ซีอาร์ที เทอร์มินอล ภาษาไทย

นาย บุญวัฒน์ อัศชู

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

สำนักบัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2524

ลพ.
ว.ท.๑๑๑
2524
015549

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		iv
บทคัดย่อ		v
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 คีย์บอร์ด	3
	1.2 ควบคุมซีอาร์ที	3
	1.3 ไมโครโปรเซสเซอร์	3
	1.4 อินเตอร์เฟส	3
บทที่ 2	การออกแบบวงจรควบคุมคีย์บอร์ด	4
	2.1 ลักษณะของคีย์บอร์ด	4
	2.2 การออกแบบวงจร	7
	2.2.1 การทำงานของวงจร	9
	2.2.2 การคำนวณหาค่าเวลาต่าง ๆ	13
	2.3 การทดลอง	16
บทที่ 3	การออกแบบวงจรควบคุมซีอาร์ที	21
	3.1 การทำงานของซีอาร์ที	21
	3.2 รูปแบบของการแลดงภาพเป็นตัวอักษร	24
	3.3 การคำนวณหาค่าเวลาต่าง ๆ	27
	3.4 การออกแบบวงจร	32
	3.5 การจัดหน่วยความจำของซีอาร์ที	41

หน้า

บทที่ 4 ไมโครโปรเซสเซอร์ 44

4.1 การออกแบบระบบฮาร์ดแวร์ 44

4.1.1 การจัดหน่วยความจำ 46

4.1.2 การติดต่อระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับคีย์บอร์ด 47

4.1.3 การติดต่อระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับวงจรควบคุมซีอาร์ที 49

4.1.4 การติดต่อระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับอินเตอร์เฟส 53

4.2 การออกแบบระบบซอร์ฟแวร์ 56

4.2.1 โปรแกรมย่อยควบคุม 58

4.2.1.1 โปรแกรมย่อย LINE FEED 61

4.2.1.2 โปรแกรมย่อย CARRIAGE RETURN 61

4.2.1.3 โปรแกรมย่อย BACK SPACE 62

4.2.1.4 โปรแกรมย่อย HOME 64

4.2.1.5 โปรแกรมย่อย CLEAR SCREEN 64

4.2.1.5 โปรแกรมย่อย CLEAR SCREEN 64

4.2.1.6 โปรแกรมย่อย SCROLLING UP 65

4.2.1.7 โปรแกรมย่อย SCROLLING DOWN 66

4.2.1.8 โปรแกรมย่อย CURSOR FORWARD 66

4.2.1.9 โปรแกรมย่อย CURSOR BACKWARD 67

4.2.1.10 โปรแกรมย่อย CURSOR UP 68

4.2.1.11 โปรแกรมย่อย CURSOR DOWN 69

4.2.1.12 โปรแกรมย่อย OUTPUT 70

4.2.2 โปรแกรมย่อยภาษาอังกฤษ 71

4.2.3 โปรแกรมย่อยภาษาไทย 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

หน้า

บทที่ 5 บทสรุป 74

หนังสืออ้างอิง 77

ภาคผนวก 78

ตารางระหัส ASCII 8 บิท ภาษาอังกฤษ - ภาษาไทย 79

รูปแบบของตัวอักษรภาษาอังกฤษ 80

รูปแบบของตัวอักษรภาษาไทย 82

โปรแกรมควบคุมการทำงานทั้งหมด 84

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ สุรรัตน์รังษี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชม กิ้มปาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประทีป บัญฑิตพรัตน์ ที่ได้ช่วยให้คำปรึกษาและแนะนำในการทำวิจัยนี้ และขอขอบคุณอาจารย์ มนูร ชินการณ์ และนายสมิทธ์ วิหคโต ที่ช่วยทางด้านวงจรและการทดลอง ตลอดจนผู้ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือที่มิได้กล่าวถึงทุกท่าน

อนึ่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สำเร็จลุล่วงได้ หากไม่ได้รับความช่วยเหลือจาก คุณพวงเพ็ชร อัศชู ที่ได้ช่วยวาดรูป คุณวีวรรณ มงคลลาภกิจ และคุณจรินทร์ บุญสิทธิ์ ที่ได้ช่วยพิมพ์ต้นฉบับ จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของ ซีอาร์ที เทอร์มินอล ให้ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์อินพุท/เอาท์พุท ของคอมพิวเตอร์ใด ๆ ก็ได้ ลักษณะพิเศษก็คือสามารถแสดงผลทางซีอาร์ทีเป็นตัวอักษรได้ทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทย ซึ่งการแสดงผลทางซีอาร์ทีเป็นตัวอักษรภาษาไทยนั้น จะมีการจัดระดับของ สระ พยัญชนะ และวรรณยุกต์โดยอัตโนมัติ ทำให้เป็นธรรมชาติเหมือนกับเครื่องพิมพ์ดีดภาษาไทย การออกแบบทางด้านวงจรนั้นใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 ซีพียู เป็นหัวใจสำคัญควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด ข้อดีก็คือ ทำให้ฮาร์ดแวร์ลงได้มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนของการแสดงผลเป็นภาษาไทย และการจัดระดับของตัวอักษรต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสนอเทคนิคทางซอร์ฟแวร์เข้าช่วย โดยเฉพาะในส่วนของภาษาไทยทำให้สามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรภาษาไทยได้ถูกต้องตามหลักภาษาไทย

Abstract

This thesis presents a circuit design for CRT terminals. This CRT terminal is used as an I/O device for any computer. The CRT terminal described in this thesis can display both English and Thai characters. In the Thai character display mode, the correction level of vowel, consonant and tone of voice is done automatically according to the grammar. Microprocessor Z-80 CPU is used to control the operation of the system. The advantages of using microprocessor chips are mainly for reducing the number of discreate circuits. Finally, the Thai character level correction is also done by software techniques.

