หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ ๒

การออกแบบวงจรแปลรหัสจากเครื่องเจาะบัตรเป็นรหัสเครื่องพิมพ์ดีด ไอ บี เอ็ม ไทย-อังกฤษ

<u>คำนำ</u>

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงการออกแบบวงจรแปลรหัสสัญญาณไฟฟ้าจากเครื่องเจาะบัตร เป็นรหัสสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องพิมพ์ดีด ซึ่งขั้นตอนในบทนี้อาจแบ่งออกเป็น ๓ หัวข้อ คือ

๑. ออกแบบวงจรแปลรหัสอักขระจากเครื่องเจาะบัตรเป็นรหัสอักขระเครื่องพิมพ์ดีด

๒. ออกแบบวงจรแปลรหัสควบคุมหน้าที่พิเศษของเครื่องเจาะบัตรเป็นรหัสควบคุมหน้าที่พิเศษของเครื่องพิมพ์ดีด

๓. ออกแบบวงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าให้กับชุดลวดแม่เหล็ก

<u>การออกแบบวงจรแปลรหัสอักขระจากเครื่องเจาะบัตรเป็นรหัสอักขระเครื่องพิมพ์ดีด</u>

ในการแปลรหัสอักขระจากเครื่องเจาะบัตรเป็นรหัสอักขระเครื่องพิมพ์ดีดนั้น จุดหมายก็คือ ต้องออกแบบวงจรแปลรหัสอักขระซึ่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าจากเครื่องเจาะบัตร ๑๒ บิทให้เป็นรหัสสัญญาณไฟฟ้าแทนอักขระพิมพ์ดีด ๗ บิท และในที่นี้ได้เลือกพรอมแบบ SN 8223 มาเป็นตัวหลักในการออกแบบวงจรส่วนนี้

จากตารางที่ ๑ สามารถแบ่งรหัสอักขระเครื่องเจาะบัตรได้ ๕ กลุ่ม โดยอาศัยโซน (ZONE) ๑๒ และโซน ๑๑ แบ่งได้ ๔ กลุ่ม และกลุ่มที่มีดิจิท ๘ และ ๙ มีลอจิกเป็น "๑" อีก ๑ กลุ่ม

กลุ่มที่ ๑ กลุ่มที่โซน ๑๒ มีลอจิกเป็น "๐" และโซน ๑๑ มีลอจิกเป็น "๐" ซึ่งมีอักขระอยู่ ๓๒ ตัว

กลุ่มที่ ๒ กลุ่มที่โซน ๑๒ มีลอจิกเป็น "๐" และโซน ๑๑ มีลอจิกเป็น "๑" ซึ่งมีอักขระอยู่ ๓๒ ตัว

กลุ่มที่ ๓ กลุ่มที่โซน ๑๒ มีลอจิกเป็น "๑" และโซน ๑๑ มีลอจิกเป็น "๐" ซึ่งมีอักขระอยู่ ๓๒ ตัว

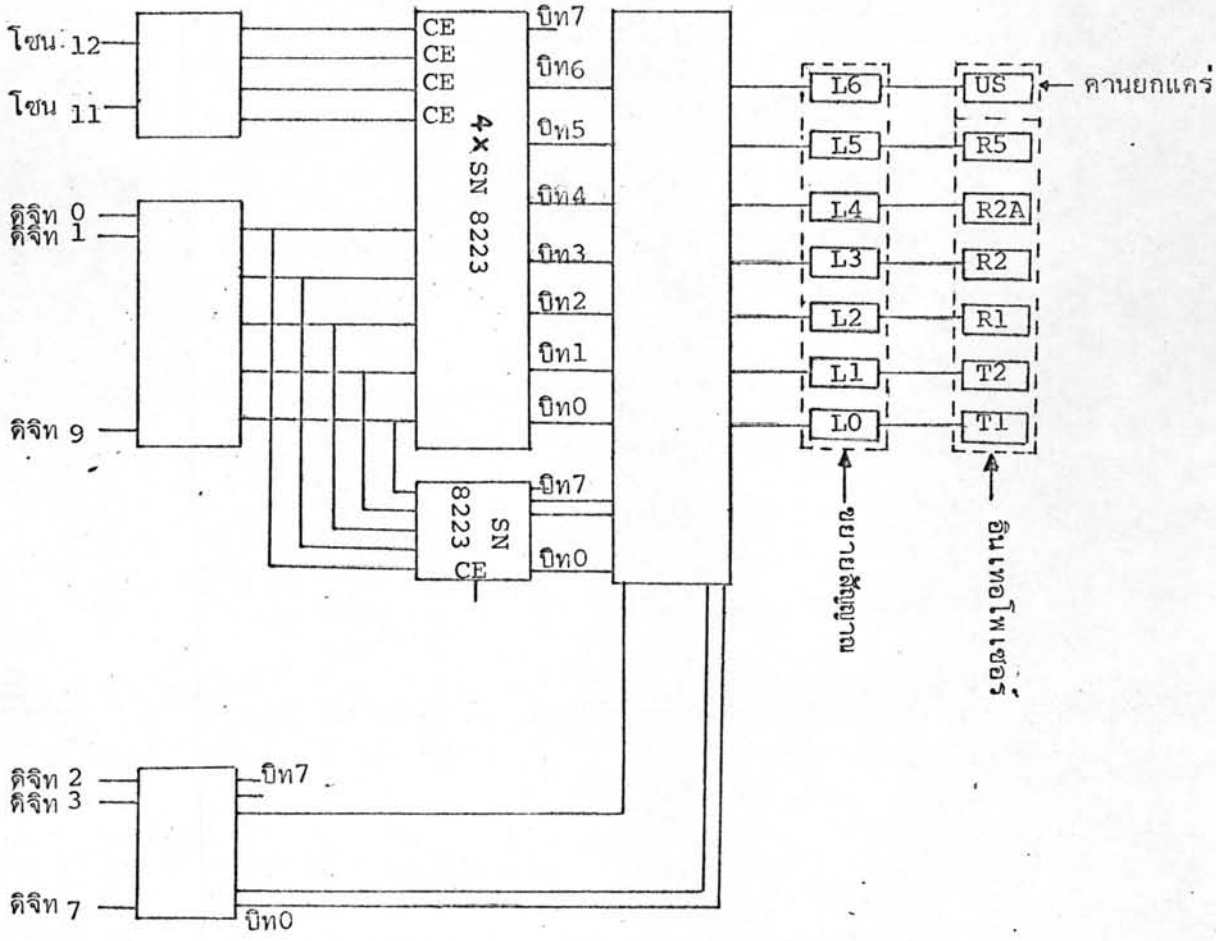
กลุ่มที่ ๔ กลุ่มที่โซน ๑๒ มีลอจิกเป็น "๑" และโซน ๑๑ มีลอจิกเป็น "๑" ซึ่งมีอักขระอยู่ ๓๒ ตัว

กลุ่มที่ ๕ กลุ่มที่ดิจิท ๘ และ ๙ มีลอจิกเป็น "๑" มีอักขระอยู่ ๖ ตัว

จากการแบ่งกลุ่มอักขระดังกล่าวจะต้องใช้ SN 8223 ทั้งหมด ๖ ตัว จึงสามารถที่จะโปรแกรมรหัสอักขระพิมพ์ดีดทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษที่ต้องการใช้ได้ครบ โดยแต่ละกลุ่มใช้พรอมสำหรับโปรแกรมกลุ่มละ ๑ ตัว รวมเป็น ๕ ตัว ส่วนพรอมตัวที่ ๖ ใช้สำหรับโปรแกรมเฉพาะรหัสอักขระพิมพ์ดีดภาษาไทยที่ซ้ำกับภาษาอังกฤษ ซึ่งมีทั้งหมด ๒๐ ตัวคือ ๑ ๒ ๓ ๔ ๕ ๖ ๗ ๘ ๙ ๐ -) " / . (, % _? เนื่องจากรหัสที่ซ้ำกันดังกล่าวนั้นในภาษาอังกฤษและภาษาไทยใช้รหัสพิมพ์ดีดแทนต่างกัน

เพื่อความประหยัดจะไม่ใช้พรอมกับอักขระกลุ่มที่ ๕ เพราะมีอักขระเพียง ๖ ตัว แต่จะสร้างวงจรขึ้นอีกชุดหนึ่งสำหรับแปลรหัสกลุ่มนี้โดยเฉพาะ

จากแนวความคิดดังกล่าวสามารถเขียนแผนภูมิ (block diagram) ได้ดังรูปที่ ๗



รูปที่ ๗ แสดงแผนภูมิการแปลรหัสอักขระจากเครื่องเจาะบัตรเป็นรหัสอักขระเครื่องพิมพ์ดีดเพื่อใช้ควบคุมคานและอินเทอโพเซอร์ของเครื่องพิมพ์ดีด

