หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7

การดัดแปลงให้เครื่องพิมพ์บรรทัดพิมพ์ภาษาไทย

จากการศึกษาเครื่องพิมพ์บรรทัด วงจรอินเตอร์เฟสกับหน่วยประมวลผลกลาง และข้อกำหนดในการใช้รหัสภาษาไทย ในบทที่ผ่านมา สรุปได้ว่าไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงวงจรใด ๆ ในเครื่องพิมพ์บรรทัดเลย แต่จะต้องเปลี่ยนรหัสที่ส่งจากคอนโทรลเลอร์มายังเครื่องพิมพ์บรรทัดเสียใหม่ ให้เหลือความยาวข้อมูลเพียง 7 บิท โดยมีความสัมพันธ์ที่ถูกต้องกับตำแหน่งตัวอักษรบนแบนด์ซึ่งเป็นแบนด์ที่มีทั้งภาษาไทยและอังกฤษ ชนิด 128 คาแร็กเตอร์เซท การเพิ่มเติมระบบคอมพิวเตอร์ให้ สามารถพิมพ์ 2 ภาษาได้ จึงต้องออกแบบ 2 อย่าง คือออกแบบแบนด์ภาษาไทย-อังกฤษ และออกแบบวงจรเพื่อสร้างความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างรหัสภายในหน่วยประมวลผลกลางที่มี 8 บิท กับตำแหน่งตัวอักษรบนแบนด์ซึ่งแทนด้วยรหัส 7 บิท วงจรนี้จะเรียกว่าวงจรเปลี่ยนรหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัด (ดูส่วนบนของรูปที่ 7 ประกอบ)

การออกแบบแบนด์ภาษาไทย-อังกฤษ

การที่แบนด์มีตัวอักษรได้มากที่สุด 128 ตัวอักษรและตัวอักษรเดิมมีอยู่ 64 ตัวอักษร ทำให้ต้องพยายามลดจำนวนตัวอักษรภาษาไทยลงให้เหลือเท่าที่จำเป็นจากรหัสที่กำหนดไว้ซึ่งมี 70 รหัส เมื่อพิจารณาดูจะพบว่าตัวอักษร ฃ ฅ ฦ และ ๅ ไม่มีที่ใช้ในปัจจุบันแล้ว ภาษาไทยจึงเหลือตัวพิมพ์ 66 ตัว ซึ่งไม่สามารถบรรจุลงในเนื้อที่บนแบนด์ที่เหลือสำหรับ 64 ตัวอักษรได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องตัดตัวอักษรบนแบนด์ภาษาอังกฤษลงไป 2 ตัว แล้วนำมารวมกับตัวอักษรภาษาไทยอีก 66 ตัว เพื่อบรรจุลงในแบนด์ชนิด 128 คาแร็กเตอร์เซท

ตัวอักษรบนแบนด์ภาษาอังกฤษชนิด 64 คาแรคเตอร์เซท ซึ่งสมควรตัดออกได้ก็คือตัวอักษรพิเศษซึ่งมีที่ใช้น้อยในทางซอฟแวร์ และโปรแกรมของผู้ใช้ ซึ่งได้พิจารณาเลือกตัวอักษร \ และ ^ ออกทิ้งไป

ในการลำดับตัวอักษรบนแบนด์นั้น ตัวอักษรภาษาอังกฤษควรเรียงลำดับตามชุดรหัสเอเอสซีไอไอ เหมือนเดิม เพราะไม่ต้องยุ่งยากกับการเปลี่ยนรหัสที่เข้ามาพิมพ์ ยกเว้นตัวอักษรพิเศษที่ตัดออกไป 2 ตัว ซึ่งต้องแทรกตัวอักษรภาษาไทยเข้ามาแทน รหัสที่เหลืออยู่คือจาก $(20)_{16}$ ถึง $(2F)_{16}$ และ $(60)_{16}$ ถึง $(7F)_{16}$ เป็นรหัสที่จะใช้ สำหรับภาษาไทยนี้จะจัดอย่างไรก็ได้ เพราะอยู่ในส่วนที่ต้องเปลี่ยนจากรหัส 8 บิทให้เป็น 7 บิท เพื่อความสะดวก จึงเลือกจัดตามลำดับตัวอักษรปกติในภาษาไทย ดังนั้นจึงได้ลำดับตัวอักษรบนแบนด์ตามตารางที่ 8

<u>การออกแบบวงจรเปลี่ยนรหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัด</u>

วงจรเปลี่ยนรหัสทำหน้าที่ลดความยาวข้อมูลจาก 8 บิท ลงเหลือ 7 บิท และสร้างความสัมพันธ์ของรหัสเสียใหม่เพื่อให้เข้ากับตำแหน่งบนแบนด์ภาษาไทย-อังกฤษที่กำหนดไว้แล้ว การเปลี่ยนรหัสจะต้องทำหลังจากที่ข้อมูลผ่านการตรวจของ ส่วนควบคุมภายในวงจรอินเตอร์เฟสแล้ว เพราะเมื่อส่วนควบคุมตรวจพบรหัสควบคุมจะกำเนิดคอนโทรลบิทส่งให้กับเครื่องพิมพ์ ถ้าทำการเปลี่ยนข้อมูลก่อนการตรวจ รหัสที่เปลี่ยนใหม่บางตัวจะไปพ้องกับรหัสควบคุม ทำให้วงจรทำงานผิดพลาดได้