บทที่ 1

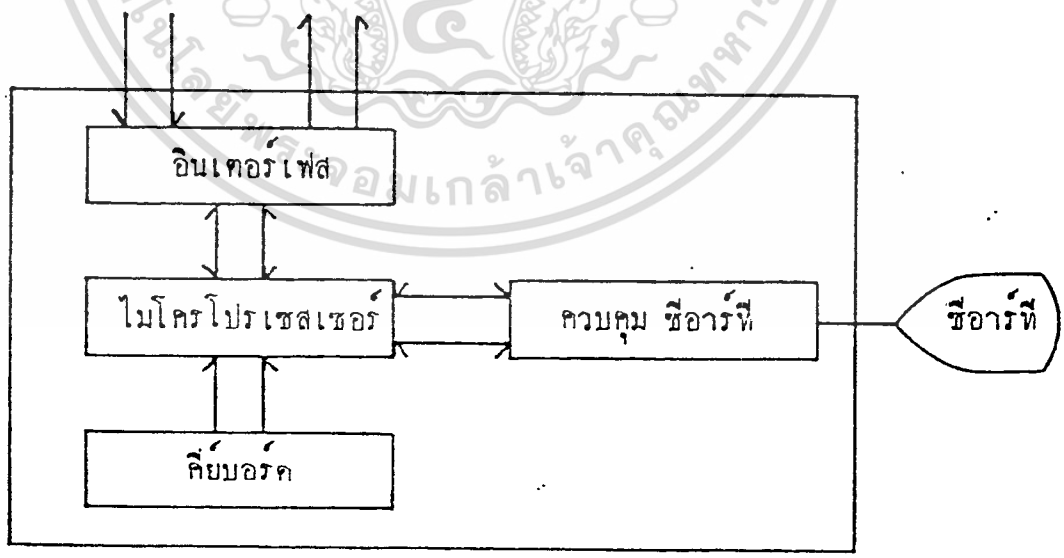
บทนำ

ในปัจจุบันนี้ คอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์มากในด้านเครื่องอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เช่น เครื่องคิดเลข เครื่องคิดเงินตามร้านขายของที่สามารถทำบัญชีได้ เครื่องขายของอัตโนมัติเครื่องฝากและถอนเงินจากธนาคารระบบอัตโนมัติ หรือแม้กระทั่งในระบบโทรศัพท์ก็มีการนำเอาคอมพิวเตอร์ไปใช้เป็นตัวควบคุมการติดต่อ เป็นต้น เมื่อประมาณ 30 กว่าปีที่แล้วมา เครื่องคอมพิวเตอร์นั้นมีขนาดใหญ่มากดังเช่นในปี ค.ศ.1946 มหาวิทยาลัยเพนน์ซิลวาเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้สร้างเครื่องคอมพิวเตอร์ขึ้นมาเครื่องหนึ่งใช้หลอดสูญญากาศถึง 18,000 หลอด ซึ่งเป็นวงจรที่ใหญ่และเปลืองพลังงานมากเป็นต้น แต่ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งนั้นมีขนาดเท่ากับหนังสือเล็ก ๆ เล่มหนึ่งเท่านั้น ที่เรียกกันว่า ไมโครคอมพิวเตอร์ จะเห็นได้ว่าจากปีค.ศ. 1946 ถึงปัจจุบันเป็นระยะเวลา 30 กว่าปี การพัฒนาทางด้านคอมพิวเตอร์นั้นเป็นไปอย่างรวดเร็วและก้าวหน้ามาก ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่น่าคิดว่าในอนาคตคอมพิวเตอร์นั้นจะมีรูปร่างหน้าตาอย่างไร เช่น อาจจะมีขนาดเล็กเท่ากับกล่องไม้ขีดไฟเล็ก ๆ กล่องหนึ่ง หรือเท่ากับปากกาด้ามหนึ่งก็อาจจะเป็นได้

ในบ้านเรานั้นก็มีการเอาเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้งานอย่างกว้างขวางทั้งในส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ เอกชนและสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ในการนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้งานนั้น สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งก็คือ การติดต่อระหว่างคนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งการติดต่อนี้จะอยู่ในลักษณะที่คนสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน และเมื่อคอมพิวเตอร์ทำงานเสร็จแล้วต้องแสดงผลให้คนทราบ อุปกรณ์ที่เป็นตัวกลางในการติดต่อนี้มีหลายชนิดด้วยกันแล้วแต่ผู้ออกแบบระบบนั้น ๆ แต่มีอุปกรณ์ตัวกลางอยู่ชนิดหนึ่งซึ่งสะดวกต่อการใช้งานและเป็นที่นิยมแพร่หลายมากนั่นก็คือ ซีอาร์ที เทอร์มินอล (CRT TERMINAL) การใช้งานของซีอาร์ที เทอร์มินอลนั้น ปกติจะใช้คีย์บอร์ด ซึ่งมีลักษณะเหมือนแป้นพิมพ์คีย์ เป็นตัวป้อนอินพุทให้กับคอมพิวเตอร์ และในขณะที่ป้อนอินพุทนั้น ข้อความของอินพุทนั้นก็จะแสดงออกมาทางซีอาร์ที (หรือจอภาพโทรทัศน์) ด้วย ทำให้ผู้ป้อนอินพุทเห็นข้อความได้ชัด และเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ป้อนอินพุทป้อนข้อความผิดเข้าไปก็จะทำให้เห็นและแก้ไขได้ง่าย ในทางกลับกัน เมื่อคอมพิวเตอร์ประมวลผลให้เราเสร็จเรียบร้อยแล้ว และเราสั่งให้คอมพิวเตอร์แสดงผลลัพธ์ออกมาทางซีอาร์ที คอมพิวเตอร์ก็จะแสดงผลลัพธ์ออกมาทางซีอาร์ทีให้เราเห็น ซึ่งการแสดงข้อความบนซีอาร์ทีนั้นเป็นภาษาอังกฤษ นอกจากนี้ซีอาร์ที เทอร์มินอล บางเครื่องมีความสามารถพิเศษในการแสดงผลลัพธ์คือ สามารถแสดงผลลัพธ์เป็นรูปภาพ (Graphic) ได้ด้วย จากนี้เองทำให้ผู้เขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เกิดแนวความคิดขึ้นมาว่า ในเมื่อซีอาร์ที เทอร์มินอล สามารถแสดงข้อความเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษและรูปภาพได้ ก็น่าจะสามารถแสดงข้อความเป็นภาษาไทยที่ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ได้ด้วย ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการวิจัยออกแบบสร้างซีอาร์ที เทอร์มินอล ให้สามารถแสดงผลทางซีอาร์ที เป็นตัวอักษรได้ทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทย โดยเฉพาะในส่วนของภาษาไทยนั้น สามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรได้ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ กล่าวคือจะมีการจัดระดับของ สระ พยัญชนะ และวรรณยุกต์ โดยอัตโนมัติ เทคนิคที่ใช้คือ นำไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 ซีพียูมาใช้สำหรับควบคุมการทำงานของซีอาร์ที เทอร์มินอลนี้



รูป 1.1 แสดงบล็อคไดอะแกรมของซีอาร์ที เทอร์มินอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

จากรูป 1.1 จะเห็นได้ว่า ซีอาร์ที เทอร์มินอลประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ 4 ส่วนด้วยกันคือ

1.1 คีย์บอร์ด (Key Board) คือส่วนที่ใช้สำหรับป้อนอินพุทเข้าระบบ สำหรับคีย์บอร์ดที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีคีย์ทั้งหมด 71 คีย์ วางเรียงกันเป็น matrix ขนาด 9x10 ทางด้านวงจรควบคุมนั้นออกแบบให้เมื่อมีคีย์ใดคีย์หนึ่งถูกกดจะกำเนิดรหัส ASCII 8 บิท ออกมาให้ และรหัส ASCII ของภาษาไทยใช้รหัสมาตรฐานของ IBM นอกจากนี้ยังออกแบบให้ผู้ใช้สามารถโปรแกรมรหัสต่าง ๆ ที่ออกมาได้เมื่อคีย์นั้น ๆ ถูกกด

1.2 ควบคุมซีอาร์ที (CRT controller) คือส่วนที่ใช้สำหรับควบคุมการแสดงผลเป็นตัวอักษรทางซีอาร์ทีออกแบบให้สามารถแสดงผลได้ 80 ตัวอักษรต่อหนึ่งบรรทัด และในกรณีที่เป็นภาษาอังกฤษสามารถแสดงผลได้ 24 บรรทัด ส่วนกรณีเป็นภาษาไทยสามารถแสดงผลได้ 8 บรรทัด

1.3 ไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) คือส่วนหัวใจควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด เช่น ควบคุมการอ่านอินพุทจากคีย์บอร์ด หรืออ่านอินพุทจากภายนอก ควบคุมการส่งรหัสตัวอักษรไปแสดงผล ควบคุมการส่งเอาท์พุทไปภายนอกเป็นต้น ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 ซีพียู