จากแผนภูมิจะต้องออกแบบวงจรดังนี้

ก. วงจรแปลรหัสอักขระจากเครื่องเจาะบัตรเป็นรหัสบอกตำแหน่งที่อยู่ให้กับพรอม

ข. วงจรเอาท์พุทที่ออกจากพรอม

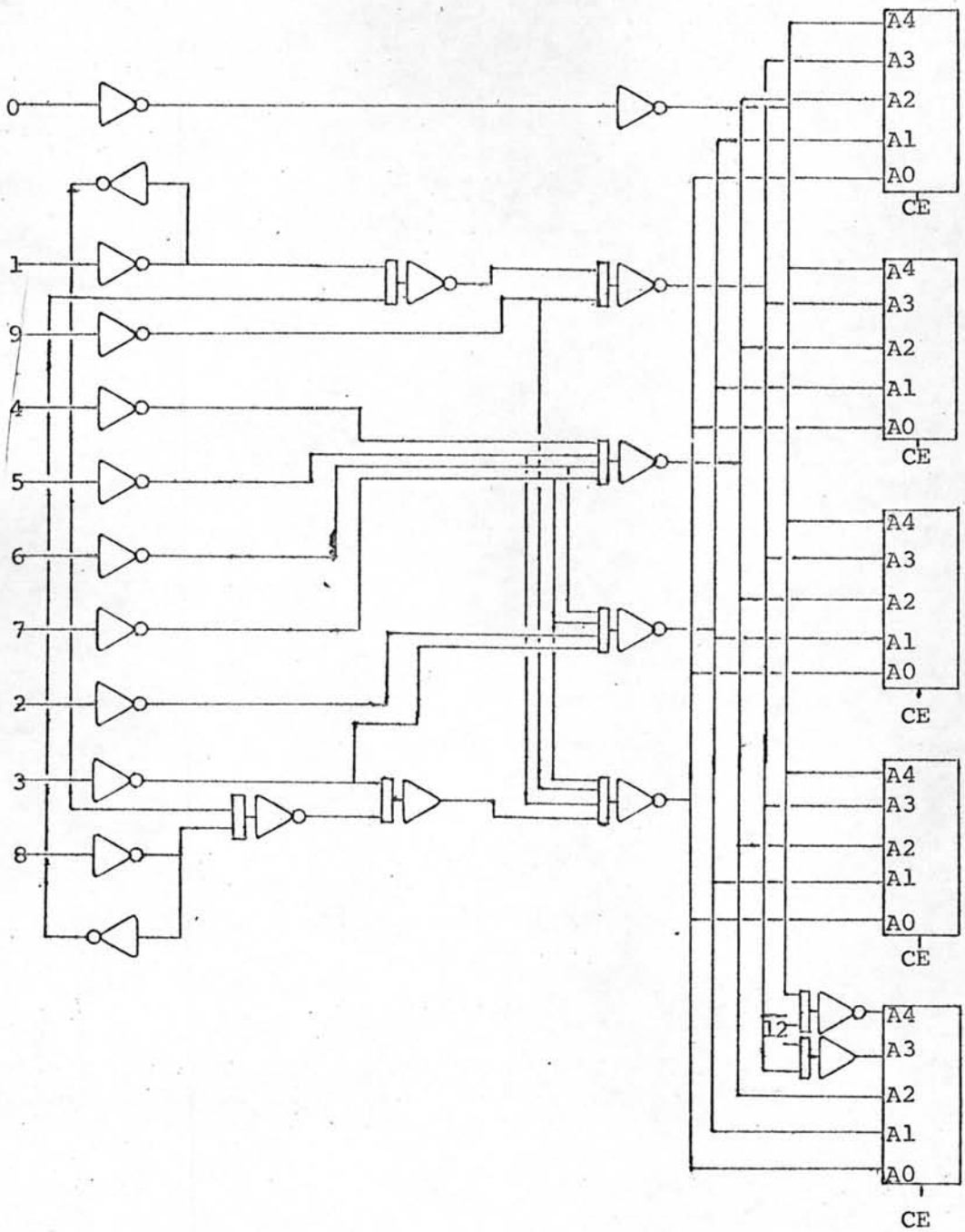
ค. วงจรควบคุมการทำงานของพรอม

ง. วงจรแปลรหัสอักขระกลุ่มที่ ๕

ก. วงจรแปลรหัสอักขระจากเครื่องเจาะบัตรเป็นรหัสบอกตำแหน่งที่อยู่ให้กับพรอม

จากการแบ่งกลุ่มของรหัสอักขระเครื่องเจาะบัตร ถ้าไม่นับรวมโซน ๑๒ และโซน ๑๑ แล้วจะพบว่ารหัสของอักขระกลุ่มที่ ๑ ถึง ๔ จะซ้ำกัน จึงได้คิดวงจรขึ้นมาชุดหนึ่ง วงจรชุดนี้จะใช้แปลรหัสกลุ่มที่ ๑ ถึง ๔ โดยจะใช้สัญญาณไฟฟ้าจากโซน ๐ และดิจิท ๑ ถึง ๙ เป็นอินพุทได้เอาท์พุทออกมา ๕ บิท คือ A4, A3, A2, A1 และ A0 ซึ่งเอาท์พุททั้ง ๕ บิทนี้จะใช้เป็นรหัสบอกตำแหน่งที่อยู่ให้กับพรอมตัวที่ ๑ ถึง ๔ ดังรูปที่ ๘ แต่พรอมตัวที่ ๕ เส้นบอกตำแหน่งที่อยู่ (address line) มีการเปลี่ยนแปลงจากเส้นบอกตำแหน่งที่อยู่ของพรอมตัวที่ ๑ ถึง ๔ เล็กน้อย คือให้ $\overline{12}$ (โซน ๑๒ ที่ผ่าน NOT เกทแล้ว) และ A4 ผ่าน NAND เกทก่อนแล้วจึงเป็นเส้นบอกตำแหน่งที่อยู่เส้นที่ ๕ และให้ $\overline{12}$ และ A3 ผ่าน AND เกทก่อนแล้วจึงเป็นเส้นบอกตำแหน่งที่อยู่เส้นที่ ๔ ทั้งนี้ก็เพื่อที่จะสามารถโปรแกรมรหัสอักขระภาษาไทยซึ่งซ้ำกับภาษาอังกฤษทั้ง ๒๐ ตัว ไว้กับพรอมตัวที่ ๕ ได้หมดโดยมีที่อยู่ไม่ซ้ำกัน

รหัสกลุ่มที่ ๑ ถึง ๓ เมื่อผ่านวงจรรูปที่ ๘ จะได้เอาท์พุท A4, A3, A2, A1 และ A0 ออกมาดังตารางที่ ๔ และรหัสกลุ่มที่ ๔ เมื่อผ่านวงจรรูปที่ ๘ จะได้เอาท์พุท A4, A3, A2, A1 และ A0 ออกมาดังตารางที่ ๕ ส่วนอินพุทและเอาท์พุทของวงจรรูปที่ ๘ เฉพาะอักขระภาษาไทยที่ซ้ำกับภาษาอังกฤษ เพื่อนำเอาท์พุท (A4, A3, A2, A1, A0) ไปเป็นรหัสบอกตำแหน่งที่อยู่ให้กับพรอมตัวที่ ๕ แสดงอยู่ในตารางที่ ๗



รูปที่ ๘ วงจรแปลรหัสอักขระจากเครื่องเจาะบัตรเป็นรหัสบอกตำแหน่งที่อยู่ให้กับพรอม

อินพุท										เอาท์พุท				
โซน	ดิจิท									รหัสบอกตำแหน่งที่อยู่				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4	A3	A2	A1	A0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1
1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1

ตารางที่ ๕ แสดงอินพุทและเอาท์พุทของวงจรรูปที่ ๘ โดยใช้รหัสกลุ่มที่ ๑ ถึงกลุ่มที่ ๓ เป็นอินพุทและเอาท์พุทใช้เป็นรหัสบอกตำแหน่งที่อยู่ให้กับพรอมตัวที่ ๑ ถึงตัวที่ ๔

อินพุท										เอาท์พุท				
โซน	ดิจิท									รหัสบอกตำแหน่งที่อยู่				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4	A3	A2	A1	A0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1
1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1

ตารางที่ ๖ แสดงอินพุทและเอาท์พุทของวงจรรูปที่ ๘ โดยใช้รหัสกลุ่มที่ ๔ เป็นอินพุท และเอาท์พุทใช้เป็นรหัสบอกตำแหน่งที่อยู่ให้กับพรอมตัวที่ ๑ ถึงตัวที่ ๔

อินพุท										เอาท์พุท					สัญญลักษณ์
โซน	ดิจิท									รหัสบอกตำแหน่งที่อยู่					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4	A3	A2	A1	A0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	๑
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	๒
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	๓
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	๔
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	๕
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	๖
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	๗
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	๘
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	๙
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	)
0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	"
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	๐
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	/
0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	.
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	(
1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	,
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	%
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	_
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	?