จุดที่เหมาะสมที่สุดในการแทรกวงจรเปลี่ยนรหัสลงไปก็คือ ระหว่างดาตารีจิสเตอร์กับพาริตีเจเนอเรเตอร์ เพราะรหัสเดิมผ่านการตรวจเพื่อสร้างคอนโทรลบิทแล้ว รหัสเดิมสเตเบิลอยู่นาน และรหัสใหม่ยังคงผ่านไปวงจรพาริตีเจเนอเตอร์เพื่อกำเนิดพาริตีบิทตามเดิม

พิจารณาวงจรดาตารีจิสเตอร์และพาริตีเจเนอเรเตอร์ของคอนโทรลเลอร์ในรูปที่ 18 ข้อมูลจากรีซีฟเวอร์ผ่านโดยตรงมาเข้าแล็ทช์ 8 บิท แล้วส่งเอาท์พุทแบบอินเวอร์ต (invert) ไปเข้าไอซีพาริตีเจเนอเรเตอร์ และทรานสมิตเตอร์ ซึ่งหมายความว่าข้อมูลที่ส่งออกไปยังเครื่องพิมพ์บรรทัดเป็นแบบเนกะตีฟลอจิก (negative logic) ดังนั้นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเข้าและออกจะต้องเป็นแบบอินเวอร์ตทั้งคู่โดยอาศัยตารางที่ 8 เป็นหลักประกอบกับวิธีการตรวจสอบข้อมูลในไดรเวอร์ของเครื่องพิมพ์บรรทัดเพื่อตัดรหัสที่ไม่

ตารางที่ 8

รหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัดตามตำแหน่งของแบนด์

รหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัดซึ่งกำหนดขึ้นใหม่	ตัวอักษรบนแบนด์	รหัสมาตรฐานภายในหน่วยประมวลผลกลาง	รหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัดซึ่งกำหนดขึ้นใหม่	ตัวอักษรบนแบนด์	รหัสมาตรฐานภายในหน่วยประมวลผลกลาง
0C	ก	A0	15	ธ	B7
01	ข	A1	16	น	B8
02	ค	A3	17	บ	B9
03	ฆ	A5	18	ป	BA
04	ง	A6	19	ผ	BB
05	จ	A7	1A	ฝ	BC
06	ฉ	A8	1B	พ	BD
07	ช	A9	1C	ฟ	BE
08	ซ	AA	1D	ภ	BF
09	ฌ	AB	1E	ม	C0
0A	ญ	AC	1F	ย	C1
0B	ฎ	AD	20	ช่องว่าง	20
0C	ฏ	AE	21	!	21
0D	ฐ	AF	22	"	22
0E	ฑ	B0	23	#	23
0F	ฒ	B1	24	$	24
10	ณ	B2	25	%	25
11	ด	B3	26	&	26
12	ต	B4	27	'	27
13	ถ	B5	28	(	28
14	ท	B6	29	)	29

ตารางที่ 8 (ต่อ)

รหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัดตามตำแหน่งของแบนด์

รหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัดซึ่งกำหนดขึ้นใหม่	ตัวอักษรบนแบนด์	รหัสมาตรฐานภายในหน่วยประมวลผลกลาง	รหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัดซึ่งกำหนดขึ้นใหม่	ตัวอักษรบนแบนด์	รหัสมาตรฐานภายในหน่วยประมวลผลกลาง
2A	*	2A	3F	?	3F
2B	+	2B	40	@	40
2C	,	2C	41	A	41
2D	-	2D	42	B	42
2E	.	2E	43	C	43
2F	/	2F	44	D	44
30	0	30	45	E	45
31	1	31	46	F	46
32	2	32	47	G	47
33	3	33	48	H	48
34	4	34	49	I	49
35	5	35	4A	J	4A
36	6	36	4B	K	4B
37	7	37	4C	L	4C
38	8	38	4D	M	4D
39	9	39	4E	N	4E
3A	:	3A	4F	O	4F
3B	;	3B	50	P	50
3C	<	3C	51	Q	51
3D	=	3D	52	R	52
3E	>	3E	53	S	53

ตารางที่ 8 (ต่อ)

รหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัดตามตำแหน่งของแบนด์

รหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัดซึ่งกำหนดขึ้นใหม่	ตัวอักษรบนแบนด์	รหัสมาตรฐานภายในหน่วย–ประมวลผลกลาง	รหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัดซึ่งกำหนดขึ้นใหม่	ตัวอักษรบนแบนด์	รหัสมาตรฐานภายในหน่วย–ประมวลผลกลาง
54	T	54	68	ี	CD
55	U	55	69	ื	CE
56	V	56	6A	ุ	CF
57	W	57	6B	ู	D0
58	X	58	6C	ฺ	D1
59	Y	59	6D	เ	D2
5A	Z	5A	6E	็	D3
5B	[	5B	6F	่	D4
5C	ร	C2	70	้	D5
5D	]	5D	71	๊	D6
5E	ฤ	C3	72	๋	D7
5F	_	5F	73	์	D8
60	ล	C4	74	ำ	D9
61	ว	C6	75	ิ	DA
62	ศ	C7	76	ี	DB
63	ษ	C8	77	ึ	DC
64	ส	C9	78	ื	DD
65	ห	CA	79	ุ	DE
66	ฬ	CB	7A	ู	E0
67	อ	CC	7B	ฺ	E1

ตารางที่ 8 (ต่อ)

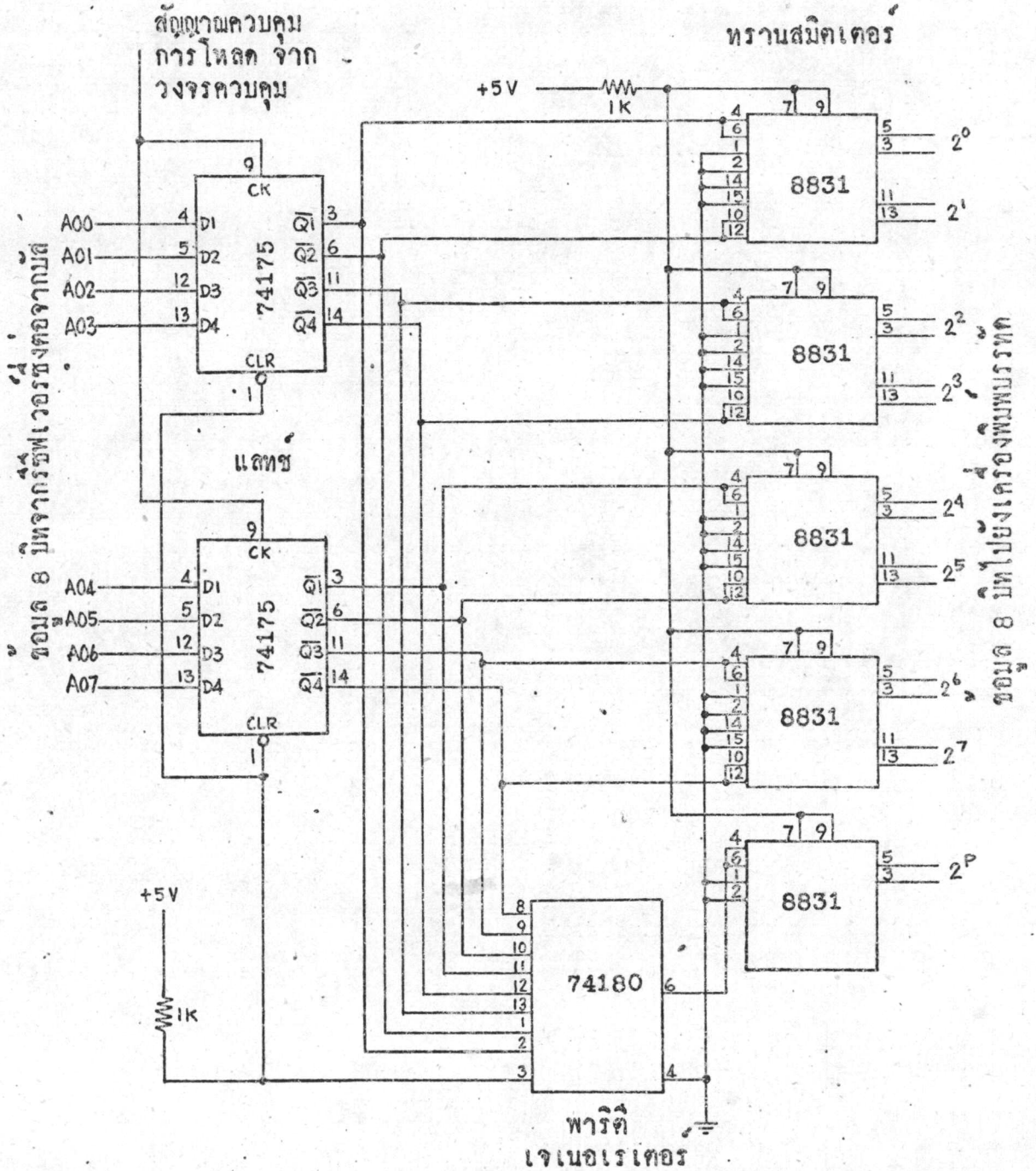
รหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัดตามตำแหน่งของแบนด์

รหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัดซึ่งกำหนดขึ้นใหม่	ตัวอักษรบนแบนด์	รหัสมาตรฐานภายในหน่วย–ประมวลผลกลาง	รหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัด	ตัวอักษรบนแบนด์	รหัสมาตรฐานภายในหน่วย–ประมวลผลกลาง
7C		E2			
7D		E3			
7E		E4			
7F		E5			