1.4 อินเตอร์เฟส (Interface) คือส่วนที่ใช้สำหรับติดต่อระบบภายนอกกับซีอาร์ทีเทอร์มินอล การติดต่อใช้การติดต่อแบบขนาน 8 บิท ชนิดตรวจสอบสัญญาณ (Hand-Shaking) การออกแบบนั้นใช้ Z-80 PIO เป็นตัวกลางในการติดต่อ

ส่วนในรายละเอียดทั้งหมดนั้น จะขอกล่าวในบทต่อ ๆ ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

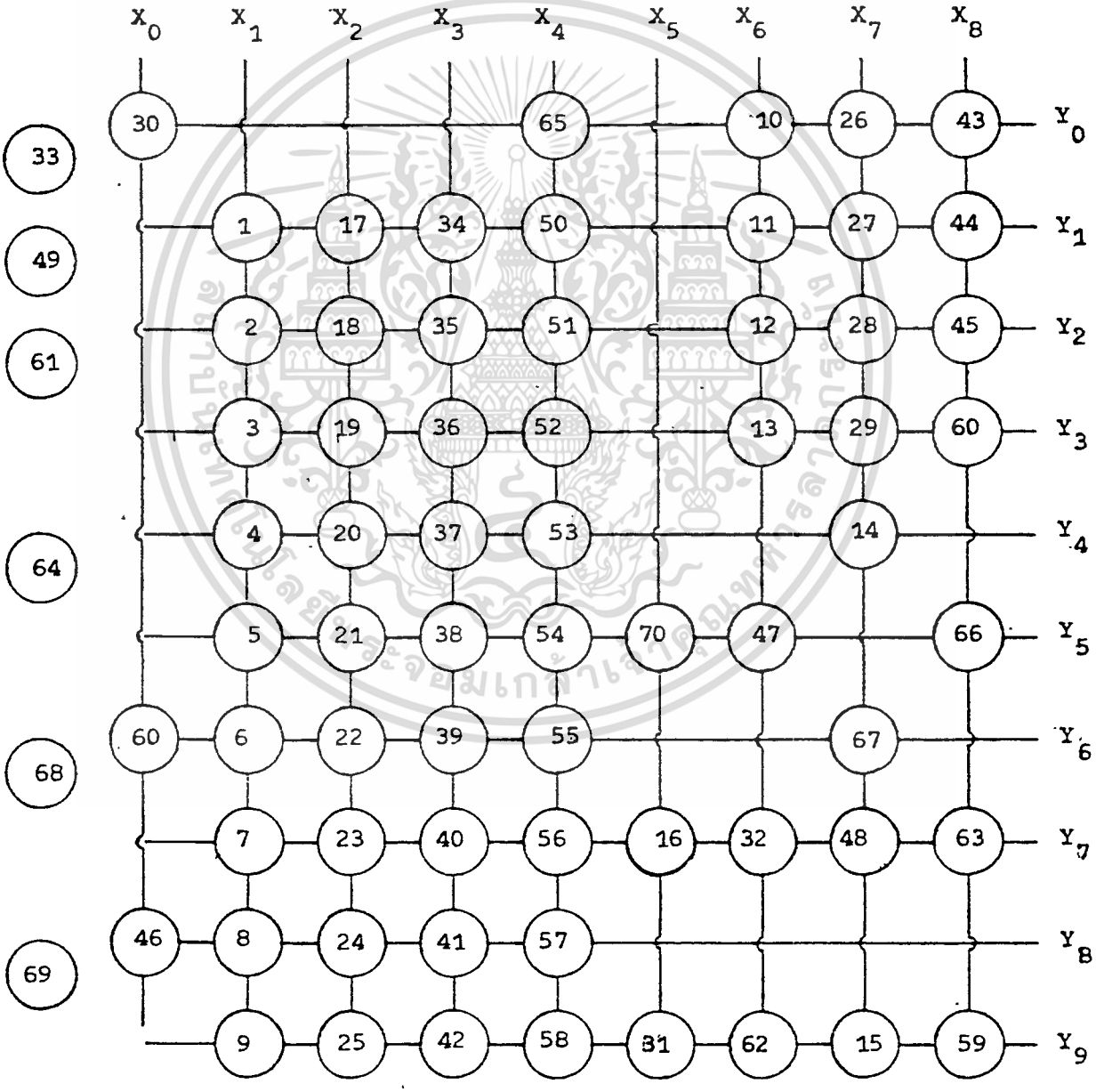
บทที่ 2

การออกแบบวงจรควบคุมคีย์บอร์ด

2.1 ลักษณะของคีย์บอร์ด

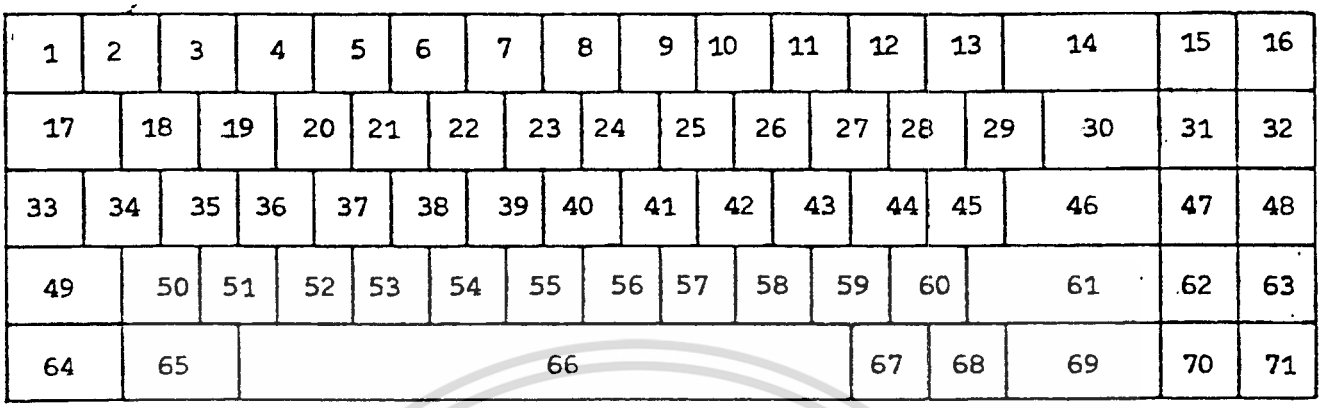
คีย์บอร์ดคือส่วนที่ใช้สำหรับป้อนอินพุทเข้าระบบ มีลักษณะคล้ายกับสวิทชนิดกดติดปล่อยดับ วางเรียงกันหลาย ๆ ตัวเป็นรูปร่างเหมือนกับแป้นพิมพ์ดีด คีย์บอร์ดที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีด้วยกันทั้งหมด 71 คีย์ วางเรียงกันเป็น matrix ขนาด 9x10 ดังแสดงในรูป 2.1 เนื่องจากการวางเรียงตัวกันของคีย์บอร์ดนี้มีรูปร่างเหมือนกับแป้นพิมพ์ดีด ดังนั้นเราจึงกำหนดตำแหน่งของตัวอักษรต่าง ๆ ให้สัมพันธ์กับแป้นพิมพ์ดีดที่ใช้อยู่ในปัจจุบันทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทย ดังแสดงในรูป 2.2 ความหมายของการวางเรียงกันของคีย์เป็น matrix นั้นหมายถึงว่า ถ้ามีคีย์ใดคีย์หนึ่งถูกกดแล้วจะมีผลทำให้เส้นในแกน x สัมผัสกับเส้นในแกน y แต่ถ้าไม่มีคีย์ใดถูกกดเลย เส้นในแกน x จะไม่สัมผัสกับเส้นในแกน y ตัวอย่างเช่น คีย์หมายเลข 10 ถูกกดจะมีผลทำให้เส้น x_6 สัมผัสกับเส้น y_0 เป็นต้น