ตารางที่ ๗ แสดงอินพุทและเอาท์พุทของวงจรรูปที่ ๘ เฉพาะรหัสที่จะนำไปบอกตำแหน่งที่อยู่ให้กับพรอมตัวที่ ๕

๑. <u>รหัสที่จะโปรแกรมให้กับพรอม</u>

ตำแหน่งที่อยู่ และรหัสหรือข้อมูลที่จะโปรแกรมให้กับพรอมแต่ละตัว แสดงอยู่ในตารางที่ ๘

ลำดับ		รหัสบอกตำแหน่งที่อยู่					รหัสที่จะโปรแกรม								สัญญลักษณ์
พรอม		A4	A3	A2	A1	A0	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
1	00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	01	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
	02	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	2
	03	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	3
	04	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	4
	05	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	5
	06	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	6
	07	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	7
	08	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	8
	09	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	9
	10	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	:
	11	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	#
	12	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	@
	13	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	'
	14	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	=
	15	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	"
	16	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
	17	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	/
	18	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	S
	19	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	T
	20	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	U
	21	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	V
	22	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	W
	23	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	X
	24	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	Y
	25	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	Z
	26	1	1	0	1	0									
	27	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	,
	28	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	%
	29	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	_
	30	1	1	1	1	0									
	31	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	?
2	00	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-
	01	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	J
	02	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	K
	03	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	L
	04	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	M
	05	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	N
	06	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	O
	07	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	P
	08	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	Q
	09	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	R
	10	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	!
	11	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	$
	12	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	*

ลำดับ	รหัสบอกตำแหน่งที่อยู่						รหัสที่จะโปรแกรม								สัญญลักษณ์
พรอม		A4	A3	A2	A1	A0	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
2	13	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	)
	14	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	;
	15	0	1	1	1	1									
	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	ม
	17	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	ย
	18	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	ร
	19	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	ฤ
	20	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	ล
	21	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	ฦ
	22	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	ว
	23	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	ศ
	24	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	ษ
	25	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	ส
	26	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	ห
	27	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	ฬ
	28	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	อ
	29	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	ฮ
	30	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	ะ
	31	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	์
3	00	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	&
	01	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	A
	02	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	B
	03	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	C
	04	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	D
	05	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	E
	06	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	F
	07	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	G
	08	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	H
	09	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	I
	10	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	¢
	11	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	.
	12	0	1	1	0	0									
	13	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	(
	14	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	+
	15	0	1	1	1	1									
	16	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	ก
	17	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	ข
	18	1	0	0	1	0									
	19	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	ค
	20	1	0	1	0	0									
	21	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	ฆ
	22	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	ง
	23	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	จ
	24	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	ฉ
	25	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	ช

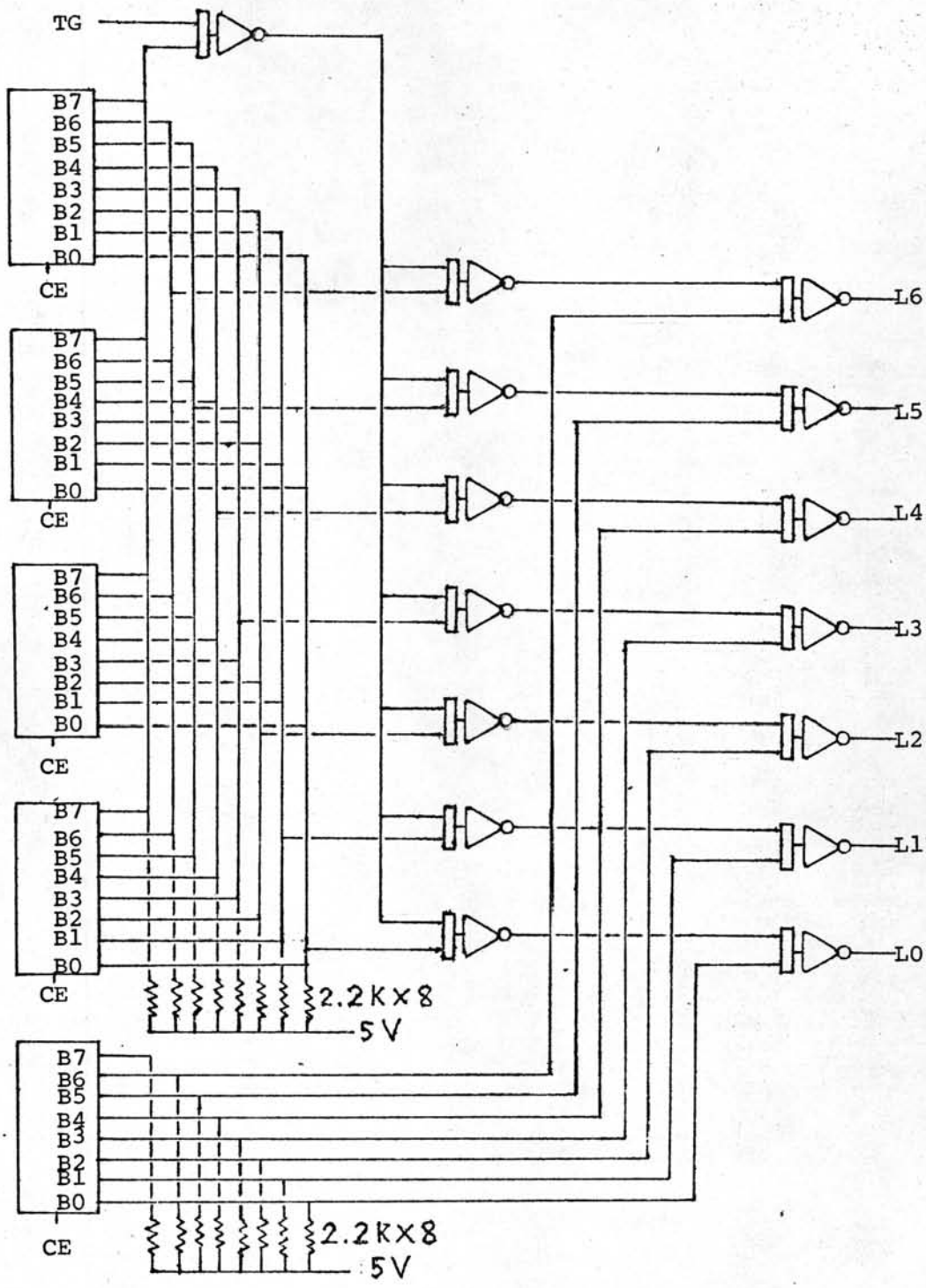
ลำดับ	รหัสบอกตำแหน่งที่อยู่						รหัสที่จะโปรแกรม								สัญญลักษณ์
พรอม		A4	A3	A2	A1	A0	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
3	26	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	ช
	27	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	ฌ
	28	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	ญ
	29	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	ฎ
	30	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	ฏ
	31	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	ฐ
4	00	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	ท
	01	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	ฒ
	02	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	ณ
	03	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	ด
	04	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	ต
	05	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	ถ
	06	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	ท
	07	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	ธ
	08	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	น
	09	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	บ
	10	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	ป
	11	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	ผ
	12	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	ฝ
	13	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	พ
	14	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	ฟ
	15	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	ภ
	16	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	ม
	17	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	ย
	18	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	ร
	19	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	ล
	20	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	ว
	21	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	ศ
	22	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	ษ
	23	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	ส
	24	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	ห
	25	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	ฬ
	26	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	อ
	27	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	ฮ
	28	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	ฯ
	29	1	1	1	0	1									ๆ
	30	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	ฺ
	31	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	ๆ
5	00	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	๑
	01	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	๑
	02	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	๒
	03	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	๓
	04	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	๔
	05	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	๕

ลำดับ	รหัสบอกตำแหน่งที่อยู่						รหัสที่จะโปรแกรม								สัญญลักษณ์
พรอม		A4	A3	A2	A1	A0	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
5	06	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	๖
	07	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	๗
	08	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	๘
	09	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	๙
	10	0	1	0	1	0									
	11	0	1	0	1	1									
	12	0	1	1	0	0									
	13	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	)
	14	0	1	1	1	0									
	15	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	"
	16	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0
	17	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	/
	18	1	0	0	1	0									
	19	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	.
	20	1	0	1	0	0									
	21	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	(
	22	1	0	1	1	0									
	23	1	0	1	1	1									
	24	1	1	0	0	0									
	25	1	1	0	0	1									
	26	1	1	0	1	0									
	27	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	,
	28	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	%
	29	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	_
	30	1	1	1	1	0									
	31	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	?