รูปที่ 18

วงจรในส่วนคาตารีจิสเตอร์และทรานสมิตเตอร์ของ

คอนโทรลเลอร์ของเครื่องพิมพ์บรรทัด



มีการใช้งานออกไป ทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ส่งจากหน่วยประมวลผลกลางเพื่อพิมพ์กับข้อมูลจริงที่ส่งไปยังเครื่องพิมพ์บรรทัด ดังตารางที่ 9

วงจรที่จะสร้างความสัมพันธ์ดังกล่าว ไม่สามารถทำได้โดยง่ายถ้าอาศัยแต่เพียงเกทธรรมดา เพราะต้องใช้เกทจำนวนมาก ทำให้ราคาสูงสิ้นเปลืองเวลาในการออกแบบ สิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้ามาก และมีขนาดใหญ่ วิธีที่ง่าย ประหยัดและสะดวกคือใช้อีพร็อม

ข้อจำกัดของอีพร็อมที่สำคัญมากก็คือความเร็วในการแอ็กเซสข้อมูลซึ่งพิจารณาจากความสัมพันธ์ของไทมิงเดียมในรูปที่ 6 ซึ่งต้องพิจารณาไทมิงระหว่างสัญญาณที่เป็นข้อมูล พาริตีบิท คอนโทรลบิท และสโตรบ เพราะการใส่อีพร็อมเข้ามาในตำแหน่งดังกล่าวจะทำให้ข้อมูล และพาริตีบิท ถูกส่งออกไปช้ากว่าเดิมเท่ากับดีเลย์ไทม์ของอีพร็อม

พิจารณาจากรูปที่ 6 จะเห็นว่าเราสามารถหน่วงสัญญาณที่เป็นข้อมูลได้อย่างมากที่สุด ไม่เกิน 1050 นาโนวินาที เพราะที่จุดนี้จุดเริ่มต้นของสัญญาณพาริตีบิท จะถูกหน่วงตามไปแล้วไปตรงกับจุดเริ่มต้น สัญญาณคอนโทรลบิทพอดี ซึ่งยังเป็นจุดปลอดภัยเพียงพอที่เครื่องพิมพ์บรรทัดจะรับข้อมูลได้โดยไม่ผิดพลาด ดังนั้นอีพร็อมที่ใช้จะต้องมีดีเลย์ไทม์ไม่เกิน 1050 นาโนวินาที และเนื่องจากข้อมูลที่จะนำมาเปลี่ยนรหัสนั้นมี 8 บิท และต้องให้รหัสออกมา 8 บิท เช่นกันแต่บิทที่ 8 เป็น 1 เสมอ (เนกะตีฟลอจิก) จึงต้องใช้อีพร็อมที่มี 256 แอ็ดเดรส เป็นอย่างน้อย และให้ข้อมูลออกมาไม่ต่ำกว่า 7 บิท (บิทที่ 8 สามารถต่อให้มีระดับลอจิก 1 ได้จากภายนอก)

อีพร็อมที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงที่สุดและหาได้ง่ายในประเทศไทยได้แก่เบอร์ 1702 ซึ่งเป็นเบอร์เดียวกับที่ใช้ในคีย์บอร์ดของระบบจอภาพนั่นเอง อีพร็อมเบอร์นี้มีดีเลย์ไทม์ 1 ไมโครวินาที 256 แอ็ดเดรส และให้ข้อมูลออก 8 บิท วงจรที่ใหม่หลังจากการแทรกอีพร็อมลงไปแล้ว แสดงไว้ในรูปที่ 19 ซึ่งทำให้สัญญาณข้อมูลทั้ง 8 บิท พาริตีบิท และคอนโทรลบิทมีความสัมพันธ์เปลี่ยนไปดังแสดงไว้ในรูปที่ 20 สำหรับแรงดัน -9 โวลท์ ที่จะต้องจ่ายให้อีพร็อมตัวนี้ดึงมาจากแรงดัน -12 โวลท์ของหน่วยประมวลผลกลาง โดยใช้วงจรแบบเดียวกับที่ใช้ในวงจรของคีย์บอร์ดทุกประการ

ตารางที่ 9

ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเข้าและออกจากวงจรเปลี่ยนรหัส
ของคอนโทรลเลอร์ของเครื่องพิมพ์บรรทัด

ข้อมูลเข้า	รหัสของหน่วยประมวลผลกลาง	ตัวอักษร	ข้อมูลออก	รหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัด	ตัวอักษรบนแบนด์
00	FF	ไม่มี	DF	20	ช่องว่าง
01	FE		DF	20	
02	FD		DF	20	
03	FC		DF	20	
04	FB		DF	20	
05	FA		DF	20	
06	F9		DF	20	
07	F8		DF	20	
08	F7		DF	20	
09	F6		DF	20	
0A	F5		DF	20	
0B	F4		DF	20	
0C	F3		DF	20	
0D	F2		DF	20	
0E	F1		DF	20	
0F	F0		DF	20	
10	EF		DF	20	
11	EE		DF	20	
12	ED		DF	20	
13	EC		DF	20	
14	EB		DF	20	
15	EA		DF	20	
16	E9		DF	20	
17	E8		DF	20	
18	E7		DF	20	
19	E6		DF	20	
1A	E5	ๆ	80	7F	ๆ
1B	E4	ฯ	81	7E	ฯ
1C	E3	๏	82	7D	๏
1D	E2	ฺ	83	7C	ฺ
1E	E1	็	84	7B	็
1F	E0	่	85	7A	่
20	DF	้	92	6D	้
21	DE	๊	86	79	๊
22	DD	๋	87	78	๋
23	DC	์	88	77	์
24	DB	๎	89	76	๎
25	DA	๐	8A	75	๐
26	D9	๑	8B	74	๑
27	D8	๒	8C	73	๒

