0	1	0	0
x	X	ป	)	1	1	1	1	0	1	0
y	Y	ั	%	1	0	0	0	0	0	0
z	Z	ผ	(	1	1	1	0	1	1	0
0	)	จ	ฯ	1	0	0	0	1	1	0
1	!	ๆ	.	1	1	1	1	1	1	1
2	@	ั	ๆ	0	1	1	0	1	1	1
3	#	/	ฯ	0	1	1	1	1	1	0
4	$	ภ	ฯ	1	0	0	1	1	1	1
5	%	ถ	ฯ	1	0	1	0	1	1	1
6	¢	ุ	ฯ	0	0	1	0	1	1	0
7	&	ึ	ฯ	1	0	1	1	1	1	0
8	*	ค	ฯ	0	0	1	1	1	1	1
9	(	ต	ฯ	0	0	0	0	1	1	1
-	_	ข	ฯ	0	0	0	0	0	0	1
=	+	ช	ฯ	0	1	1	0	0	0	1
½	¼	บ	ฯ	1	1	1	0	1	0	1
;	:	ว	ฯ	1	0	1	1	0	0	0
'	"	ง	ฯ	1	0	1	0	1	0	0
,	<	ม	ฯ	0	0	1	1	0	0	1
.	>	ใ	ฯ	0	1	1	0	1	0	0
/	?	ฝ	ฦ	1	0	0	1	0	0	1

ตารางที่ 4.5 สัญญาณส่งไปยังเครื่องพิมพ์ดีด



รูปที่ 4.4 วงจรขับโซลินอยด์

การส่งข้อมูลของเครื่องเดตาพอยท์นั้นจะมีคำสั่งหมดข้อมูลใน 1 ชุด (record) นั้น ซึ่งคำสั่งนี้ไม่จำเป็นต้องเป็นคำสั่งตัวสุดท้ายของข้อมูลในชุดนั้น ๆ โปรแกรมของเครื่องควบคุมจะต้องตรวจว่ามีสัญญาณหมดชุดมาหรือยัง ถ้ามีสัญญาณมาแสดงว่าข้อมูลในชุดนั้นหลังจากสัญญาณนี้จะไม่ใช้งาน (ไม่เอาไปพิมพ์) ดังนั้น เมื่อเครื่องควบคุมเจอสัญญาณนี้จะไม่ส่งข้อมูลนั้นหลังจากคำสั่งนี้ไปเก็บ เพื่อประหยัดเนื้อที่และยังทำให้พิมพ์ได้เร็วขึ้น

เครื่องพิมพ์จะพิมพ์ไปจนกว่ามีสัญญาณเลื่อนกระดาษใหม่ เครื่องพิมพ์จะหยุดพิมพ์ ไฟ READY จะดับ เพื่อให้ผู้ใช้เปลี่ยนกระดาษ เมื่อเปลี่ยนกระดาษเสร็จแล้วให้กดปุ่ม READY ไฟ READY จะติด แสดงว่าเครื่องพิมพ์พร้อมที่จะพิมพ์ตามปกติ

จากข้อมูลทั้งหมดข้างต้น ทำให้สามารถเขียนโมดูลของโปรแกรมได้ตามตารางที่ 4.6 จากนั้นก็เขียนแผนผังทางเดิน ของโปรแกรมได้จากตารางที่ 4.7 แล้วสามารถเขียนเป็นโปรแกรมควบคุมได้ตามตารางที่ 4.8

เมื่อประกอบวงจรและเขียนโปรแกรม (ตามรูปที่ 4.3 และตารางที่ 4.8) แล้ว เมื่อกดปุ่ม TEST เครื่องพิมพ์ดีดจะพิมพ์ข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำ ซึ่งเก็บเป็นแบบแอสกิ แล้วนำไปผ่านตัวเปลี่ยนข้อมูล จากนั้นก็ส่งออกไปยังเครื่องพิมพ์ ซึ่งจะพิมพ์ออกมาได้เป็นรูปที่ 4.5 ข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำสำหรับทดสอบตัวเปลี่ยนข้อมูลเก็บอยู่คู่กับโปรแกรมในอีพรอม เบอร์ 2708 ข้อมูลนี้เก็บ 2 แบบ คือ ภาษาอังกฤษเก็บในลักษณะของรหัสแอสกิ และภาษาไทยเก็บในลักษณะของรหัสแอปซิสิดของไอบีเอ็ม

1 ลบรีจิสเตอร์และตัวแปร

2 กำหนดพอร์ทของ PIO 8255

3 กำหนดโมด (mode) ของ SIO 8251

4 กำหนดแอดเดรสของตัวเปลี่ยนข้อมูล

5 ตรวจกระดาษเรียบร้อยไหม

6 ตรวจสัญญาณในหน่วยความจำ

7 ตรวจสัญญาณควบคุมพิมพ์ค่าในหน่วยความจำทดสอบตัวเปลี่ยนข้อมูล

8 รับสัญญาณจาก SIO

9 รูทีนพิมพ์

10 รูทีนปัดแคร่

11 รูทีนเว้นวรรค

12 รูทีนถอยหลัง

13 รูทีนแทป

14 รูทีนพิมพ์สัญญาณพิเศษ

15 รูทีนตรวจจำนวนบิทของข้อมูลที่เอาไปพิมพ์

16 รูทีนเก็บสัญญาณลงในหน่วยความจำ

17 รูทีนพิมพ์สัญญาณจากหน่วยความจำ

18 รูทีนตรวจหน่วยความจำเต็ม

19 รูทีนหน่วงเวลา

20 รูทีนตรวจกระดาษ

ตารางที่ 4.6 โมดูลของซอฟแวร์ (software module)ที่ใช้งาน

วงจรควบคุมแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

4.1 ส่วนแหล่งจ่ายไฟ และตัวขับ (driver)

แหล่งจ่ายไฟต้องสร้างแรงเคลื่อนไฟฟ้า เพื่อส่งไปยังส่วนวงจรและจ่ายให้กับตัวขับ ตามรูปที่ 4.6 แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายให้กับส่วนวงจรมีขนาด $\pm$12 โวลท์ และ $\pm$5 โวลท์ โซลินอยด์ใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้า 36 โวลท์ (ตามตารางที่ 3.1) ในส่วนนี้จะติดต่อกับส่วนวงจรด้วยซอกเกท (socket) 40 ขา (ตามตารางที่ 4.9) และต่อกับโซลินอยด์ของพิมพ์ดีดด้วยตัวต่อ (connector) 36 ขา (ตามตารางที่ 4.10)

4.2 ส่วนวงจร

ส่วนนี้จะเป็นส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมทั้งหมด ประกอบด้วยโปรเซสเซอร์ และส่วนประกอบทางอิเลคทรอนิค วงจรทั้งหมดอยู่บนแผ่นวงจรแผ่นเดียว (single board) ติดต่อกับส่วนแหล่งจ่ายไฟ และตัวขับด้วยซอกเกท 40 ขา และติดต่อกับเครื่องเทอร์มินอลด้วยตัวต่อ 25 ขา ตามมาตรฐาน EIA-RS 232C/CCITT V.24 (ตามตารางที่ 2.3)