ตารางที่ ๘ แสดงรหัสบอกตำแหน่งที่อยู่และรหัสที่จะต้องโปรแกรมให้กับพรอมแต่ละตัว ที่เว้นว่างหมายถึงตำแหน่งที่อยู่ที่ไม่ได้โปรแกรม

ข. <u>วงจรเอาท์พุทที่ออกจากพรอม</u>

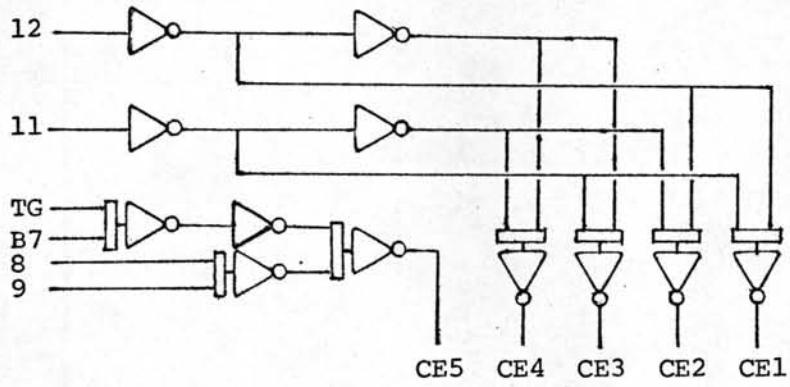
เนื่องจากว่าขณะที่ต้องการเอาท์พุทจากพรอมตัวที่ ๕ เอาท์พุทจากพรอมตัวที่ ๑ ถึง ๔ ก็จะปรากฏออกมาด้วยเช่นกัน จึงต้องมีวงจรไว้สำหรับเลือกเอาท์พุทที่ออกจากพรอมว่าต้องการใช้เอาท์พุทจากพรอมตัวที่ ๑ ถึง ๔ หรือเอาท์พุทจากพรอมตัวที่ ๕ ซึ่งเขียนวงจรได้ดังรูปที่ ๙ จะเห็นว่าขณะใดก็ตามถ้าสัญญาณ TG และ B7 มีลอจิก 1 ลอจิกเอาท์พุท L0, L1, L2, L3, L4, L5 และ L6 จะเป็นเอาท์พุทที่ออกจากพรอมตัวที่ ๕ นอกเหนือจากนี้จะเป็นเอาท์พุทของพรอมตัวที่ ๑ ถึง ๔



รูปที่ ๙ วงจรเลือกเอาท์พุทว่าจะใช้เอาท์พุทของพรอมตัวที่ ๑ ถึง ๔ หรือเอาท์พุทของพรอมตัวที่ ๕

ค. วงจรควบคุมการทำงานของพรอม

เนื่องจากเส้นบอกที่อยู่แต่ละบิทของพรอมทั้ง ๕ ตัวต่อร่วมกันหมด ดังวงจรในรูปที่ ๘ ดังนั้นทุกขณะที่มีอินพุทเข้าก็จะปรากฏรหัสบอกที่อยู่ให้กับพรอมทั้ง ๕ ตัวพร้อมกัน พรอมทุกตัวก็จะส่งเอาท์พุทออกไปปนกันหมดดังวงจรรูปที่ ๙ จึงต้องมีวงจรไว้ควบคุมว่าที่ตำแหน่งที่อยู่หนึ่งนั้นต้องการเอาท์พุทจากพรอมตัวใดไปใช้ ซึ่งวงจรดังกล่าวแสดงอยู่ในรูปที่ ๑๐



รูปที่ ๑๐ วงจรสำหรับควบคุมการทำงานของพรอม

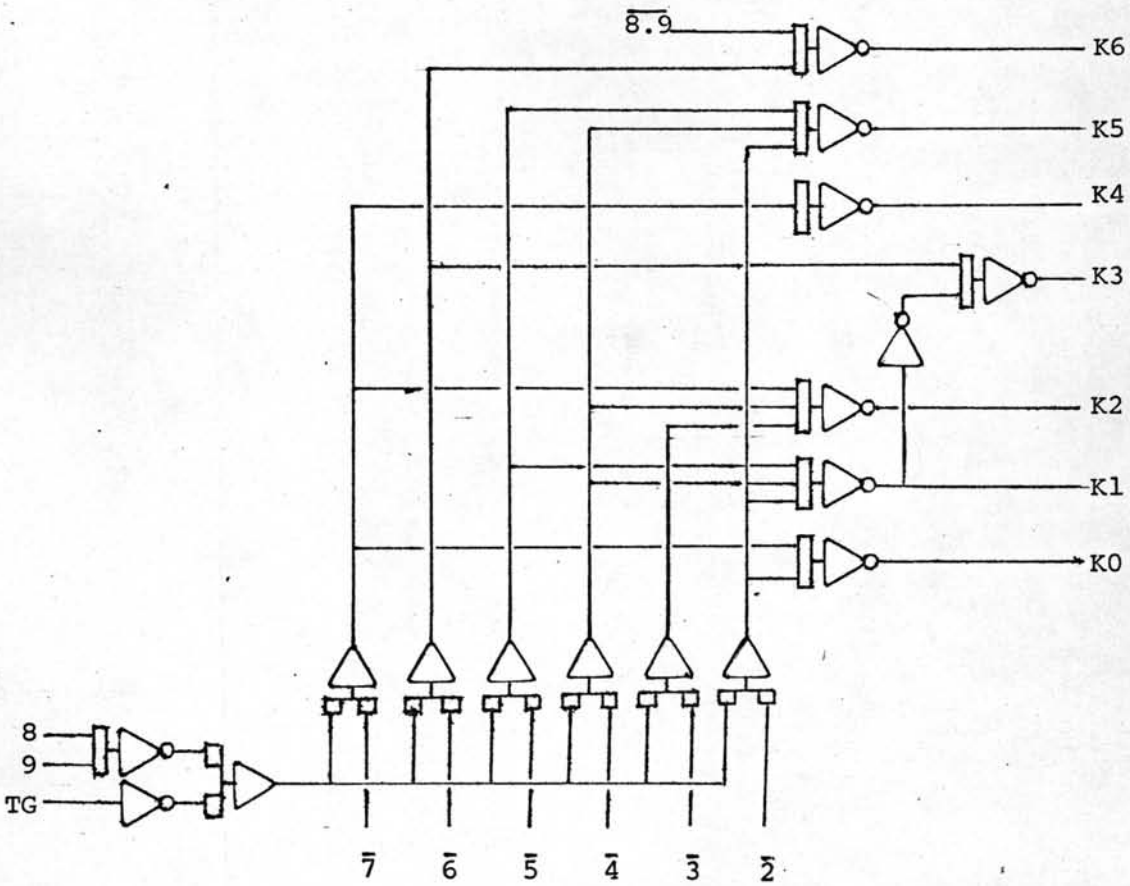
ในรูปที่ ๑๐ CE1, CE2, CE3, CE4 และ CE5 เป็นจุดที่จะต่อเข้ากับชิพเอะเนเบิลของพรอมตัวที่ ๑ ถึง ๕ ตามลำดับ TGคือสัญญาณขณะใช้ลูกกอล์ฟภาษาไทย B7เป็นสัญญาณไฟฟ้าเอาท์พุทจากบิทที่ ๘ ของพรอมตัวที่ ๑ ถึง ๔ (ได้โปรแกรมลอจิก "๑" ที่บิท ๘ ของทุกตำแหน่งที่อยู่ที่รหัสอักขระภาษาไทยซ้ำกับภาษาอังกฤษ) ขณะมีรหัสอักขระภาษาไทยที่ซ้ำกับภาษาอังกฤษเข้ามา ชิพเอะเนเบิลของพรอมตัวที่ ๕ จะมีลอจิก "๐" และพรอมตัวที่ ๑ ถึง ๔ จะมีลอจิก "๐" อีก ๑ ตัว ส่วนอักขระตัวอื่นๆนั้น จะมีพรอมตัวหนึ่งเท่านั้นที่มีลอจิก "๐" อีก ๔ ตัวจะมีลอจิก "๑" ดังตารางที่ ๘

อินพุท		เอาท์พุท				เอาท์พุทสุดท้ายมาจากพรอมที่
โซน 12	โซน 11	CE1	CE2	CE3	CE4	
0	0	0	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1	2
1	0	1	1	0	1	3
1	1	1	1	1	0	4

ตารางที่ ๙ ตารางค่าความจริงของวงจรรูปที่ ๑๐ ยกเว้น CE5 (โดยปกติ CE5 จะมีลอจิก "๑" ยกเว้นเมื่อใช้ลูกกอล์ฟภาษาไทยเพื่อพิมพ์อักขระตัวใดตัวหนึ่งที่มีรหัสอินพุทซ้ำกับรหัสอินพุทของภาษาอังกฤษ CE5 จึงจะมีลอจิก "๐")

ง. วงจรแปลรหัสอักขระกลุ่มที่ ๕

รหัสของอักขระกลุ่มที่ ๕ ซึ่งเป็นอักขระภาษาไทยมี ๖ ตัว เป็นกลุ่มที่ดิจิท ๘ และ ๙ มีลอจิกเป็น ๑ พร้อมกัน วงจรแปลรหัสของอักขระกลุ่มนี้แสดงในรูปที่ ๑๑