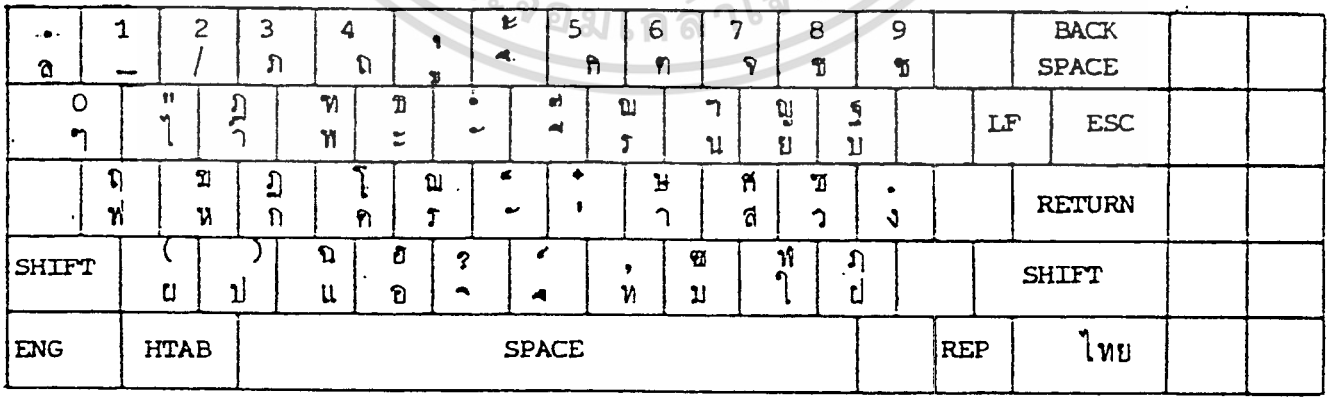
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61		62	63
64	65	66									67	68	69	70	71



รูป 2.1 แสดงการวางเรียงตัวกันของคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





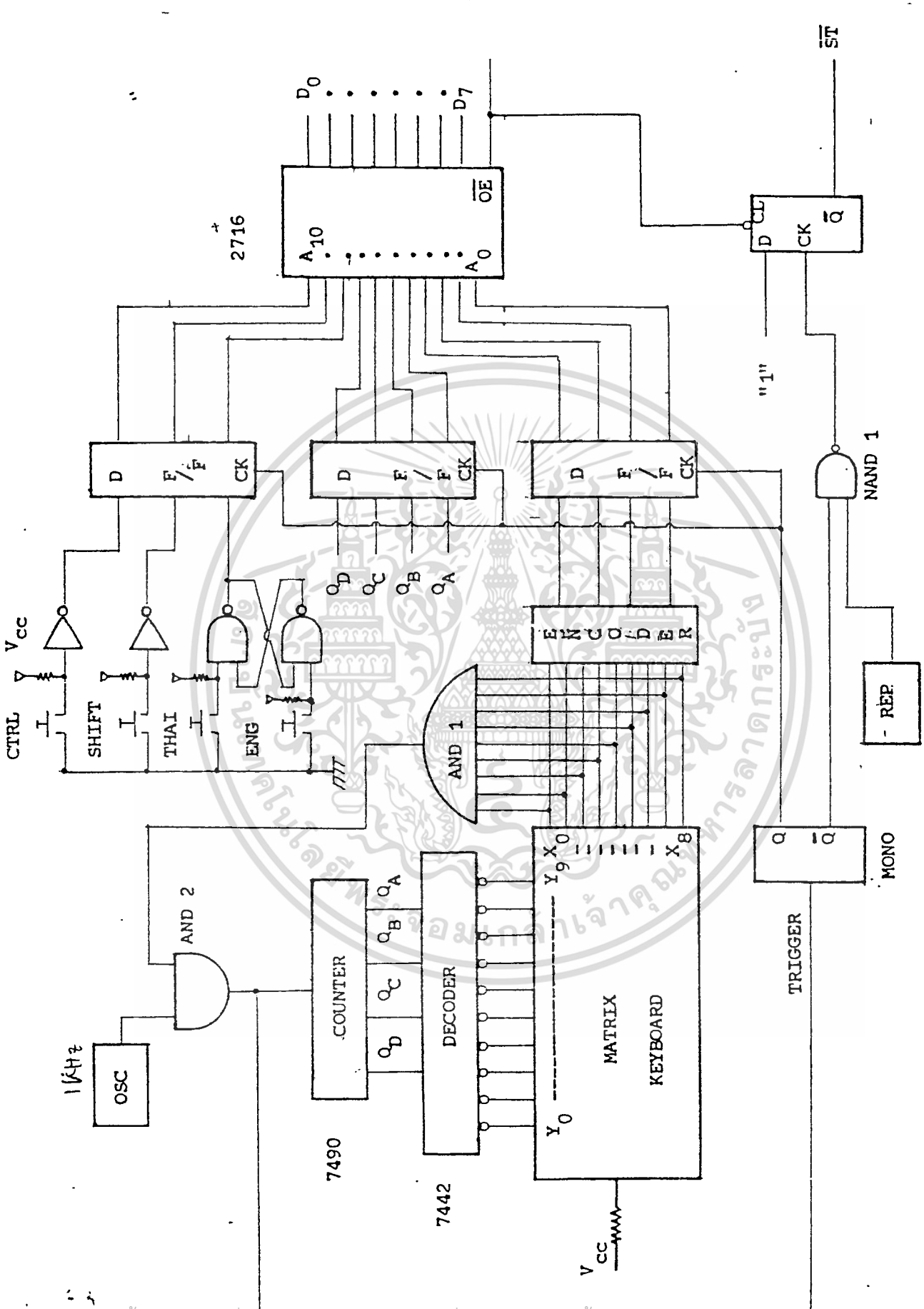
รูป 2.2 แสดงการกำหนดตำแหน่งของตัวอักษรต่างๆ บนคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.2 การออกแบบวงจร

โดยลำพังคีย์บอร์ดที่กล่าวมาในหัวข้อ 2.1 นั้น ยังไม่สามารถนำมาใช้เป็นส่วนสำหรับป้อนอินพุทเข้าซีอาร์ที เทอร์มินอลได้ เนื่องจากยังไม่สามารถให้รหัส ASCII ออกมาได้ เมื่อคีย์นั้น ๆ ถูกกด ดังนั้นในหัวข้อนี้ขอเสนอ วงจรควบคุมคีย์บอร์ด ที่มีการทำงานคือ เมื่อคีย์ใดคีย์หนึ่งที่เป็นคีย์ของตัวอักษรถูกกด จะมีผลทำให้เกิดรหัส ASCII ของคีย์นั้นออกมา พร้อมกับมีสัญญาณสะโตรบ (STORBE) 1 เส้น ส่งไปยังไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อบอกให้ไมโครโปรเซสเซอร์รู้ว่าขณะนี้มีคีย์ถูกกดแล้วให้มาอ่านรหัส ASCII ไปได้ และยังมีคีย์พิเศษที่เรียกว่า REPEAT เมื่อคีย์นี้ถูกกดจะทำให้เกิดสัญญาณนาฬิกาเป็นความถี่ค่าหนึ่งส่งไปเป็นอินพุทสัญญาณนาฬิกาของฟลิปฟลอป-สโตรบ เพื่อพยายามทำให้ฟลิปฟลอป-สโตรบเซ็ทตลอดเวลา จุดประสงค์เป็นการบอกให้ไมโครโปรเซสเซอร์มาอ่านรหัส ASCII นั้นซ้ำ ๆ ไปอีก นอกจากนี้วงจรที่ออกแบบนี้ยังสามารถโปรแกรมรหัสของคีย์แต่ละคีย์ได้ว่าเมื่อคีย์นั้นถูกกด จะให้เกิดรหัสอะไรออกมา ทั้งนี้โดยใช้เทคนิคของหน่วยความจำชนิด EPROM เบอร์ 2716 เข้าช่วยวงจรที่ออกแบบไว้ดังแสดงในรูป 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูป 2.3 แสดงวงจรควบคุมคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