วิธีใช้เครื่องควบคุม

1. ต่อขั้วของเครื่องควบคุมกับเครื่องเทอร์มินอล 8200 และเครื่องพิมพ์ดีดเทอร์มินอล 8200 ไม่จำเป็นต้องปิด

2. เปิดสวิทช์ของเครื่องควบคุม

3. กดปุ่ม RESET บนเครื่องควบคุม

4. กดปุ่ม READY ไฟ READY จะติดแสดงว่า เครื่องพิมพ์สามารถพิมพ์ได้

5. เปิดสวิทช์ของเครื่องพิมพ์ดีด

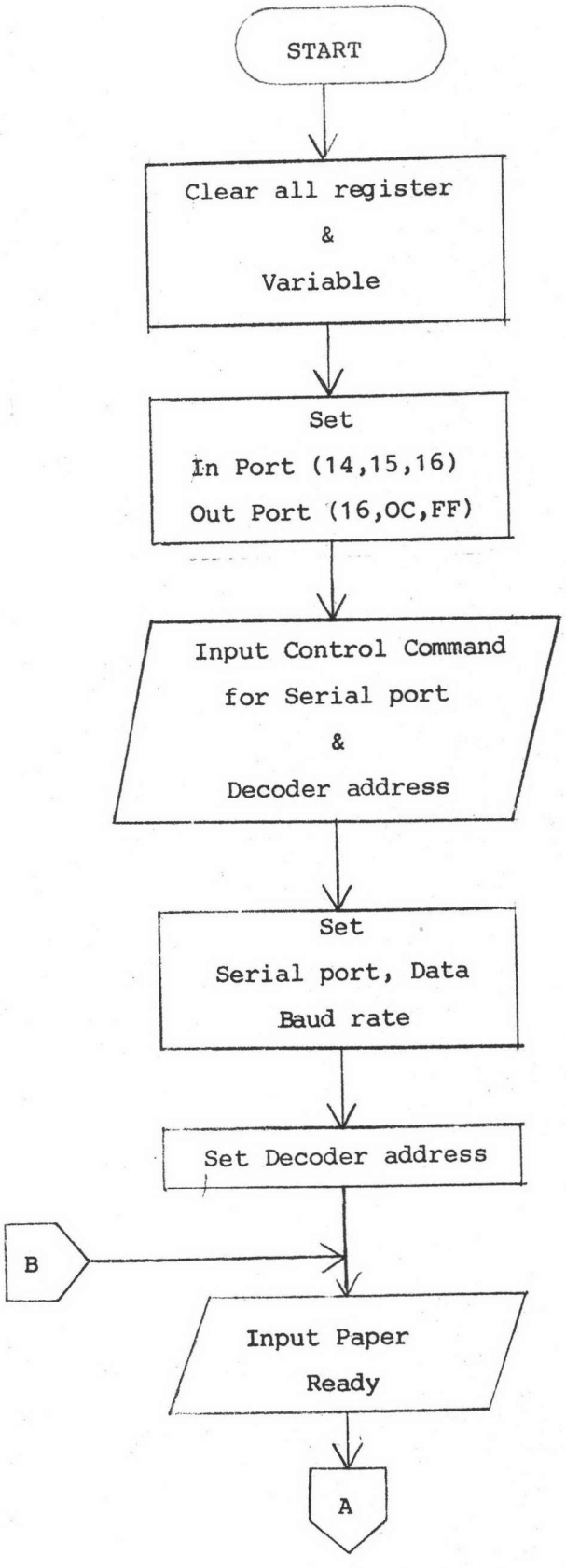
ถ้าต้องการทดสอบโปรแกรม และตัวเปลี่ยนข้อมูล กดปุ่ม TEST ลักษณะที่พิมพ์ออกมาแสดงอยู่ในรูปที่ 4.5

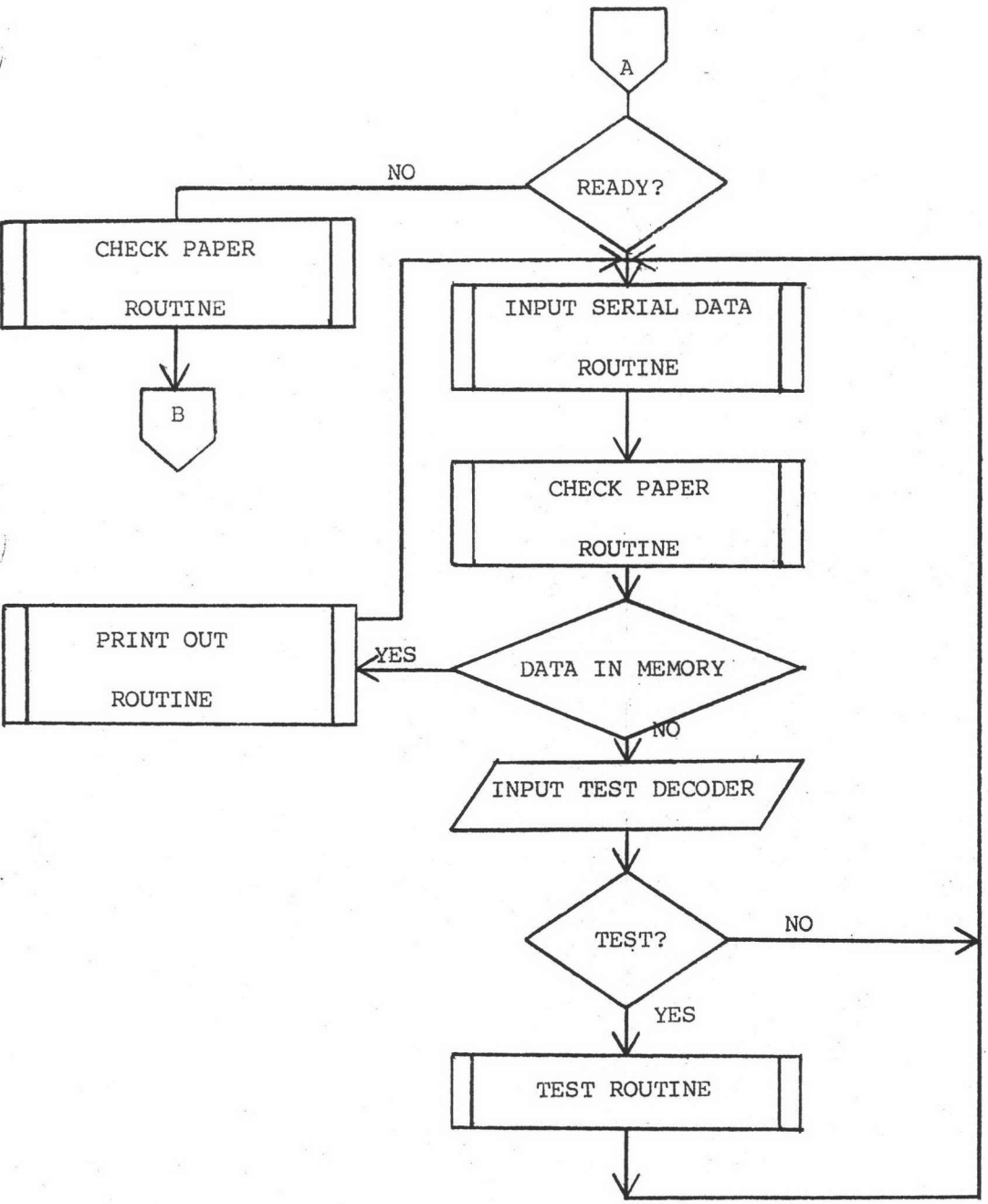
หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสร้างเครื่องควบคุมเครื่องพิมพ์ดีดไอบีเอ็มแบบลูกกอล์ฟ สำหรับเครื่องเดตาพอยท์ ๕๕๐๐
ชื่อนิสิต	นายสมโภชน์ อุไรเวโรจนากร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ สมชาย ทยานยง
แผนกวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	๒๕๒๕