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเข้าและออกจากวงจรเปลี่ยนรหัส
ของคอนโทรลเลอร์ของเครื่องพิมพ์บรรทัด

ข้อมูลเข้า	รหัสของหน่วยประมวลผลกลาง	ตัวอักษร	ข้อมูลออก	รหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัด	ตัวอักษรบนแบนด์
28	D7	็	8D	72	็
29	D6	่	8E	71	่
2A	D5	้	8F	70	้
2B	D4	๊	90	6F	๊
2C	D3	๋	91	6E	๋
2D	D2	์	92	6D	์
2E	D1	ั	93	6C	ั
2F	D0	ะ	94	6B	ะ
30	CF	า	95	6A	า
31	CE	ๆ	96	69	ๆ
32	CD	อ	97	68	อ
33	CC	ฮ	98	67	ฮ
34	CB	ห	99	66	ห
35	CA	ส	9A	65	ส
36	C9	ษ	9B	64	ษ
37	C8	ศ	9C	63	ศ
38	C7	ว	9D	62	ว
39	C6	ฦ	9E	61	ฦ
3A	C5	ล	DF	20	ช่องว่าง
3B	C4	ฤ	9F	60	ล
3C	C3	ร	A1	5E	ฤ (^)
3D	C2	ย	A3	5C	ร (\ )
3E	C1	ม	E0	1F	ย
3F	C0	ภ	E1	1E	ม
40	BF	ฟ	E2	1D	ภ
41	BE	พ	E3	1C	ฟ
42	BD	ฝ	E4	1B	พ
43	BC	ผ	E5	1A	ฝ
44	BB	ป	E6	19	ผ
45	BA	บ	E7	18	ป
46	B9	น	E8	17	บ
47	B8	ธ	E9	16	น
48	B7	ท	EA	15	ธ
49	B6	ถ	EB	14	ท
4A	B5	ต	EC	13	ถ
4B	B4	ด	ED	12	ต
4C	B3	ณ	EE	11	ด
4D	B2	ฒ	EF	10	ณ
4E	B1	ฑ	F0	0F	ฒ
4F	B0	ท	F1	0E	ฑ

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเข้าและออกจากวงจรเปลี่ยนรหัส
ของคอนโทรลเลอร์ของเครื่องพิมพ์บรรทัด

ข้อมูลเข้า	รหัสของหน่วยประมวลผลกลาง	ตัวอักษร	ข้อมูลออก	รหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัด	ตัวอักษรบนแบนด์
50	AF	ฯ	F2	0D	ฯ
51	AE	ฏ	F3	0C	ฏ
52	AD	ฎ	F4	0B	ฎ
53	AC	ญ	F5	0A	ญ
54	AB	ฌ	F6	09	ฌ
55	AA	ช	F7	08	ช
56	A9	ซ	F8	07	ซ
57	A8	ฉ	F9	06	ฉ
58	A7	จ	FA	05	จ
59	A6	ง	FB	04	ง
5A	A5	ฆ	FC	03	ฆ
5B	A4	ฅ	FD	02	ฅ
5C	A3	ค	FD	02	ค
5D	A2	ฃ	FE	01	ฃ
5E	A1	ข	FE	01	ข
5F	A0	ก	FF	00	ก
60	9F	↑	DF	20	↑
61	9E		DF	20	
62	9D		DF	20	
63	9C		DF	20	
64	9B		DF	20	
65	9A		DF	20	
66	99		DF	20	
67	98		DF	20	
68	97		DF	20	
69	96		DF	20	
6A	95		DF	20	
6B	94		DF	20	
6C	93		DF	20	
6D	92		DF	20	
6E	91		DF	20	
6F	90		DF	20	
70	8F		DF	20	
71	8E		DF	20	
72	8D		DF	20	
73	8C		DF	20	
74	8B		DF	20	
75	8A		DF	20	
76	89		DF	20	
77	88	↓	DF	20	↓

ไปมา

ตามลำดับ

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเข้าและออกจากวงจรเปลี่ยนรหัส
ของคอนโทรลเลอร์ของเครื่องพิมพ์บรรทัด