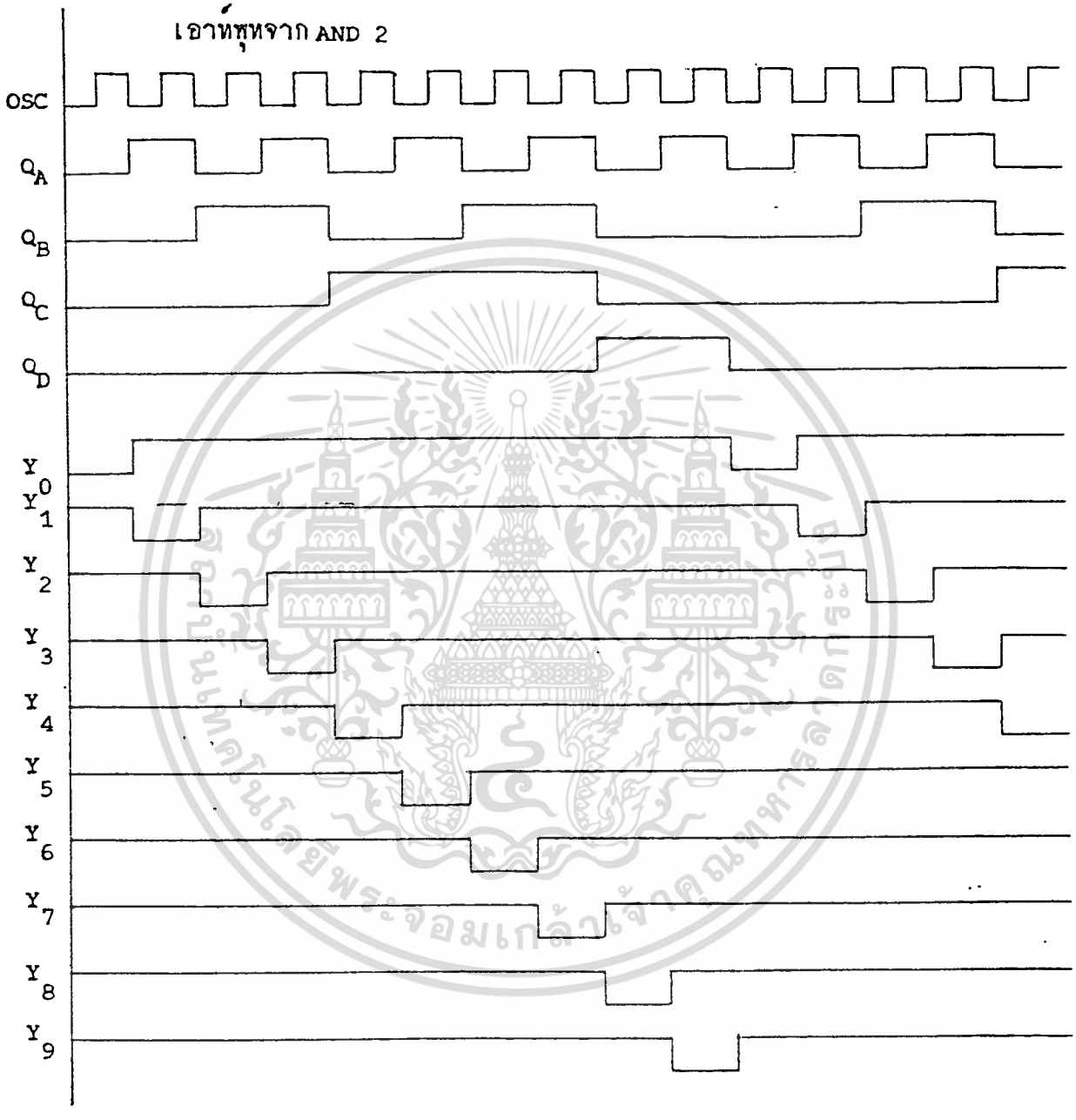
2.2.1 การทำงานของวงจร

จากวงจรจะเห็นได้ว่ามีวงจรออสซิเลเตอร์ (OSC.) เป็นตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกาด้วยความถี่ค่าหนึ่ง ผ่านวงจร AND GATE (AND 2) เข้าสู่วงจรนับสิบ (Decade Counter) และเอาท์พุทของวงจรนับสิบนี้ ป้อนไปเป็นอินพุทของวงจรถอดรหัส (4 TO 10 Decoder) และเป็นอินพุทของ ดี-ฟลิปฟลอป (D-Flip/Flop) ส่วนเอาท์พุทของวงจรถอดรหัสนี้จะถูกต่อเข้ากับแกน Y ของ matrix ของคีย์บอร์ด ดังนั้นถ้ามีสัญญาณนาฬิกาเป็นอินพุทเข้าสู่วงจรนับสิบตลอดเวลา matrix ของคีย์บอร์ดนี้จะถูกสะแกนตลอดเวลา กล่าวคือ ที่แกน Y ของคีย์บอร์ดที่เวลาใดเวลาหนึ่งจะมีค่าเป็นลอจิก "0" อยู่หนึ่งเส้น และลอจิก "0" นี้จะไล่ไปเรื่อย ๆ จาก $Y_0, Y_1, Y_2, \ldots$ จนถึง Y_9 แล้วก็เริ่มต้นใหม่จาก Y_0 อีก ดังแสดงในรูป 2.4

ที่แกน X ของ matrix ของคีย์บอร์ด ด้านหนึ่งจะต่อเข้ากับไฟเลี้ยงวงจรโดยผ่านรีจิสเตอร์กำหนดกระแสไว้ ส่วนอีกด้านหนึ่งต่อไปเป็นอินพุทของวงจรAND GATE (AND 1) และเป็นอินพุทของวงจรเข้ารหัส (9 TO 4 Encoder) สมมติถ้ามีคีย์ที่ 5 ถูกกดจะมีผลต่อวงจรดังนี้คือ

- ทำให้แกน X_1 ชนผัสกับแกน Y_5
- เมื่อส่วนของการสะแกนคีย์บอร์ด สะแกนมาจนถึงแกน Y_5 มีค่าลอจิกเป็น "0" จะมีผลทำให้ลอจิกของแกน X_1 เป็น "0" ด้วย
- เอาท์พุทของ AND 1 มีลอจิกเป็น "0" ด้วย
- เอาท์พุทของ AND 2 มีลอจิกเป็น "0" ด้วย นั่นก็คือไม่มีสัญญาณนาฬิกาเข้าสู่วงจรนับสิบ ซึ่งนั้นหมายถึงหยุดสะแกนนั่นเอง
- จากการที่เอาท์พุทของ AND 2 มีลอจิกเป็น "0" นี้จะมีผลทำให้วงจรโมโนสเตเบิล (MONO.) Retriggerable นี้ทำงาน ทำให้ Q ของวงจรโมโนสเตเบิลนี้เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 และ $\overline{Q}$ ของวงจรโมโนสเตเบิลนี้เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประ
015549