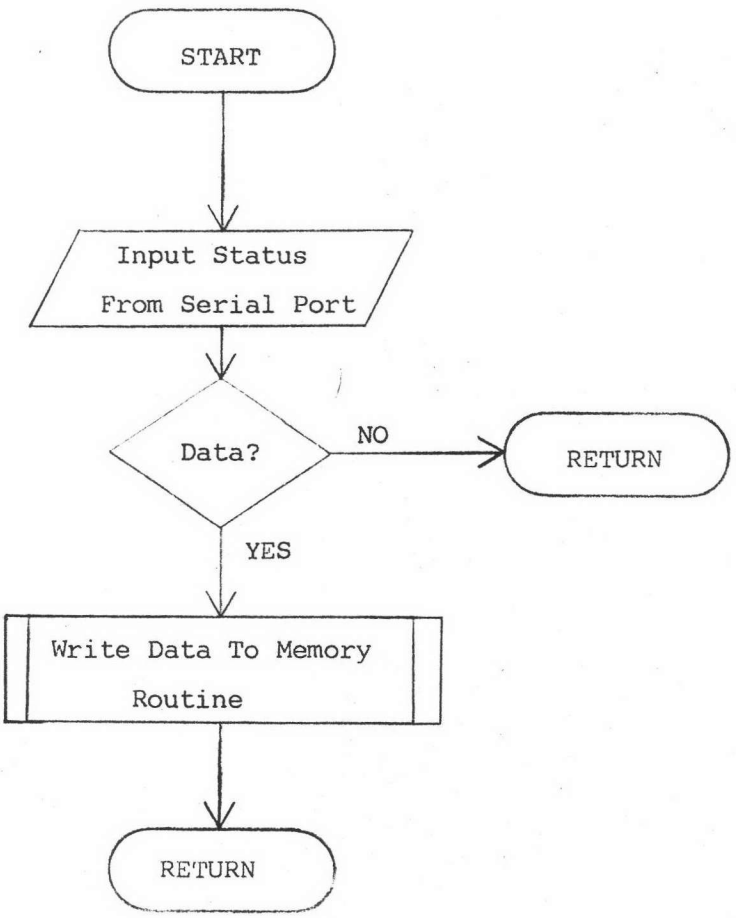
Thesis Title	The construction of golf-ball typewriter controller for datapoint 5500
Name	Mr. Sompoch Urai-Verotchanakorn
Thesis Advisor	Associate Professor Somchai Thayarnyong
Department	Computer Engineering
Academic Year	1982

รูปที่ 4.5 ตัวอย่างของข้อมูลที่พิมพ์ออกมา

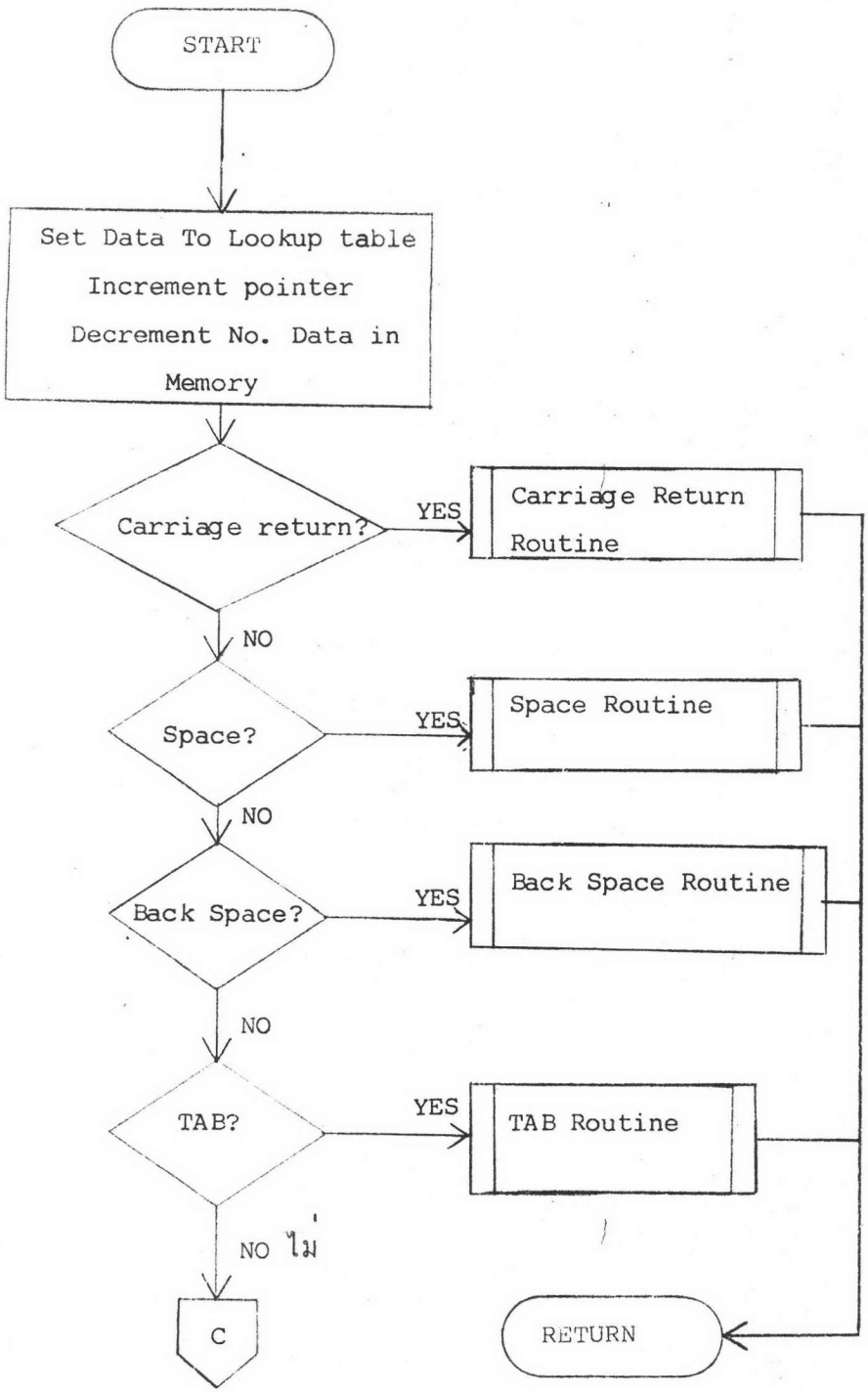
ตารางที่ 4.7


START
Clear all register
&
Variable
Set
In Port (14,15,16)
Out Port (16,OC,FF)
Input Control Command
for Serial port
&
Decoder address
Set
Serial port, Data
Baud rate
Set Decoder address
B
Input Paper
Ready
A