ข้อมูลเข้า	รหัสของหน่วยประมวลผลกลาง	ตัวอักษร	ข้อมูลออก	รหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัด	ตัวอักษรบนแบนด์
78	87		DF	20	
79	86		DF	20	
7A	85		DF	20	
7B	84		DF	20	
7C	83		DF	20	
7D	82		DF	20	
7E	81		DF	20	
7F	80		DF	20	
80	7F	■	A0	5F	
81	7E	~	A1	5E	ฤ (^)
82	7D	}	A2	5D	]
83	7C	|	A3	5C	ร (\ )
84	7B	{	A4	5B	[
85	7A	z	A5	5A	Z
86	79	y	A6	59	Y
87	78	x	A7	58	X
88	77	w	A8	57	W
89	76	v	A9	56	V
8A	75	u	AA	55	U
8B	74	t	AB	54	T
8C	73	s	AC	53	S
8D	72	r	AD	52	R
8E	71	q	AE	51	Q
8F	70	p	AF	50	P
90	6F	o	B0	4F	O
91	6E	n	B1	4E	N
92	6D	m	B2	4D	M
93	6C	l	B3	4C	L
94	6B	k	B4	4B	K
95	6A	j	B5	4A	J
96	69	i	B6	49	I
97	68	h	B7	48	H
98	67	g	B8	47	G
99	66	f	B9	46	F
9A	65	e	BA	45	E
9B	64	d	BB	44	D
9C	63	c	BC	43	C
9D	62	b	BD	42	B
9E	61	a	BE	41	A
9F	60		BF	40	@

ตารางที่ 9 (ต่อ)

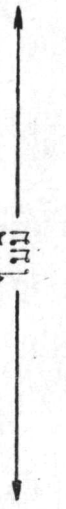
ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเข้าและออกจากวงจรเปลี่ยนรหัส
ของคอนโทรลเลอร์ของเครื่องพิมพ์บรรทัด

ข้อมูลเข้า	รหัสของหน่วยประมวลผลกลาง	ตัวอักษร	ข้อมูลออก	รหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัด	ตัวอักษรบนแบนด์
A0	5F	_	A0	5F	_
A1	5E	^	A1	5E	ฤ (^)
A2	5D	]	A2	5D	]
A3	5C	\	A3	5C	ร (\ )
A4	5B	[	A4	5B	[
A5	5A	Z	A5	5A	Z
A6	59	Y	A6	59	Y
A7	58	X	A7	58	X
A8	57	W	A8	57	W
A9	56	V	A9	56	V
AA	55	U	AA	55	U
AB	54	T	AB	54	T
AC	53	S	AC	53	S
AD	52	R	AD	52	R
AE	51	Q	AE	51	Q
AF	50	P	AF	50	P
B0	4F	O	B0	4F	O
B1	4E	N	B1	4E	N
B2	4D	M	B2	4D	M
B3	4C	L	B3	4C	L
B4	4B	K	B4	4B	K
B5	4A	J	B5	4A	J
B6	49	I	B6	49	I
B7	48	H	B7	48	H
B8	47	G	B8	47	G
B9	46	F	B9	46	F
BA	45	E	BA	45	E
BB	44	D	BB	44	D
BC	43	C	BC	43	C
BD	42	B	BD	42	B
BE	41	A	BE	41	A
BF	40	@	BF	40	@
C0	3F	?	C0	3F	?
C1	3E	>	C1	3E	>
C2	3D	=	C2	3D	=
C3	3C	<	C3	3C	<
C4	3B	;	C4	3B	;
C5	3A	:	C5	3A	:
C6	39	9	C6	39	9
C7	38	8	C7	38	8

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเข้าและออกจากวงจรเปลี่ยนรหัส
ของคอนโทรลเลอร์ของเครื่องพิมพ์บรรทัด

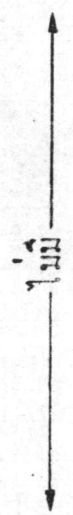
ข้อมูลเข้า	รหัสช่องหน่วยประมวลผลกลาง	ตัวอักษร	ข้อมูลออก	รหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัด	ตัวอักษรบนแบนด์
C8	37	7	C8	37	7
C9	36	6	C9	36	6
CA	35	5	CA	35	5
CB	34	4	CB	34	4
CC	33	3	CC	33	3
CD	32	2	CD	32	2
CE	31	1	CE	31	1
CF	30	0	CF	30	0
D0	2F	/	D0	2F	/
D1	2E	.	D1	2E	.
D2	2D	-	D2	2D	-
D3	2C	,	D3	2C	,
D4	2B	+	D4	2B	+
D5	2A	*	D5	2A	*
D6	29	)	D6	29	)
D7	28	(	D7	28	(
D8	27	'	D8	27	'
D9	26	&	D9	26	&
DA	25	%	DA	25	%
DB	24	$	DB	24	$
DC	23	#	DC	23	#
DD	22	"	DD	22	"
DE	21	!	DE	21	!
DF	20	ช่องว่าง	DF	20	ช่องว่าง
E0	1F	US	E0	1F	
E1	1E	RS	E1	1E	
E2	1D	GS	E2	1D	
E3	1C	FS	E3	1C	
E4	1B	ESC	E4	1B	
E5	1A	SUB	E5	1A	
E6	19	EM	E6	19	
E7	18	CAN	E7	18	
E8	17	ETB	E8	17	
E9	16	SYN	E9	16	
EA	15	NAK	EA	15	
EB	14	DC4	EB	14	
EC	13	DC3	EC	13	
ED	12	DC2	ED	12	
EE	11	DC1	EE	11	
EF	10	DLE	EF	10	