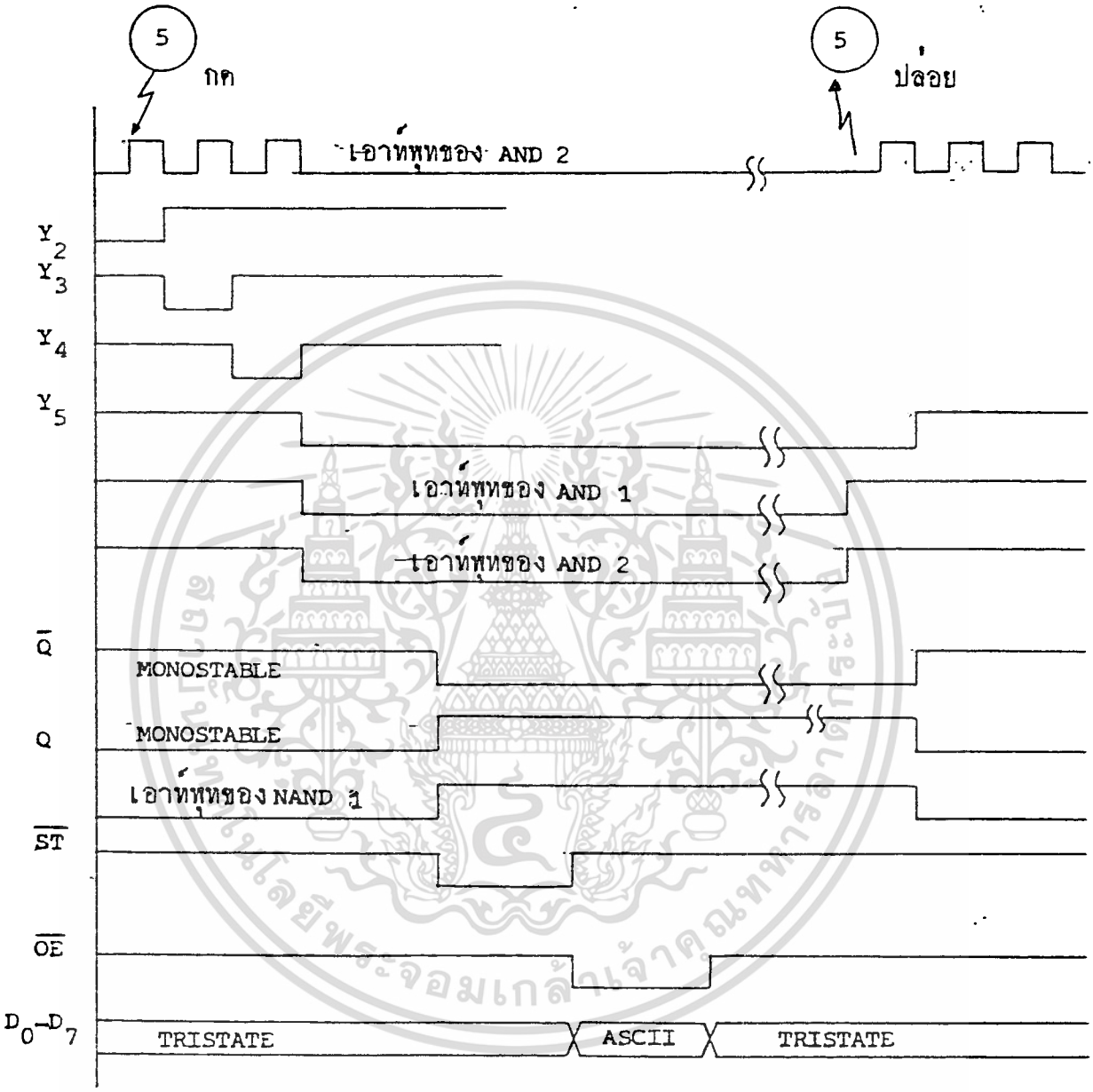
รูป 2.4 แสดงตารางเวลาของการสะแกนคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

- เนื่องจาก Q ของวงจรโมโนสเตเบิลนี้ต่อไปเป็นสัญญาณนาฬิกาของ ดี-ฟลิปฟลอป ดังนั้นจะมีผลทำให้ ดี-ฟลิปฟลอปจำค่าอินพุทขณะนั้นไว้
- เนื่องจาก $\overline{Q}$ ของวงจรโมโนสเตเบิลนี้ต่อผ่าน NAND GATE (NAND 1) ไปเป็นสัญญาณนาฬิกาของฟลิปฟลอป-สโตรบ ดังนั้นจะมีผลทำให้ฟลิปฟลอป -สโตรบนี้มีค่าเป็น "1"
- ในกรณีที่คีย์ REPEAT ถูกกดจะมีผลทำให้เกิดสัญญาณนาฬิกา ด้วยความถี่ ค่าหนึ่ง ป้อนไปเป็นอินพุทของสัญญาณนาฬิกาของฟลิปฟลอป-สโตรบโดยผ่าน NAND GATE จุดประสงค์เพื่อพยายามทำให้ฟลิปฟลอป-สโตรบ นี้มีค่าเป็น "1" ตลอดเวลา

จากที่กล่าวมาเมื่อมีคีย์ใดคีย์หนึ่งใน matrix ของคีย์บอร์ดถูกกด จะเห็นได้ว่า จะมีผลทำให้ดี-ฟลิปฟลอป จำสภาวะของคีย์นั้นไว้ และสภาวะของคีย์นั้นถูกป้อนไปเป็นแอดเดรสของหน่วยความจำชนิด EPROM เราต้องการให้คีย์ที่ถูกกดนั้นมีระหัสเป็นอะไร ก็เพียงแต่โปรแกรมระหัสที่ต้องการลงไปในหน่วยความจำที่แอดเดรสนั้น และนอกเหนือจากนี้เมื่อคีย์ใน matrix ถูกกดจะมีผลทำให้ฟลิปฟลอป-สโตรบมีค่าเป็น"1" เพื่อส่งให้ไมโครโปรเซสเซอร์ รับรู้ว่าขณะนี้มีคีย์ถูกกดแล้วให้มาอ่านระหัสนั้นไป เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์รับรู้ว่ามีคีย์ถูกกดแล้วจะส่งสัญญาณพัลส์ลบ ($\overline{OE}$) มาอ่านระหัสนั้นเข้าไป และพัลส์ลบนี้จะมีผลไปรีเซ็ทฟลิป-ฟลอปสโตรบด้วย ดังแสดงตารางเวลาในรูป 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