รูปที่ ๑๑ วงจรแปลรหัสอักขระกลุ่มที่ ๕

วงจรชุดนี้จะทำงานเมื่อมีสัญญาณการใช้ TG และดิจิท ๘ และ ๙ มีลอจิกเป็น ๑ พร้อมกันเท่านั้น ซึ่งตารางแสดงค่าความจริง ดูได้จากตารางที่ ๑๐

อินพุท								เอาท์พุท							สัญญลักษณ์
ดิจิท															
2	3	4	5	6	7	8	9	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0	
0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	๗
0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	ๆ
0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	๋
0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	๘
0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	๊
1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	๙

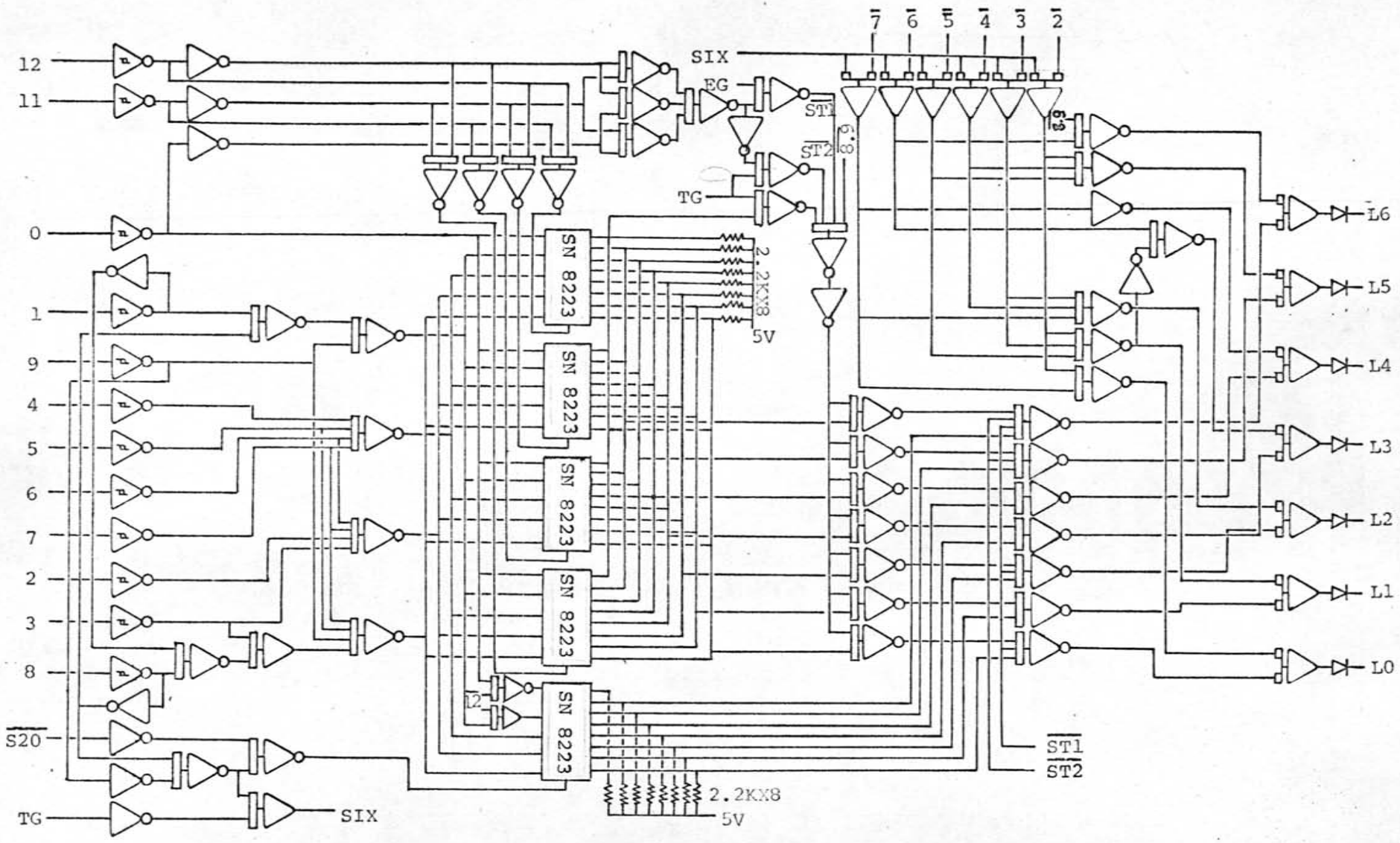
ตารางที่ ๑๐ ตารางค่าความจริงของรหัสของวงจรรูปที่ ๑๑

เมื่อ นำวงจรรูปที่ ๘, ๙, ๑๐, และ ๑๑ มาเขียนรวมเข้าด้วยกันก็จะได้วงจรแปลรหัสอักขระจากเครื่องเจาะบัตรเป็นรหัสอักขระเครื่องพิมพ์ดีดที่ต้องการได้ครบทุกอักขระ แต่อยู่ในรูปของทีทีแอล ดังรูปที่ ๑๒

<u>การออกแบบวงจรแปลรหัสควบคุมหน้าที่พิเศษของเครื่องเจาะบัตรเป็นรหัสควบคุมหน้าที่พิเศษของเครื่องพิมพ์ดีด</u>

ในการควบคุมหน้าที่พิเศษของเครื่องพิมพ์ดีดจะใช้รหัสสัญญาณที่ควบคุมหน้าที่พิเศษของเครื่องเจาะบัตรมาควบคุมหน้าที่พิเศษของเครื่องพิมพ์ดีดด้วย แต่รหัสสัญญาณที่ใช้ควบคุมหน้าที่พิเศษของเครื่องพิมพ์ดีดมีน้อยกว่าของเครื่องเจาะบัตร จึงต้องนำรหัสสัญญาณที่ใช้ควบคุมหน้าที่พิเศษของเครื่องเจาะบัตรบางหน้าที่รวมกันแล้วนำไปเป็นรหัสสัญญาณควบคุมหน้าที่พิเศษของเครื่องพิมพ์ดีดเพียงหน้าที่เดียวตามที่เห็นว่าเหมาะสมดังตารางที่ ๑๑

I15540014



รูปที่ ๑๒ วงจรแปลรหัสอักขระเครื่องเจาะบัตรเป็นรหัสอักขระเครื่องพิมพ์ดีด ไอ บี เอ็ม ไทย-อังกฤษ

ดูภาคผนวก ง.ประกอบ

สัญญาณควบคุมหน้าที่พิเศษของเครื่องเจาะบัตร	สัญญาณควบคุมหน้าที่พิเศษของเครื่องพิมพ์ดีด
SPACE, COL. DUP.	SPACE
BACK SPACE OR BACK SPACES	BACK SPACE OR BACK SPACES + 1
	ADVANCE PAPER WITHOUT RETURN
FEED	CARRIAGE RETURN + 1 ADVANCE PAPER
+RJ, -RJ, SKIP, DUP	TAB
* NUMER AND ALPHA	* UPPER AND LOWER CASE SHIFT
CORR	ADVANCE PAPER WITHOUT RETURN
HOME	RETURN + 1 ADVANCE PAPER
EJECT	RETURN + 2 ADVANCE PAPER
KEYBOARD STROBE	PRINT