ตารางที่ 9 (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเข้าและออกจากวงจรเปลี่ยนรหัส
ของคอนโทรลเลอร์ของเครื่องพิมพ์บรรทัด

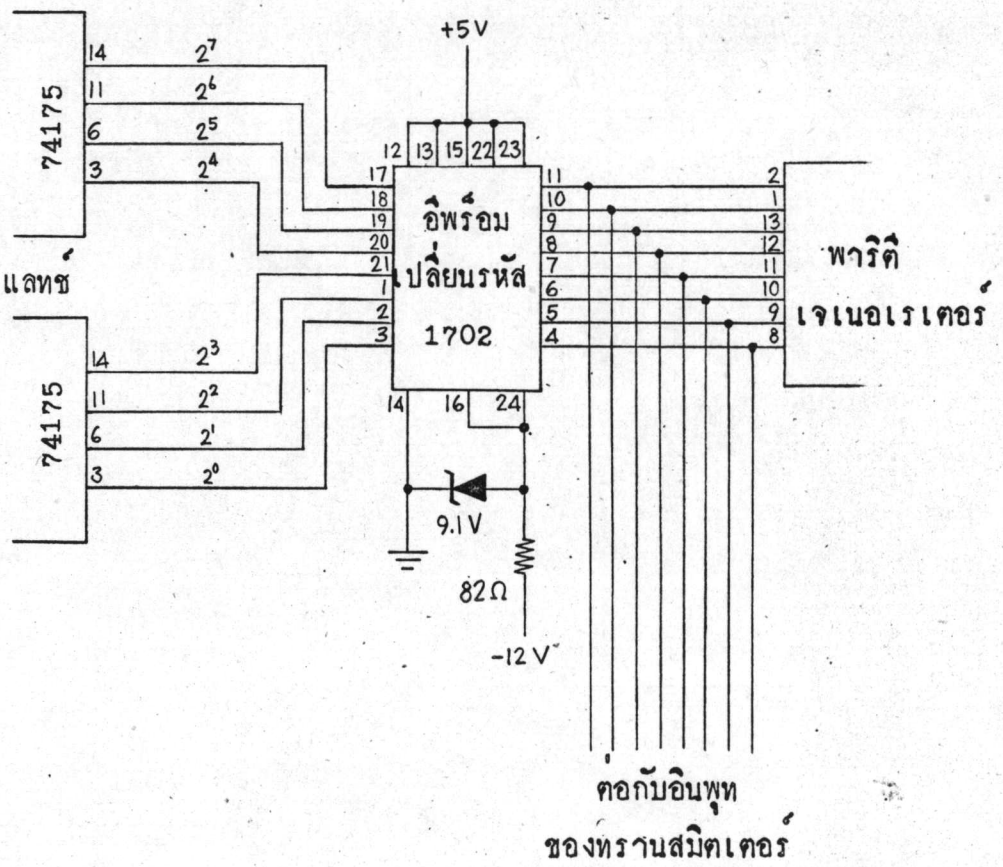
ข้อมูลเข้า	รหัสของหน่วยประมวลผลกลาง	ตัวอักษร	ข้อมูลออก	รหัสของเครื่องพิมพ์บรรทัด	ตัวอักษรบนแบนด์
F0	0F	SI	F0	0F	
F1	0E	SO	F1	0E	
F2	0D	CR	F2	0D	
F3	0C	FF	F3	0C	
F4	0B	VT	F4	0B	
F5	0A	LF	F5	0A	
F6	09	HT	F6	09	
F7	08	BS	F7	08	
F8	07	BEL	F8	07	
F9	06	ACK	F9	06	
FA	05	ENQ	FA	05	
FB	04	EOT	FB	04	
FC	03	ETX	FC	03	
FD	02	STX	FD	02	
FE	01	SOH	FE	01	
FF	00	NUL	FF	00	



หมายเหตุ ตัวอักษรบนแบนด์ในตารางนี้ เป็นของแบนด์ชนิด 128 คาแร็กเตอร์เซท
ตัวอักษรในวงเล็บ เป็นของแบนด์ชนิด 64 คาแร็กเตอร์เซท