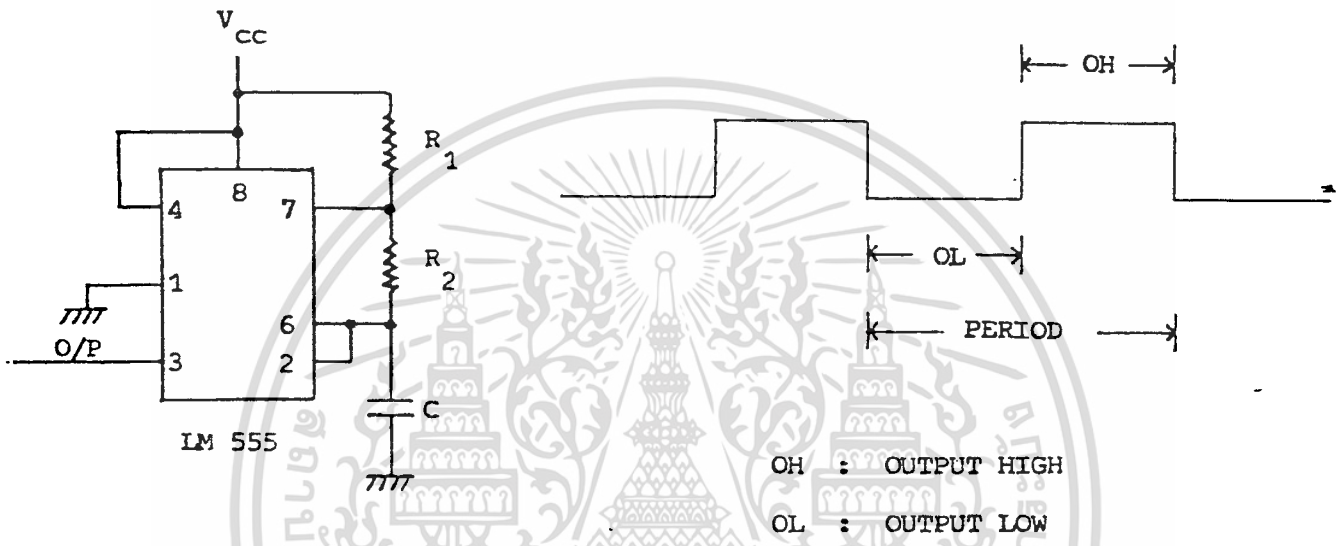


รูป 2.5 แสดงตารางเวลาการทำงานของคีย์บอร์ดเมื่อมีคีย์ที่ 5 ถูกกดและปล่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การคำนวณหาค่าเวลาต่าง ๆ

จากวงจรรูป 2.3 ในส่วนของวงจรออสซิเลเตอร์นั้นมีรายละเอียดของวงจรดังรูป 2.6



รูป 2.6 แสดงวงจรออสซิเลเตอร์ใช้ไอซีเบอร์LM555

จากวงจรในรูป 2.6 ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาเอาท์พุทนั้นขึ้นอยู่กับค่า R_1,R_2 และ C ซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังสมการข้างล่าง

$$\text{OUTPUT HIGH} = 0.693(R_1 + R_2)C \quad \text{..... (2.1)}$$

$$\text{OUTPUT LOW} = 0.693(R_2)C \quad \text{..... (2.2)}$$

$$\text{PERIOD} = 0.693(R_1 + 2R_2)C \quad \text{..... (2.3)}$$

$$\text{FREQUENCY} = \frac{1.44}{(R_1+2R_2)C} \quad \text{..... (2.4)}$$

$$\text{DUTY CYCLE} = \frac{\text{TIME HIGH}}{\text{TIME LOW}} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \quad \text{..... (2.5)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เลือกใช้ความถี่ประมาณ 1000 เฮิทซ์ และกำหนดให้ R_1 = 4700 โอห์ม ,C = .01 ไมโครฟาหรัด แทนค่าลงในสมการ 2.4 จะได้

$$1000 = \frac{1.44}{(4700+2R_2)x.01x10^{-6}}$$

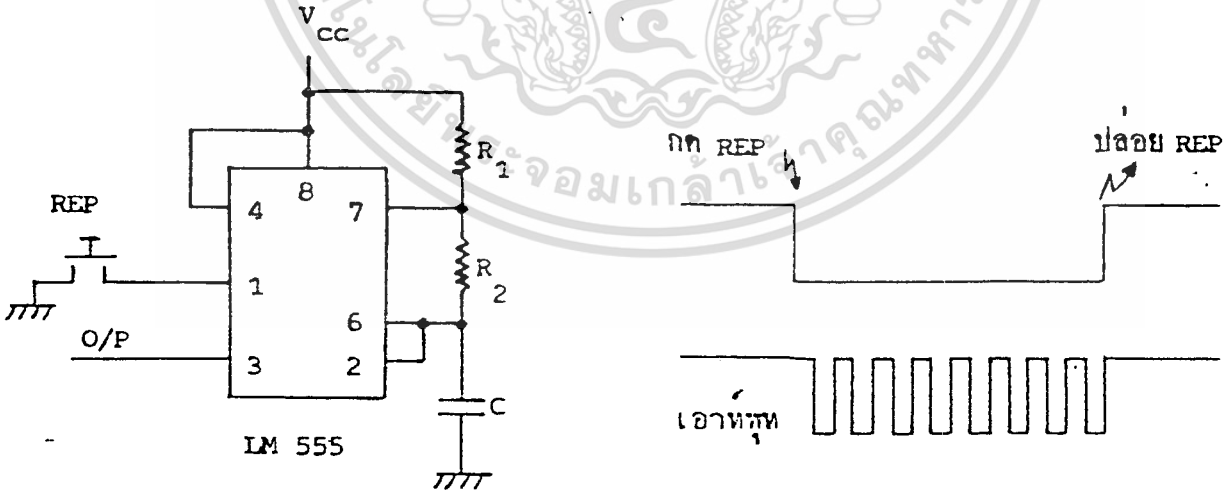
$$R_2 = 69650 \text{ โอห์ม}$$

นำค่า R_1, R_2 และ C แทนลงในสมการ 2.1 และ 2.2 ได้

OUTPUT HIGH = 0.7435 มิลลิวินาที

OUTPUT LOW = 0.4826 มิลลิวินาที

จากวงจรรูป 2.3 ในส่วนของวงจร REPEAT นั้นมีรายละเอียดของวงจรดังรูป 2.7



รูป 2.7 แสดงวงจร REPEAT ใช้ไอซีเบอร์ LM555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรรูป 2.7 ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาเอาท์พุทนั้นขึ้นอยู่กับค่า R_1,R_2 และ C ซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังสมการ 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 และ 2.5 ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เลือกใช้ความถี่ประมาณ 20 เฮิทซ์ และกำหนดให้ R_1 = 4700 โอห์ม , C = 1 ไมโครฟาหรัด แทนค่าลงในสมการ 2.4 จะได้

$$20 = \frac{1.44}{(4700+2R_2)\times 1\times 10^{-6}}$$

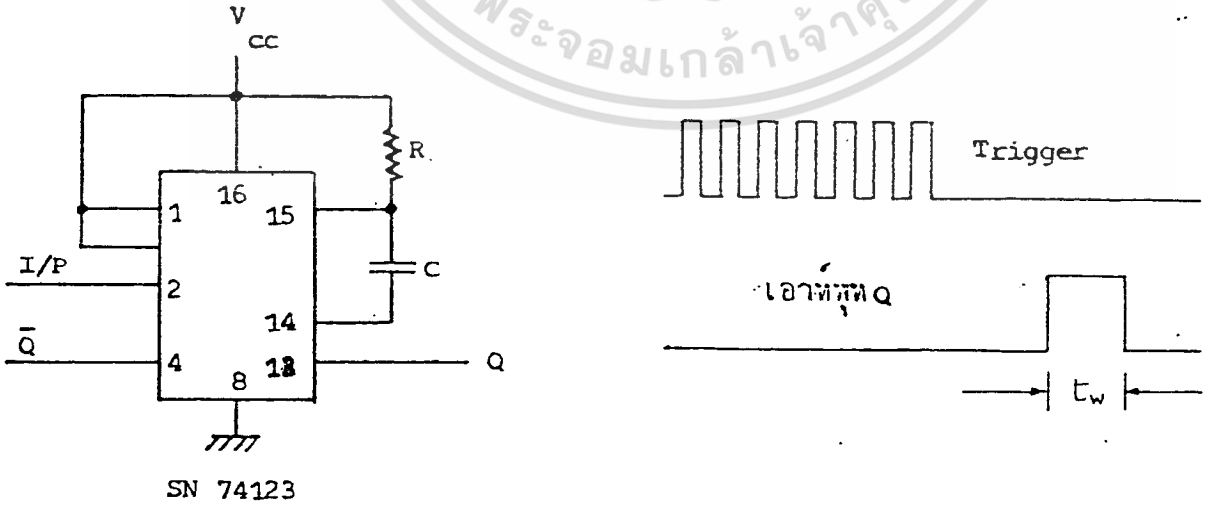
$$\therefore R_2 = 33650 \text{ โอห์ม}$$