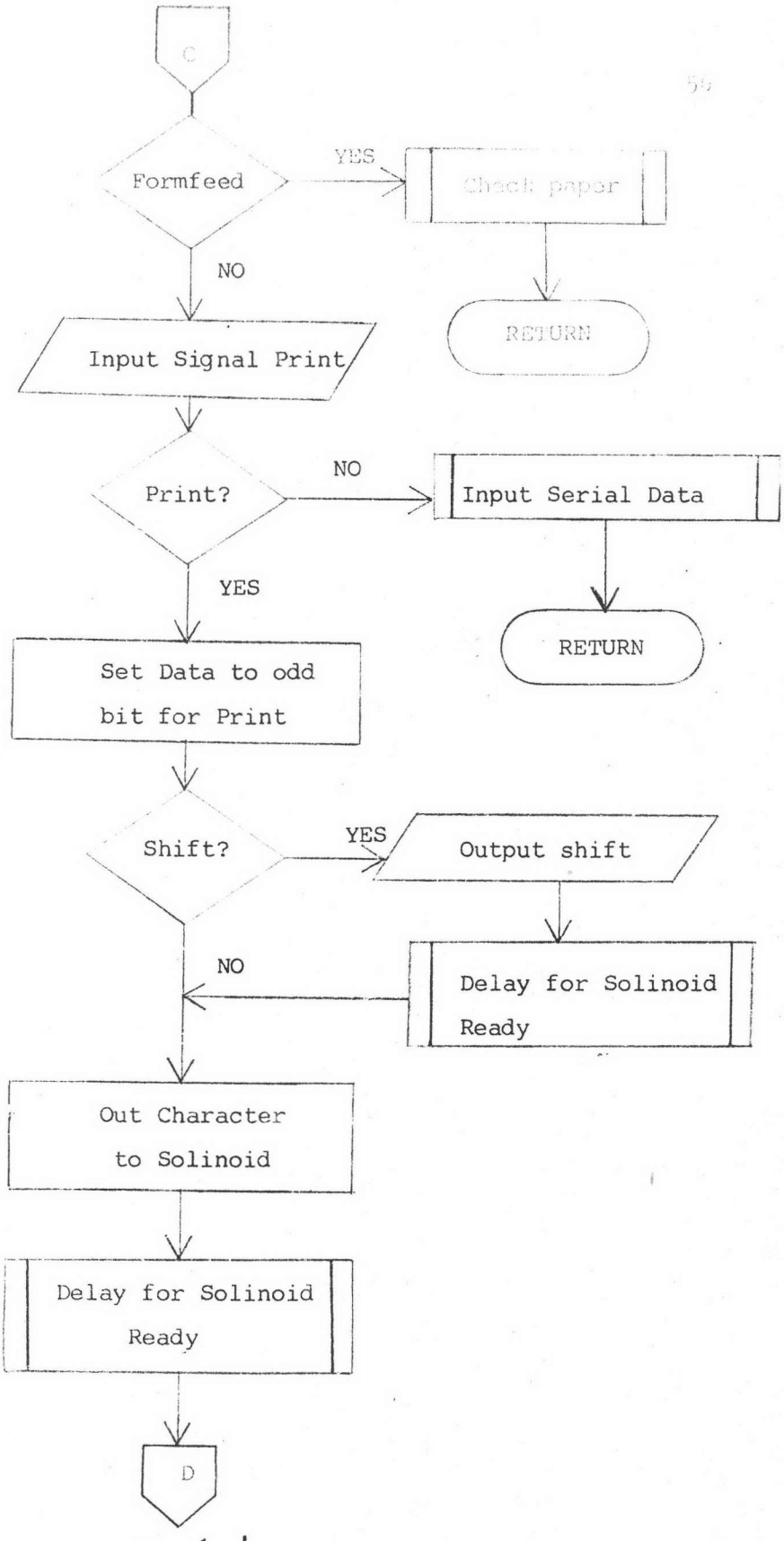

A
READY?
NO
CHECK PAPER
ROUTINE
B
INPUT SERIAL DATA
ROUTINE
CHECK PAPER
ROUTINE
PRINT OUT
ROUTINE
YES
DATA IN MEMORY
NO
INPUT TEST DECODER
TEST?
NO
YES
TEST ROUTINE



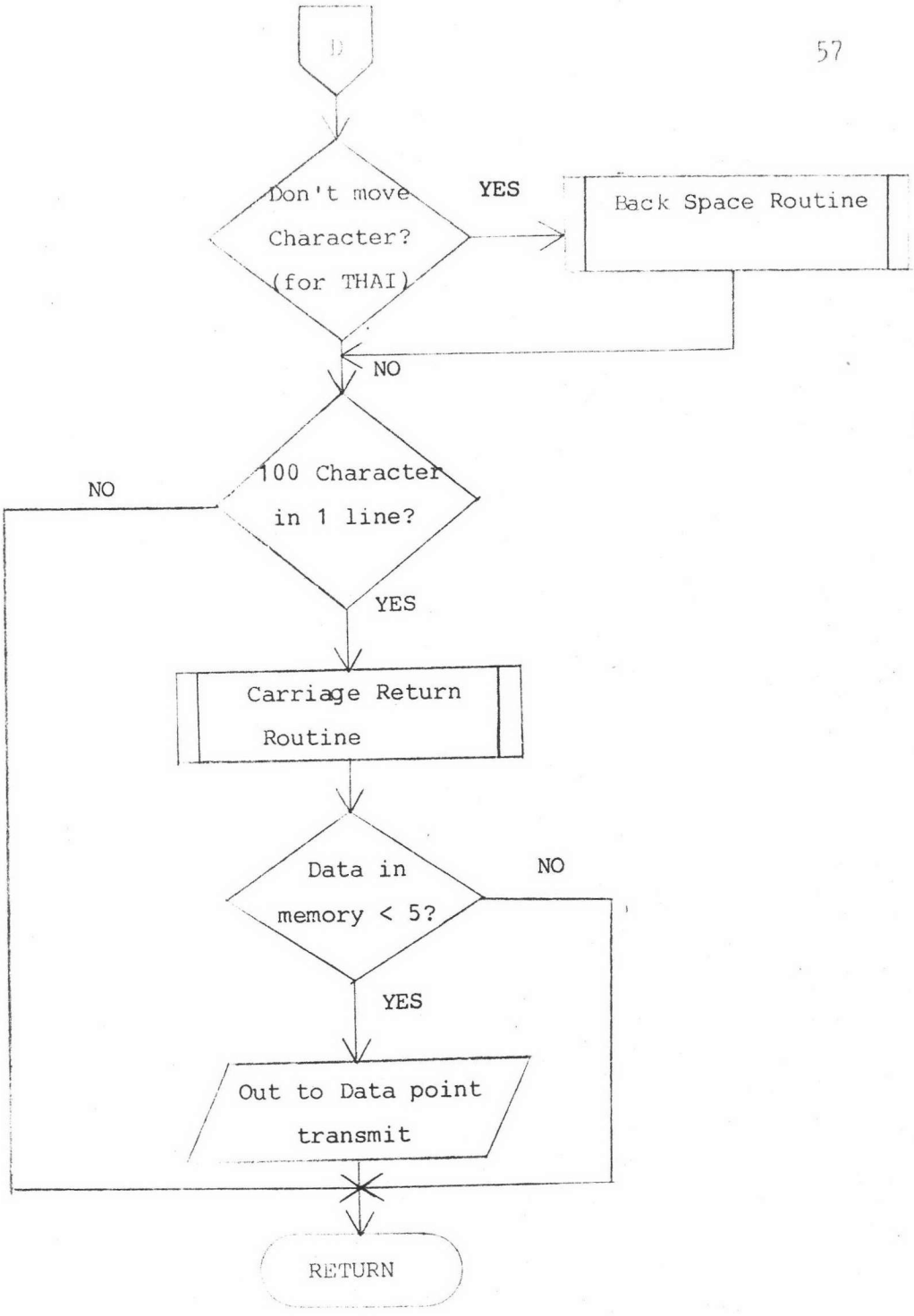
รูทีนรับสัญญาณจาก SIO (8)