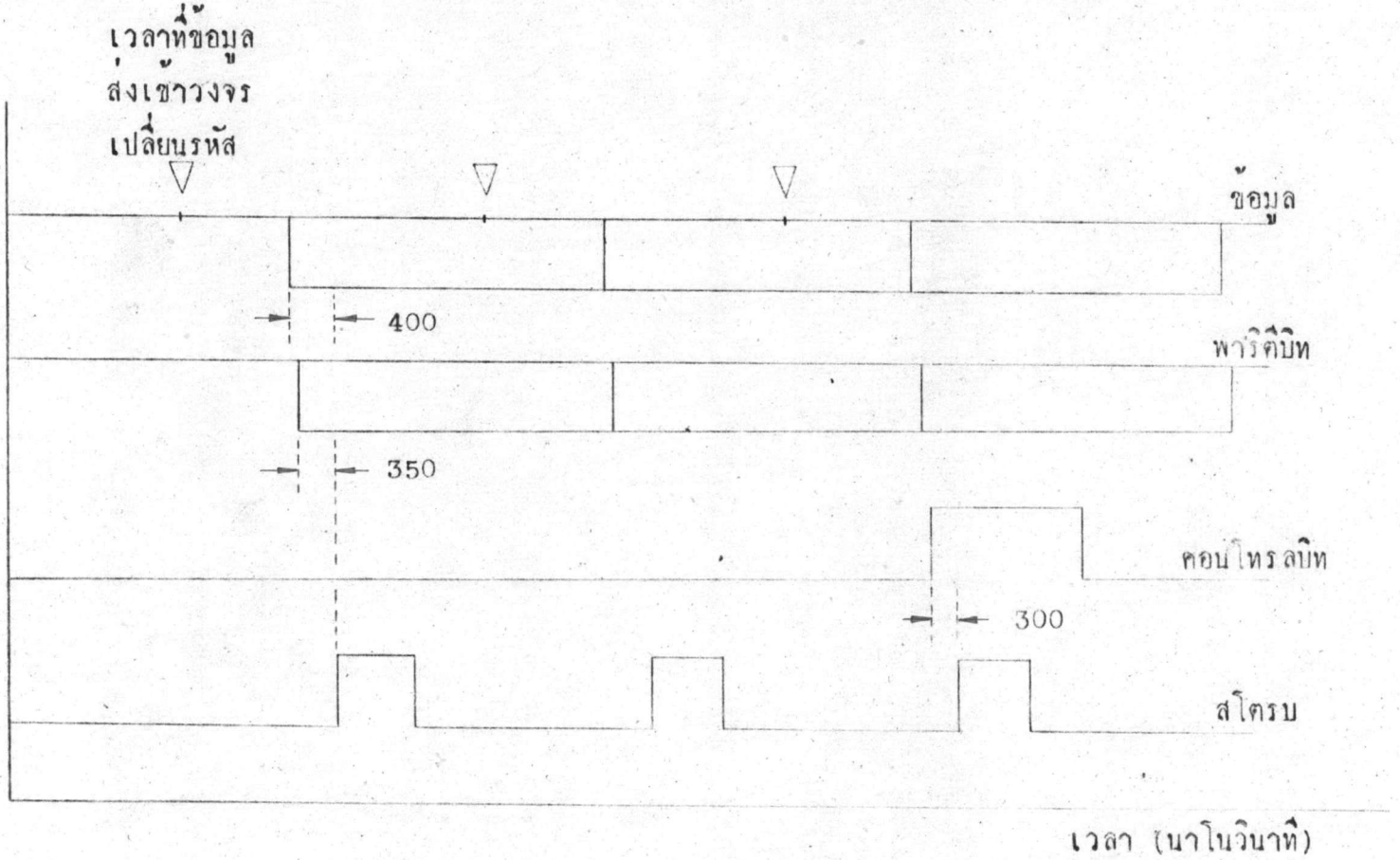
รูปที่ 19

วงจรของอีพร็อมเปลี่ยนรหัสที่จะส่งไปเครื่องพิมพ์บรรทัด



รูปที่ 20

ไทมิงใหม่ของสัญญาณจากคอนโทรลเลอร์ไปยังเครื่องพิมพ์บรรทัด



เมื่อใช้อีพร็อมในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภายในหน่วยประมวลผลกลางกับรหัสของตัวอักษรบนแบนด์ ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเข้าและออกแต่ละคู่เป็นไปโดยอิสระ ดังนั้นการเลือกความสัมพันธ์สามารถเลือกให้ลดการทำงานภายในโปรแกรมไดรเวอร์ของเครื่องพิมพ์บรรทัดได้ด้วย กล่าวคือในช่วงรหัสของตัวอักษรเล็กราก $(60)_{16}$ ถึง $(7F)_{16}$ ไม่จำเป็นต้องทำการเปลี่ยนให้อยู่ในช่วง $(40)_{16}$ ถึง $(5F)_{16}$ ก็ได้ แต่ปล่อยให้เป็นหน้าที่ของอีพร็อมแทน และสำหรับตัวอักษรที่มีรหัสในหน่วยประมวลผลกลางแต่ไม่มีรหัสในเครื่องพิมพ์บรรทัด ได้เลือกให้เปลี่ยนรหัสดังนี้

ก. ข ค และ ๅ เลือกให้เปลี่ยนเป็น ข ค และ า ตามลำดับ

ข. ๆ เลือกให้เปลี่ยนเป็นช่องว่าง

สำหรับรหัสควบคุมที่มีกำอยู่ระหว่าง $(00)_{16}$ ถึง $(1F)_{16}$ ไม่มีการเปลี่ยนรหัส และสำหรับรหัสที่ไม่มีที่ใช้ในหน่วยประมวลผลกลาง จะเปลี่ยนเป็นรหัสสำหรับช่องว่าง $(20)_{16}$ ทั้งหมด