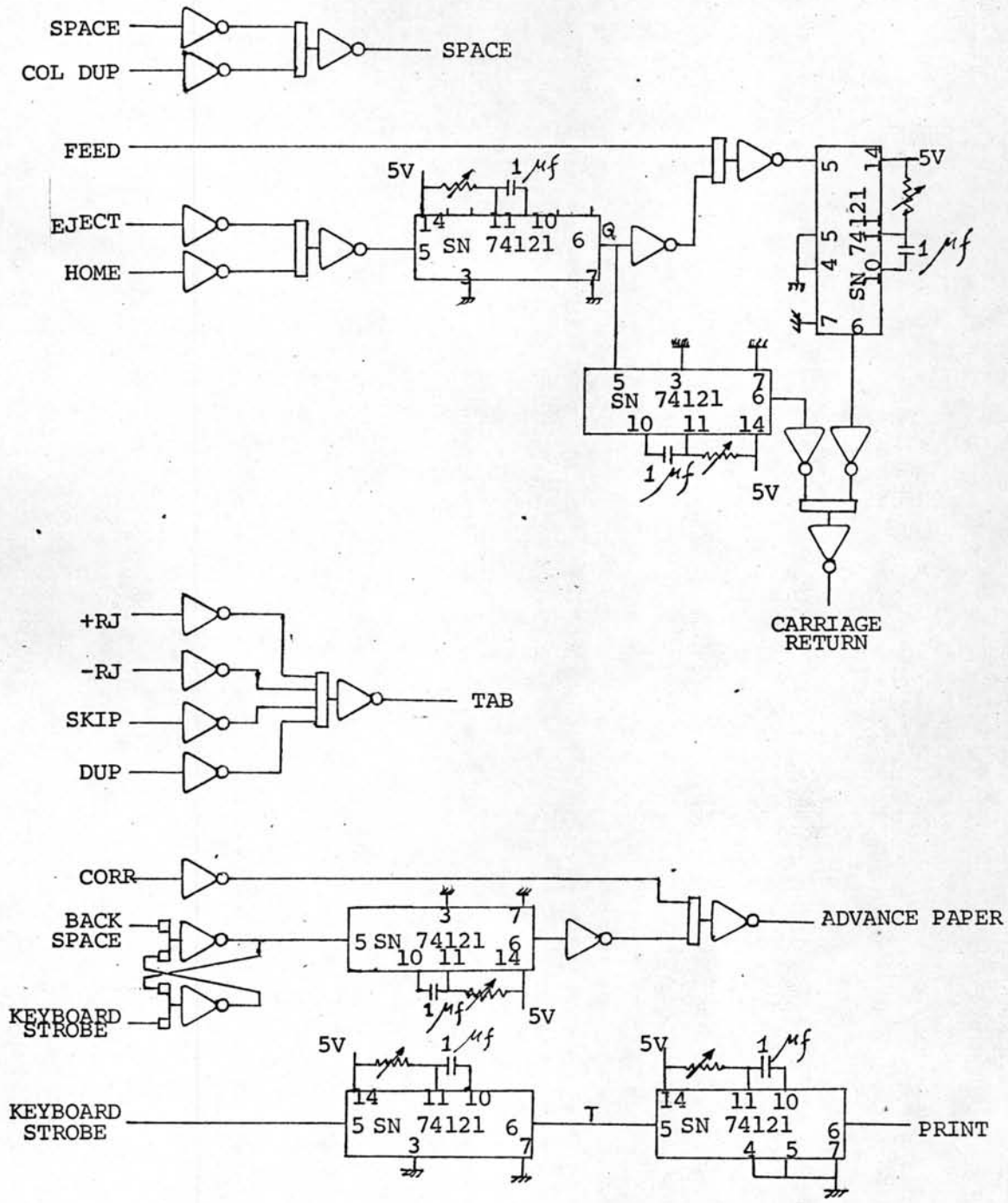
ตารางที่ ๑๑ แสดงสัญญาณควบคุมหน้าที่พิเศษของเครื่องเจาะบัตร ที่แปลเป็นสัญญาณควบคุมหน้าที่พิเศษของเครื่องพิมพ์ดีด

* รหัสสัญญาณที่ไม่มีการนำไปใช้ เนื่องจากตัวพิมพ์ใหญ่ของเครื่องเจาะบัตรและเครื่องพิมพ์ดีดไม่เหมือนกันทุกตัว

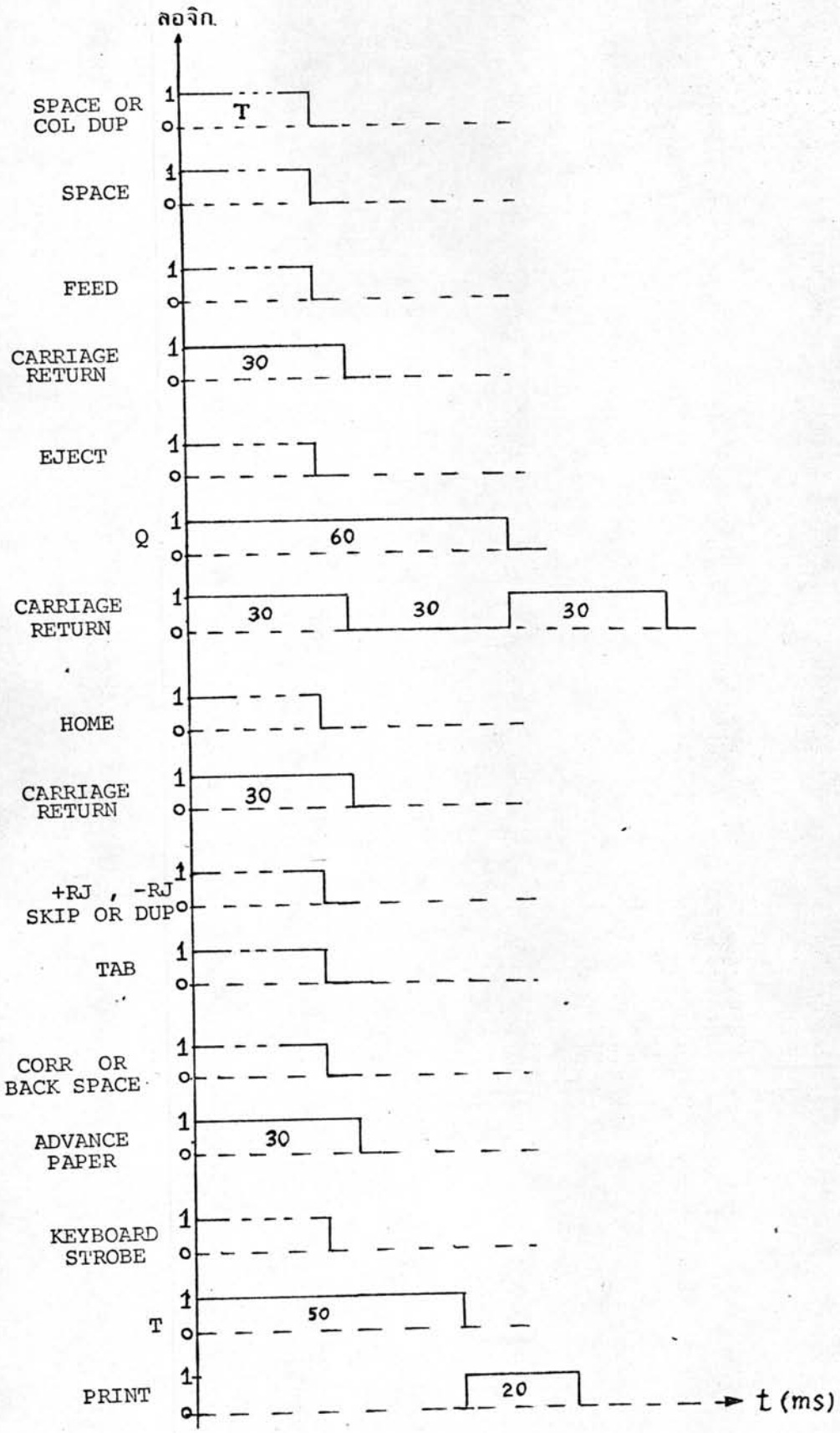
จากตารางที่ ๑๑ สามารถสร้างวงจรแปลรหัสสัญญาณควบคุมหน้าที่พิเศษของเครื่องเจาะบัตรไปเป็นรหัสสัญญาณควบคุมหน้าที่พิเศษของเครื่องพิมพ์ดีดได้ดังวงจรรูปที่ ๑๓ และขนาดของพัลซแสดงอยู่ในรูปที่ ๑๕

<u>การออกแบบวงจรบังคับไม่ให้แคร่เลื่อนขณะพิมพ์อักขระพิเศษ ๑๓ ตัว</u>

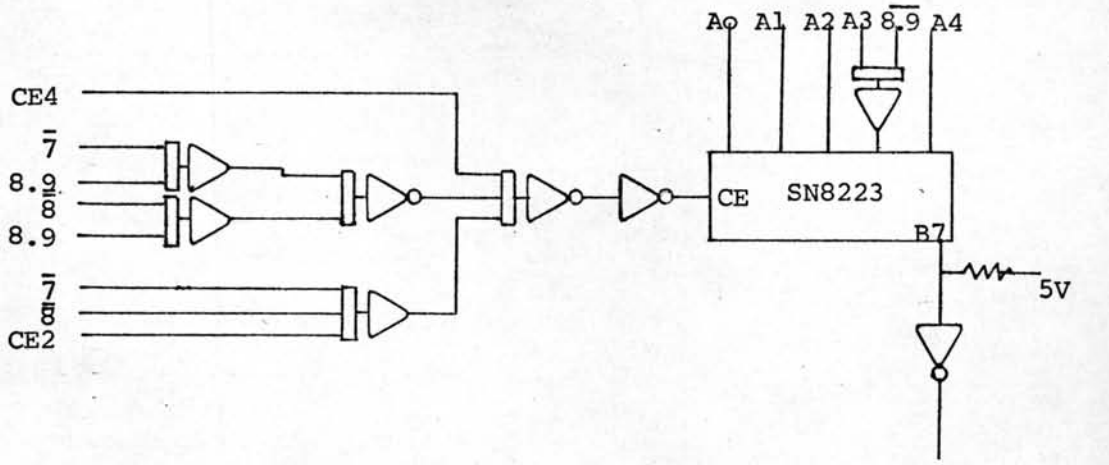
การพิมพ์อักขระภาษาไทยมีอยู่ ๑๓ ตัวที่แคร่ต้องไม่เลื่อนขณะพิมพ์จึงได้ออกแบบวงจรดังรูปที่ ๑๕ เพื่อใช้บังคับให้แคร่หยุดนิ่งขณะพิมพ์