START
Set Data To Lookup table
Increment pointer
Decrement No. Data in Memory
Carriage return?
YES
Carriage Return Routine
NO
Space?
YES
Space Routine
NO
Back Space?
YES
Back Space Routine
NO
TAB?
YES
TAB Routine
NO ไม่
C
RETURN

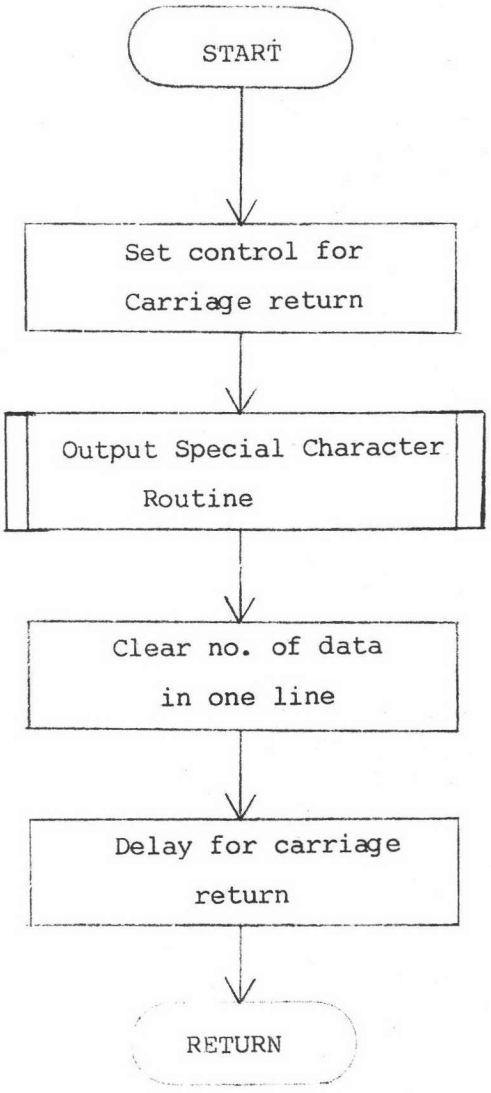
รูปที่นพิมพ์ (9)


C
Formfeed
YES
Check paper
NO
RETURN
Input Signal Print
Print?
NO
Input Serial Data
YES
RETURN
Set Data to odd
bit for Print
Shift?
YES
Output shift
NO
Delay for Solinoid
Ready
Out Character
to Solinoid
Delay for Solinoid
Ready
D

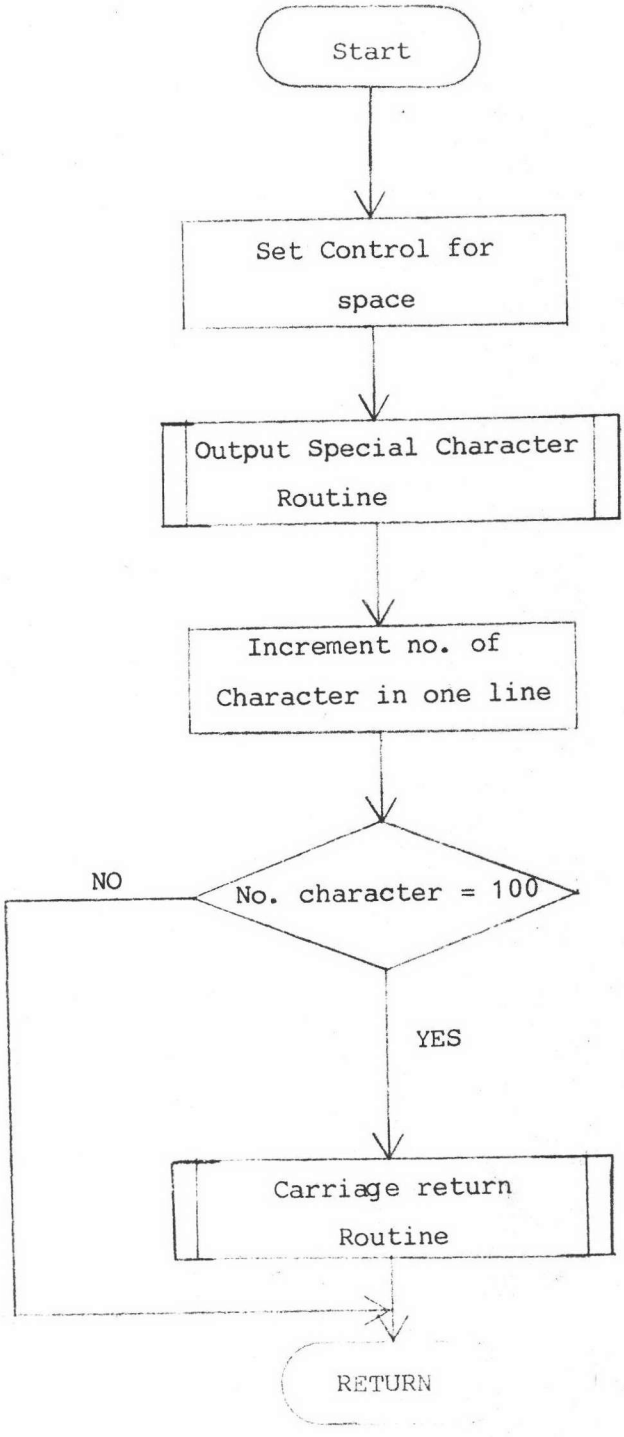
รูทีนพิมพ์ (ต่อ)


D
Don't move Character? (for THAI)
YES
Back Space Routine
NO
100 Character in 1 line?
NO
YES
Carriage Return Routine
Data in memory < 5?
NO
YES
Out to Data point transmit
RETURN

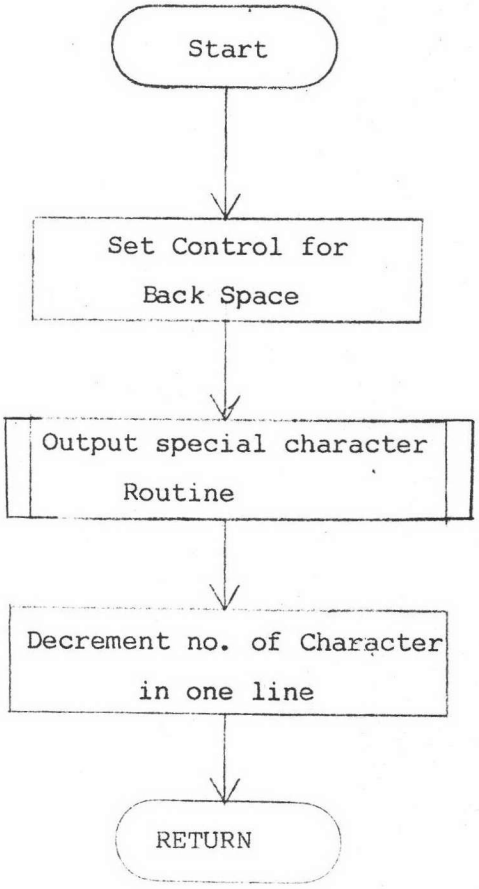
รูทีนพิมพ์ (ต่อ)


START
Set control for
Carriage return
Output Special Character
Routine
Clear no. of data
in one line
Delay for carriage
return
RETURN

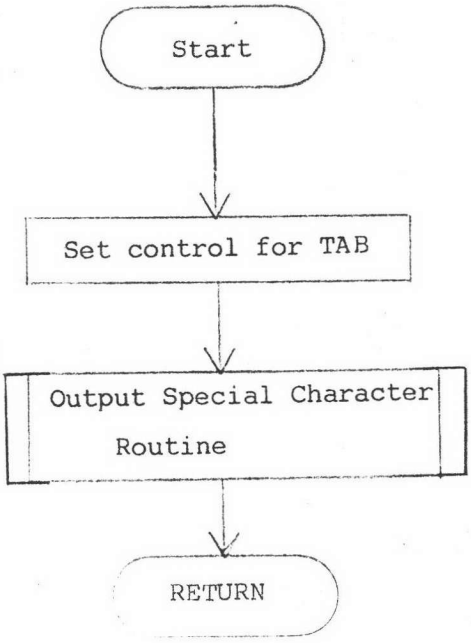
รูทีนปัดแคร่ (10)



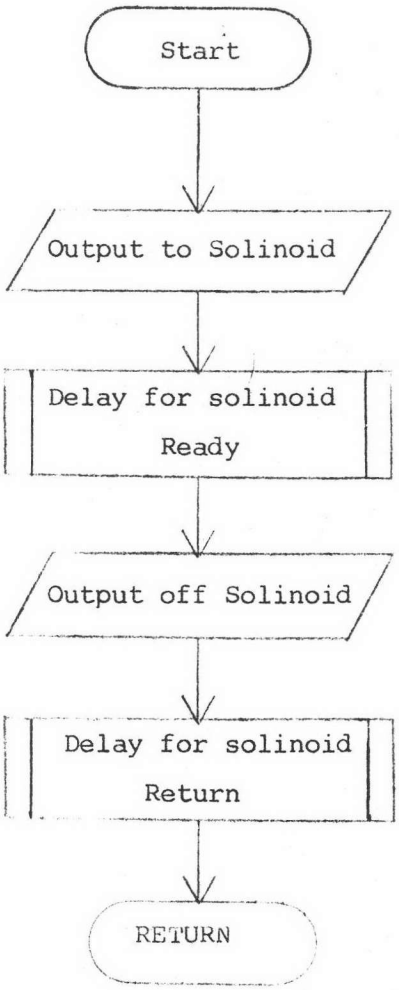
รูทีนเว้นวรรค (11)



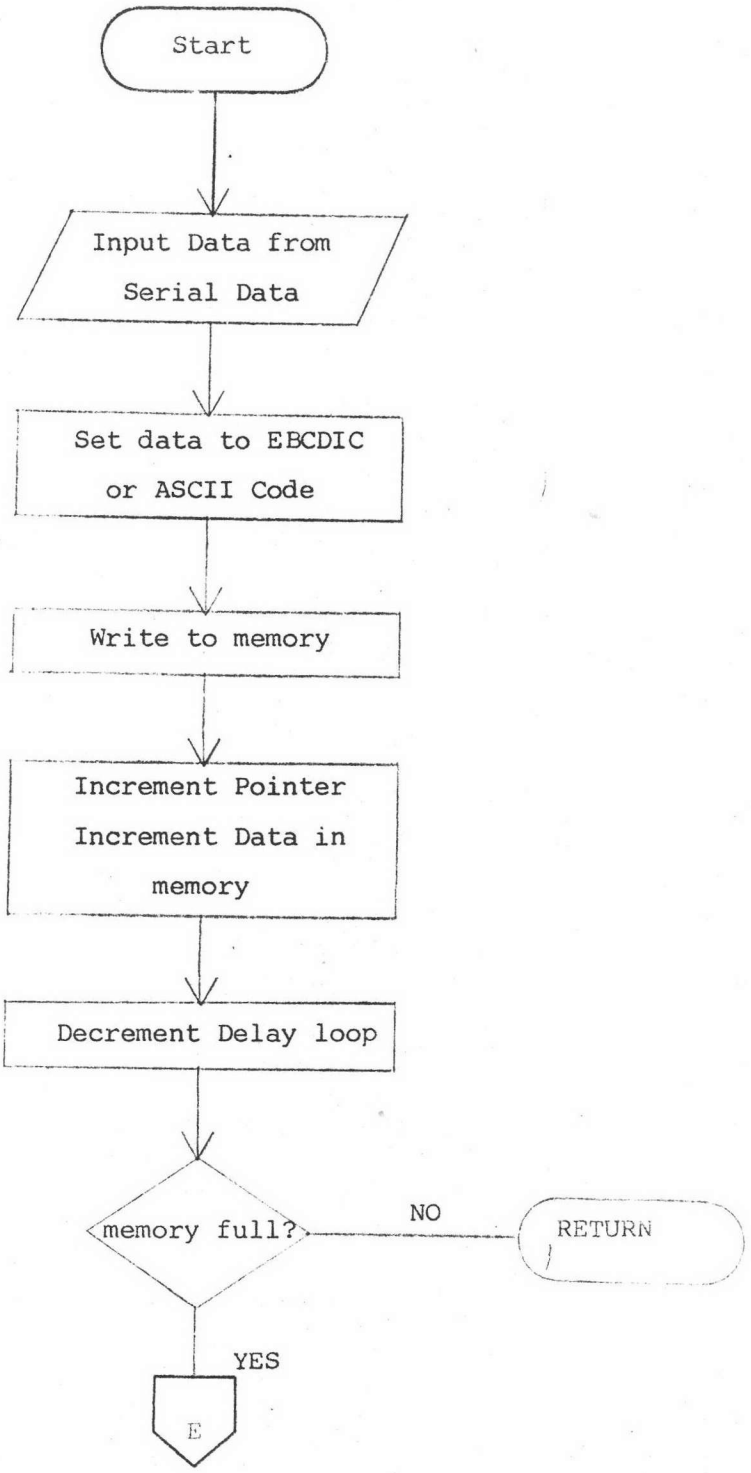
รูทีนถอยหลัง (12)