รูปที่ ๑๓ วงจรแปลรหัสสัญญาณควบคุมหน้าที่พิเศษของเครื่องเจาะบัตร เป็นรหัสสัญญาณควบคุมหน้าที่พิเศษของเครื่องพิมพ์ดีด



รูปที่ ๑๔ แสดงขนาดพัลซสัญญาณของวงจรรูปที่ ๑๓



รูปที่ ๑๕ วงจรเพื่อนำสัญญาณไปใช้บังคับให้แคร่ อยู่กับที่ขณะพิมพ์อักขระพิเศษ ๑๓ ตัว

วงจรชุดนี้มีพรอมแบบ SN 8223 อยู่ ๑ ตัว ซึ่งจะต้องโปรแกรมรหัสตามตารางที่ ๑๒ โดยนำสัญญาณเอาท์พุทจาก B7 ไปไว้ใช้บังคับให้ แคร่ อยู่กับที่ขณะพิมพ์

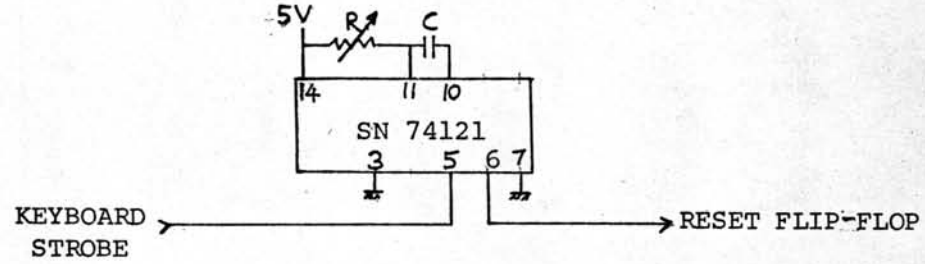
รหัสบอกตำแหน่งที่อยู่					เอาท์พุท
A4	A3	A2	A1	A0	B7
1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	0
1	0	1	1	1	0

ตารางที่ ๑๒ รหัสสำหรับโปรแกรมให้กับพรอมตัวที่ ๖

รหัสที่อยู่นอกจากที่ระบุในตารางที่๑๒ ให้โปรแกรมลอจิก "๑" ไว้ที่ B7 ทุกตัว

การออกแบบวงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าให้กับขดลวดแม่เหล็ก

สัญญาณไฟฟ้าที่ส่งออกมาจากเครื่องเจาะบัตรเมื่อกดแป้นอักษรแต่ละครั้งมีพัลซ (pulse) แคบเกินไป จึงต้องสร้างพัลซสัญญาณที่ส่งออกมาแต่ละครั้งให้มีความกว้างคงที่และนานพอที่จะให้แม่เหล็กดึงแกนเหล็กของเครื่องพิมพ์ดีดให้ค้างไว้นานตามที่ต้องการ ในการสร้างพัลซสัญญาณเพื่องานวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้โมโนซเทเบิล มัลทิไวบเรเตอร์ แบบ SN 47121 เป็นตัวสร้างพัลซ ดังวงจรรูปที่ ๑๖ สัญญาณเอาท์พุทที่ออกจากวงจรนี้จะนำไปรีเซ็ท (reset) ฟลิปฟรอบ (flip-flop) ที่ส่งสัญญาณมาหลังจากที่ได้ส่งสัญญาณมานานตามต้องการแล้ว ความกว้างของพัลซสัญญาณคำนวณได้



รูปที่ ๑๖ แสดงรายละเอียดของ SN 74121 สำหรับสร้างพัลซ

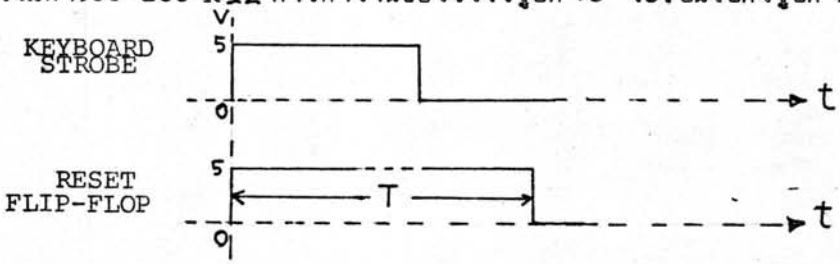
จากความสัมพันธ์ $T = RC\ln 2 \approx 0.7\ RC$

T = ความกว้างของพัลซ (วินาที)

R = ความต้านทาน (โอห์ม)

C = ความจุของแคปปาซิเตอร์ (ฟาราด)

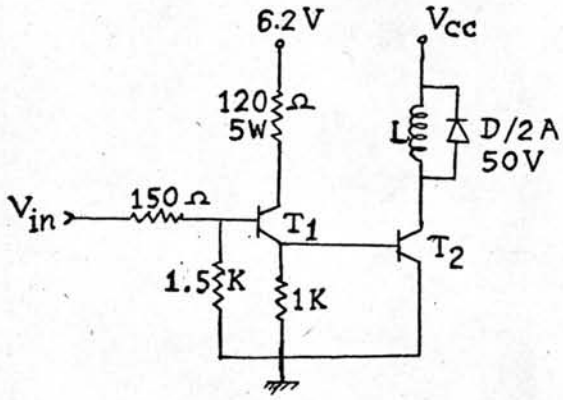
เนื่องจากยังไม่ทราบความกว้างของพัลซที่แน่นอนว่าต้องใช้ค่าเท่าใดจึงจะทำงานได้ดีที่สุด แต่ควรอยู่ใน ช่วงเวลา ๗๐-๑๒๐ มิลลิวินาที โดยได้เลือกใช้ C = 1 μf และ R ที่เปลี่ยนค่าได้ซึ่งควรมีค่า๑๐๐-๒๐๐ KΩ การทำงานของวงจรรูปที่ ๑๖ จะเป็นไปดังรูปที่ ๑๗



รูปที่ ๑๗ แสดงพัลซสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทของวงจรรูปที่ ๑๖

นอกจากการสร้างขนาดพัลซสัญญาณแล้ว ยังต้องขยายสัญญาณกระแสไว้ป้อนให้ขดลวดแม่เหล็ก เพื่อให้แม่เหล็กสามารถดึงอินเทอโพเซอร์ หรือคานของเครื่องพิมพ์ดีดให้ทำงานตามต้องการได้

จากหัวข้อการควบคุมกลไกการทำงาน และหัวข้อการทดลองเพื่อหาแม่เหล็กมาใช้ควบคุมกลไกการทำงานในบทที่ ๑ ทำให้สามารถออกแบบวงจรขยายสัญญาณเพื่อใช้ป้อนให้กับขดลวดแม่เหล็กได้ ดังรูปที่ ๑๘ วงจรนี้ถ้ามีลอจิก



รูปที่ ๑๘ วงจรอีเล็คโทรนิคสวิทช์ สำหรับขยายสัญญาณให้ขดลวดแม่เหล็ก

"๑" เข้าที่ V_{in} แม่เหล็กจะทำงาน ถ้ามีลอจิก "๐" เข้าที่ V_{in} แม่เหล็กจะไม่ทำงาน และจะใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้า V_{cc} = ๑๒ โวลท์ สำหรับวงจรที่ใช้บังคับกลไกพวกที่ ๑ (กลไกที่ต้องการแรงบังคับต่ำสุด มากกว่า ๑ นิวตันขึ้นไป) ซึ่งมีอยู่ ๔ อัน และใช้ V_{cc} = ๖.๒ โวลท์ สำหรับใช้บังคับกลไกพวกที่ ๒ ซึ่งมีอยู่ ๑๐ อัน วงจรขยายชุดนี้ประกอบด้วย

ทรานซิสเตอร์ T1 ใช้แบบ 2N 1711

ทรานซิสเตอร์ T2 ใช้แบบ T1P 3055

ขดลวดแม่เหล็ก L มีความต้านทาน ๗.๕ โอห์ม

ความต้านทานทุกตัว ใช้ขนาด ๑ วัตต์ ยกเว้นตัวที่ระบุค่าไว้ในวงจร

วงจรอีเล็คโทรนิคสวิทช์สำหรับขยายสัญญาณให้ขดลวดแม่เหล็กต้องใช้ทั้งหมด ๑๔ ชุด โดยแต่ละชุดใช้บังคับอินเทอโพเซอร์ หรือคานที่ทำหน้าที่ต่าง ๆ กันของเครื่องพิมพ์ดีด ดังนี้

แล็ชอินเทอโพเซอร์ สำหรับเลือกอักขระบนลูกกอล์ฟ	๖ อัน
คานสำหรับเลือกอักขระพิมพ์ใหญ่-พิมพ์เล็ก	๑ อัน
คานสำหรับสิ่งพิมพ์	๑ อัน

อินเทอโพเซอร์สำหรับสั่งขึ้นบรรทัดใหม่		๑ อัน
อินเทอโพเซอร์สั่งปัดแคร่		๑ อัน
อินเทอโพเซอร์สำหรับสั่งเว้นวรรค		๑ อัน
อินเทอโพเซอร์สำหรับสั่งถอยหลัง		๑ อัน
เด็ดคีย์เบลแคร็งสำหรับบังคับให้ลูกกอล์ฟอยู่กับที่ขณะพิมพ์		๑ อัน
อินเทอโพเซอร์สำหรับสั่งย่อหน้า		๑ อัน

พิจารณาดูวงจรรูปที่ ๑๓, ๑๔, ๑๖, ๑๗ และ วงจรรูปที่ ๑๘ อีก ๑๔ ชุดแล้ว ต้องใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อสร้างวงจรตามแบบที่ออกไว้ประกอบด้วย

SCHMITT - TRIGGER INVERTER	แบบ SN 7414	๒ ตัว
INVERTER	แบบ SN 7404	๔ ตัว
4-อินพุท NAND เกท	แบบ SN 7420	๔ ตัว
2-อินพุท NAND เกท	แบบ SN 7400	๑๑ ตัว
3-อินพุท NAND เกท	แบบ SN 7410	๓ ตัว
2-อินพุท OR เกท	แบบ SN 7432	๔ ตัว
2-อินพุท NOR เกท	แบบ SN 7428	๑ ตัว
พรอม	แบบ SN 8223	๖ ตัว
โมโนชเทเบิล มัลติไวบเรเตอร์	แบบ SN 74121	๗ ตัว
ความต้านทาน 15K/½ วัตต์		๑๖ ตัว
ความต้านทาน 150 /1 วัตต์		๑๔ ตัว
ความต้านทาน 120 /5 วัตต์		๑๔ ตัว
ไดโอด แบบ 2A/50 โวลท์		๑๔ ตัว
ทรานซิสเตอร์	แบบ 2N 1711	๑๔ ตัว
ทรานซิสเตอร์	แบบ TIP 3055	๑๔ ตัว
ไดโอด	แบบ IN 4148	๓๐ ตัว
ความต้านทาน 1K/1 วัตต์		๑๔ ตัว
ความต้านทาน 1.5K/1 วัตต์		๑๔ ตัว

ขดลวดแม่เหล็ก ความต้านทาน 7.5 โอห์ม ๑๔ ตัว

ความต้านทานเปลี่ยนค่าได้ 220 K/1 วัตต์ ๗ ตัว

แคปปาซิเตอร์ 1/μF/16 V ๗ ตัว

การออกแบบวงจรแหล่งจ่ายไฟ

ในการออกแบบวงจรแหล่งจ่ายไฟให้กับชุดต่อเชื่อมระหว่างเครื่องเจาะบัตรและเครื่องพิมพ์ดีดนั้น อาจแบ่งออกเป็น ๒ ส่วนคือ

๑. แหล่งจ่ายไฟให้กับ ไอ ซี

๒. แหล่งจ่ายไฟให้กับวงจรขยายสัญญาณให้ขดลวดแม่เหล็ก

ก. แหล่งจ่ายไฟให้กับ ไอ ซี

วงจรแปลรหัสจากเครื่องเจาะบัตรเป็นรหัสเครื่องพิมพ์ดีดนั้นใช้ไอ ซี แบบต่าง ๆ กัน หลายแบบรวมทั้งหมด ๔๒ ตัว ทุกแบบใช้ไฟกระแสตรง ๕ โวลท์ แต่ต้องการกระแสต่างกัน ซึ่งจำนวนและความต้องการกระแสของไอ ซี แต่ละแบบที่ใช้ในการวิจัยนี้ แสดงอยู่ในตารางที่ ๑๓

แบบไอ ซี	ต้องการกระแสสูงสุด (mA)	จำนวนไอ ซี ที่ใช้
SN 7400	22	11
SN 7404	33	4
SN 7410	16.5	3
SN 7414	60	2
SN 7420	11	4
SN 7432	38	4
SN 74121	40	7
SN 8223	85	6

กระแสสูงสุดที่ต้องการ = 1.5 A

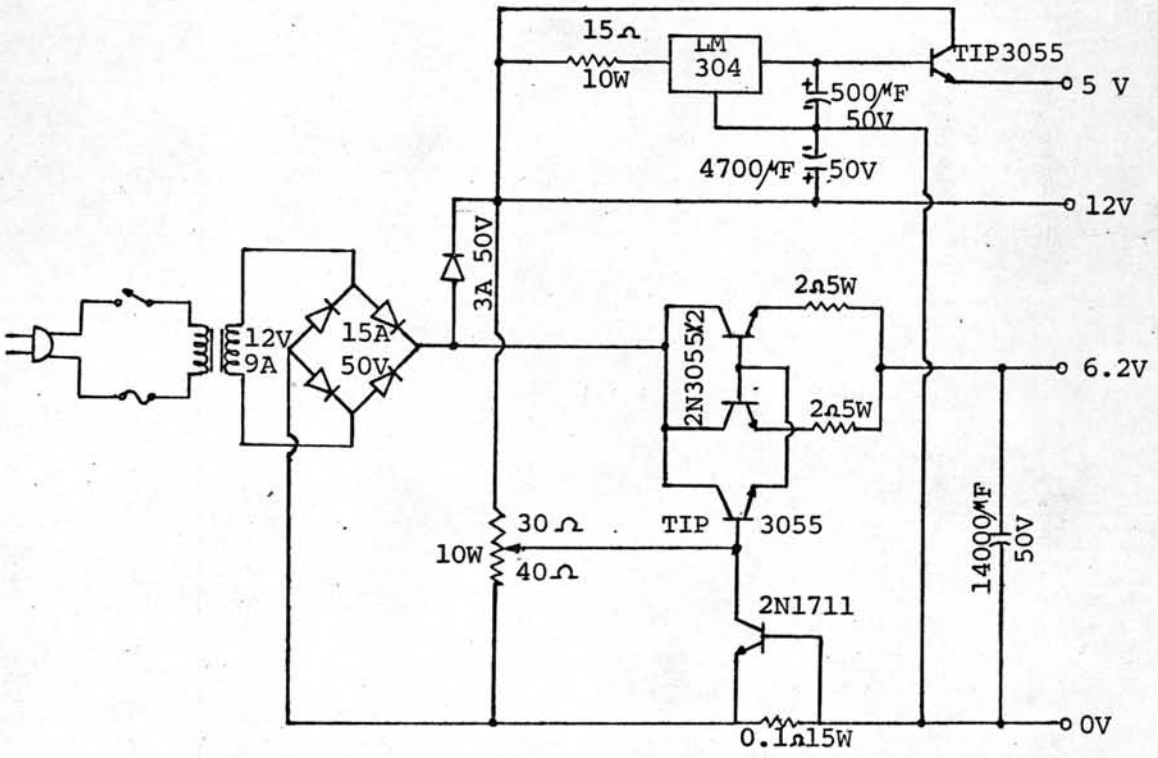
ตารางที่ ๑๓ แสดงจำนวนและความต้องการกระแสสูงสุดของไอ ซี ที่ใช้

จากตารางที่ ๑๓ ต้องออกแบบวงจรจ่ายไฟกระแสตรง ๕ โวลท์ให้ได้ ๑.๕ แอมแปร์ หรือเท่ากับ ๗.๕ วัตต์

ข. <u>แหล่งจ่ายไฟให้กับวงจรขยายสัญญาณให้ขดลวดแม่เหล็ก</u>

วงจรขยายสัญญาณให้กับขดลวดแม่เหล็กใช้ทั้งหมด ๑๔ ชุด ชุดที่ต้องใช้ Vcc = ๑๒ โวลท์ มีอยู่ ๔ ชุด ต้องการกระแสชุดละ ๑.๖ แอมแปร์ หรือเท่ากับ ๑๙.๒ วัตต์ ส่วนที่เหลืออีก ๑๐ ชุด ใช้ Vcc = ๖.๒ โวลท์ แต่ละชุดต้องการกระแส ๐.๘ แอมแปร์ หรือเท่ากับ ๕ วัตต์ แต่ขณะใช้งาน วงจรขยายสัญญาณจะทำงานพร้อมกันครั้งละไม่เกิน ๘ ชุด เป็นชุดที่ใช้กำลัง ๑๙.๒ วัตต์ ๓ ชุด และใช้กำลัง ๕ วัตต์ ๕ ชุด นั่นคือวงจรขยายสัญญาณใช้กำลังมากสุดไม่เกิน ๘๒.๖ วัตต์

จากรายละเอียดข้างต้น จึงออกแบบวงจรแหล่งจ่ายไฟได้ดังรูปที่ ๑๙



รูปที่ ๑๙ วงจรแหล่งจ่ายไฟ