Start
Set control for TAB
Output Special Character
Routine
RETURN

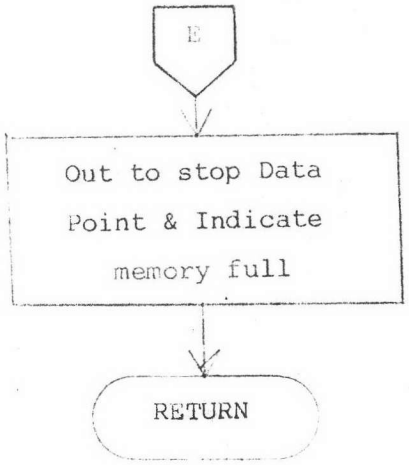
รูทีนแทป (13)



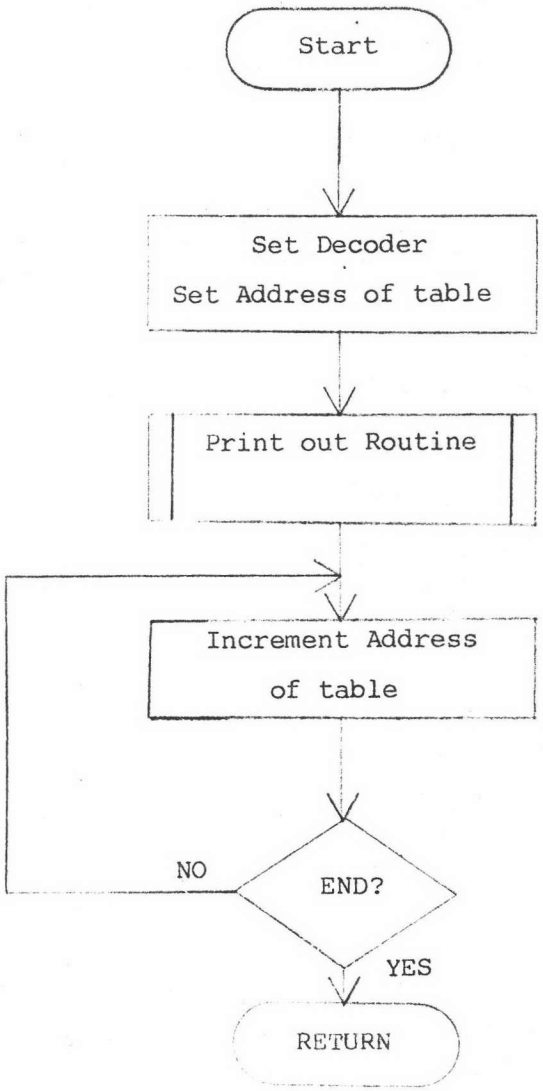
รูทีนพิมพ์สัญญาณพิเศษ (14)



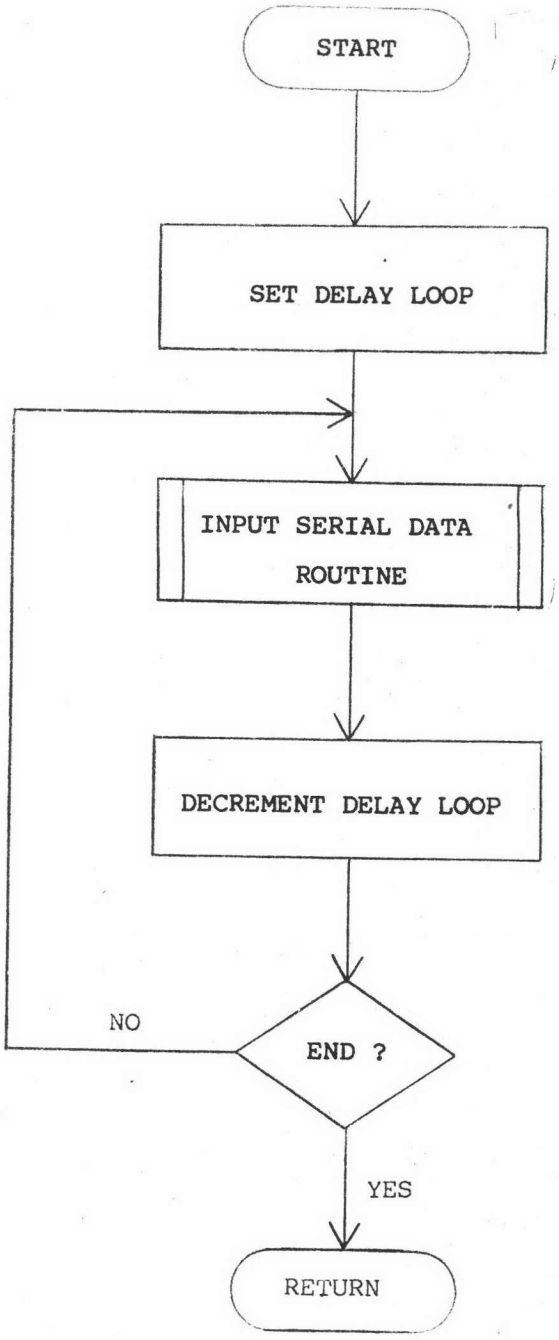
รูทีนเก็บสัญญาณลงในหน่วยความจำ (16)



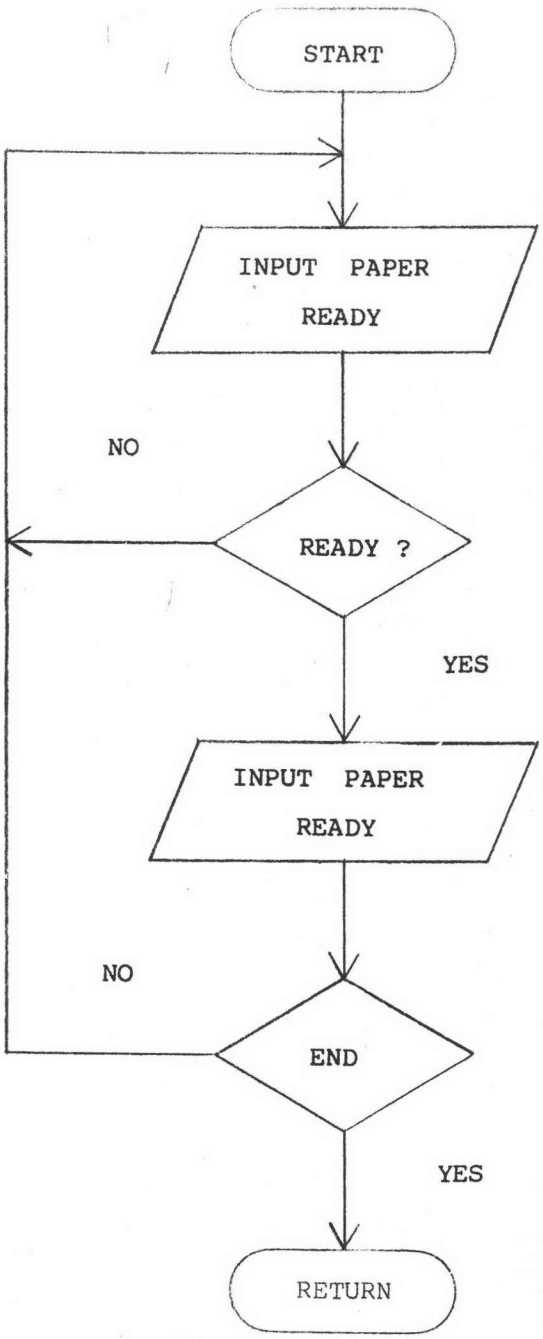
รูทีนเก็บสัญญาณลงในหน่วยความจำ (ต่อ)



รูทีนพิมพ์สัญญาณจากหน่วยความจำ (17)



รูทีนหน่วยเวลา (19)



รูทีนตรวจกระดาษ (20)

ขาที่	รายละเอียด
1- 4	+ 5
5	อินพุทจากคอนแทคของ R1
6	อินพุทจากคอนแทคของ R2
7	อินพุทจากคอนแทคของ R2A
8	อินพุทจากคอนแทคของ R5
9	อินพุทจากคอนแทคของ T1
10	อินพุทจากคอนแทคของ T2
11	อินพุทจากคอนแทคของยกแคร่
12	อินพุทจากคอนแทคของ CK
13-16	ไม่ใช้
17	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ CR
18	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ SP
19	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ BS
20	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ TAB
21	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ R1
22	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ R2
23	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ R2A
24	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ R5
25	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ T1
26	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ T2
27	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ยกแคร่
28	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ CK
29	- 5 โวลท์

ตาราง 4.9 แสดงขาของซอกเกต 40 ขา

ขาที่	รายละเอียด
30	- 12 โวลท์
31	+ 12 โวลท์
32 - 33	ไม่ใช้
34 - 40	กราวด์

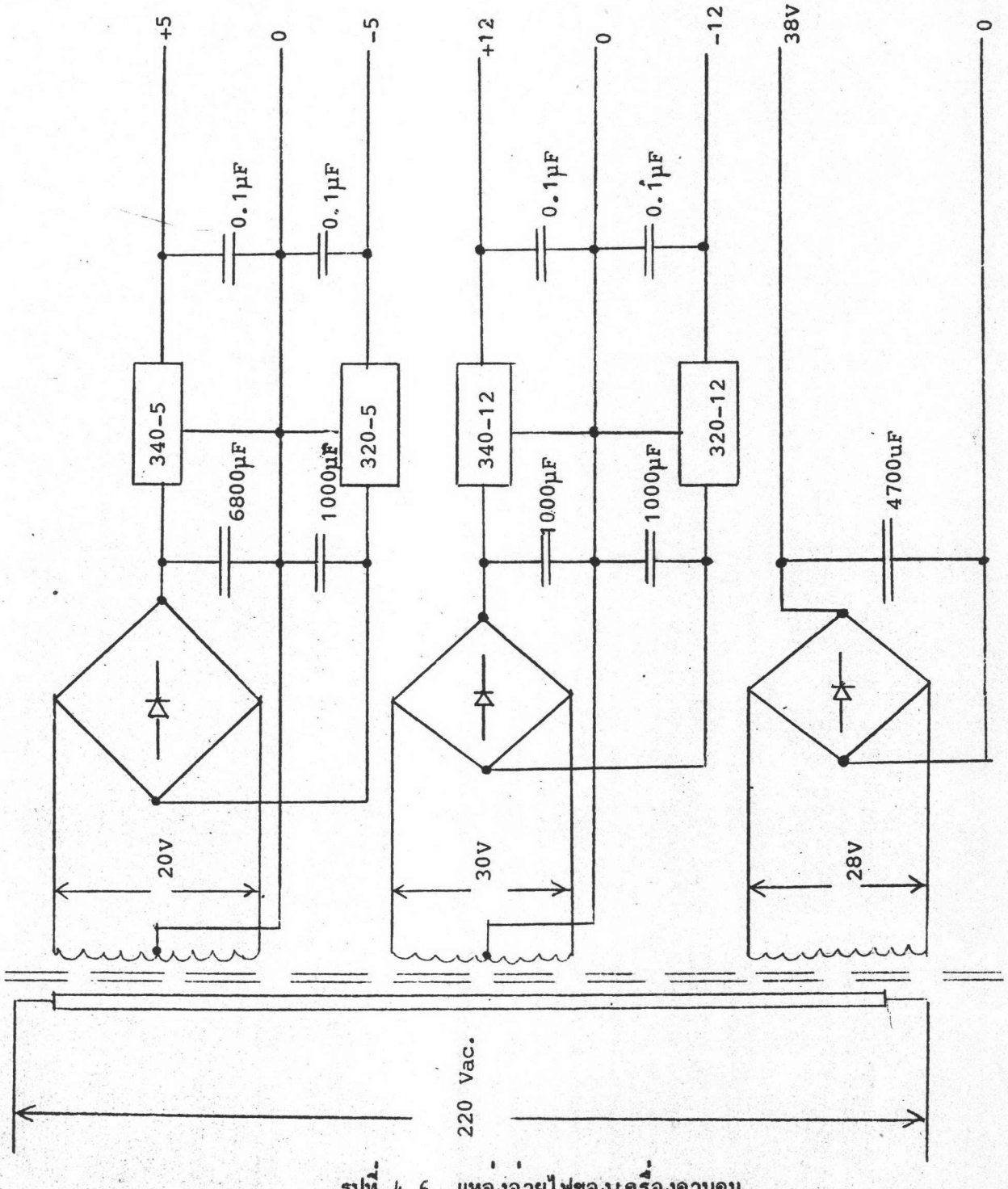
ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ขาที่	รายละเอียด
1	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ R1
2	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ R2
3	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ R2A
4	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ R5
5	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ T1
6	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ T2
7	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ยกแคร่
8	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ CK
9	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ CR
10	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ SP
11	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ BS
12	เอาพุทไปยังโซลินอยด์ TAB
13 - 15	ไม่ใช้
16 - 18	กราวด์
19	อินพุทจากโซลินอยด์ R1
20	อินพุทจากโซลินอยด์ R2
21	อินพุทจากโซลินอยด์ R2A
22	อินพุทจากโซลินอยด์ R5
23	อินพุทจากโซลินอยด์ T1
24	อินพุทจากโซลินอยด์ T2
25	อินพุทจากโซลินอยด์ยกแคร่
26	อินพุทจากโซลินอยด์ CK
27	อินพุทจากโซลินอยด์ CR

ตาราง 4.10 แสดงขาของหัวต่อ 36 ขา

ขาที่	รายละเอียด
28	อินพุทจากโซลินอยด์ SP
29	อินพุทจากโซลินอยด์ BS
30	อินพุทจากโซลินอยด์ TAB
31 - 36	+ 36 โวลท์

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)



รูปที่ 4.6 แหล่งจ่ายไฟของเครื่องควบคุม