นำค่า R_1,R_2 และ C แทนลงในสมการ 2.1 และ 2.2 ได้

OUTPUT HIGH = 26.5765 มิลลิวินาที

OUTPUT LOW = 23.3194 มิลลิวินาที

จากวงจรรูป 2.3 ในส่วนของวงจรโมโนสเตเบิลชนิด Retriggerable นั้นมีรายละเอียดดังรูป 2.8



รูป 2.8 แสดงวงจรโมโนสเตเบิลชนิด Retriggerable ใช้ไอซีเบอร์ SN74123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

จากวงจรรูป 2.8 ความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่เอาท์พุท (t_w) เมื่อมีทริกเกอร์อินพุทเข้ามานั้นขึ้นอยู่กับค่า R และC ซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังสมการข้างล่าง

$$t_w = 0.28RC\ (1 + \frac{0.7}{R}) \qquad \text{.....} \quad (2.6)$$

เนื่องจากความถี่ของวงจรออสซิเลเตอร์ในรูป 2.6 นั้น ถูกกำหนดไว้ให้มีค่าความถี่ประมาณ 1000 เฮิทซ์ หรือมีคาบเวลาประมาณ 1 มิลลิวินาที ดังนั้นค่าของ t_w นี้จะต้องมีค่ามากกว่า 1 มิลลิวินาทีนี้ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้กำหนดให้ t_w = 1.9 มิลลิวินาที และ C = 0.1 ไมโครฟาหรัด แทนค่าลงในสมการ 2.6 จะได้

$$1.9\times10^{-3} = 0.28R\times0.1\times10^{-6}(1+\frac{0.7}{R})$$

$$\therefore\ R = 67856.45 \text{ โอห์ม}$$

2.3 การทดลอง

จากหัวข้อ 2.2 จะเห็นได้ว่า เมื่อมีคีย์ใดคีย์หนึ่งใน matrix ของคีย์บอร์ดถูกกดจะมีผลทำให้ ดี-ฟลิปฟลอปจำค่าสภาวะของคีย์นั้น และค่าสภาวะของคีย์นั้นจำนวนทั้งหมด 11 เส้น ถูกส่งไปเป็นแอดเดรสของหน่วยความจำชนิด EPROM เบอร์ 2716 จากการทดลองกดคีย์ต่าง ๆ ใน matrix ของคีย์บอร์ด คีย์แต่ละคีย์จะให้แอดเดรสที่ต่างๆกันดังแสดงในรูป 2.9 โดยในรูป 2.9 ก. แสดงแอดเดรสของคีย์เมื่อคีย์ควบคุม ENG ถูกกดก่อนทำการทดลองกดคีย์ต่าง ๆ ใน matrix ตัวเลขในรูปทั้งหมดเขียนเป็นเลขฐาน 16 ซึ่งตัวเลขแถวบนแสดงถึงแอดเดรสเมื่อ SHIFT คีย์ไม่ได้ถูกกด ส่วนตัวเลขแถวล่างแสดงถึงแอดเดรสเมื่อกด SHIFT คีย์ด้วย ในรูป 2.9 ข. แสดงแอดเดรสของคีย์เมื่อคีย์ควบคุม THAI ถูกกดก่อนทำการทดลองกดคีย์ต่าง ๆ ใน matrix ในรูป 2.9 ค. แสดงแอดเดรสของคีย์ เมื่อคีย์ CTRL ถูกกดพร้อม ๆ กับคีย์ใน matrix ของคีย์บอร์ด โดย x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

มีค่าคือ ถ้าคีย์ควบคุม ENG ถูกกดก่อนทำการกดคีย์ใน matrix X เท่ากับ 4 แต่ถ้า SHIFT คีย์ถูกกดพร้อมกันด้วย X เท่ากับ 6 แต่ถ้าคีย์ควบคุม THAI ถูกกดก่อนทำการกดคีย์ใน matrix X เท่ากับ 5 แต่ถ้า SHIFT คีย์ถูกกดพร้อมกันด้วย X เท่ากับ 7

จากนี้เองจะเห็นได้ว่า เราจะกำหนดให้คีย์ไหนมีรหัสอะไรนั้นก็เพียงแต่โปรแกรมรหัสที่ต้องการลงไปใน EPROM ตามแอดเดรสของคีย์นั้น ๆ สำหรับในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้กำหนดรหัสของคีย์ต่าง ๆ สำหรับภาษาอังกฤษให้เป็นรหัสมาตรฐาน ASCII 8 บิท และในส่วนรหัสของภาษาไทยนั้นใช้รหัสมาตรฐานของ IBM ดังแสดงในรูป 2.10 และตารางรหัส 2.1

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

016 216	026 226	036 236	046 246	056 265	066 266	076 276	086 286	096 296	001 201	011 211	021 221	031 231	040 240	090. 290	072 272
015 215	025 225	035 235	045 245	055 255	065 265	075 265	085 285	095 295	000 200	010 210	020 220	030 230	007 207	092 292	071 271
CTRL	014 214	024 224	034 234	044 244	054 254	064 264	074 274	084 289	094 294	008 208	018 218	028 228	087 287	051 251	070 271
SHIFT	013 213	023 223	033 233	043 243	053 253	063 263	073 273	083 283	093 293	098 298	038 238	SHIFT		091 291	078 278
ENG	003 203	058 258									060 260	REP	THAI	052 252	067 267

รูป 2.9 ก. แสดงแอดเดรสของคีย์ เมื่อคีย์ควบคุม ENG ถูกกดก่อน

166 316	126 326	136 336	146 346	156 356	166 366	176 376	186 386	196 396	101 301	111 311	121 321	131 331	140 340	190 390	172 372
115 315	125 325	135 335	145 345	155 355	165 365	175 375	185 385	195 395	100 300	110 310	120 320	130 330	107 307	192 392	171 371
CTRL	114 314	124 324	134 334	144 344	154 354	164 364	174 374	184 384	194 394	108 308	118 318	128 328	187 387	151 351	170 370
SHIFT	113 313	123 323	133 333	143 343	153 353	163 363	173 373	183 383	193 393	198 398	138 338	SHIFT		191 391	178 378
อังกฤษ	103 303	158 358									160 360	REP	ไทย	152 352	167 367

รูป 2.9 ข. แสดงแอดเดรสของคีย์ เมื่อคีย์ควบคุม THAI ถูกกดก่อน

X16	X26	X36	X46	X56	X66	X76	X86	X96	X01	X11	X21	X31	X40	X90	X72
X15	X25	X35	X45	X55	X65	X75	X85	X95	X00	X10	X20	X30	X07	X92	X71
CTRL	X14	X24	X34	X44	X45	X46	X47	X48	X94	X08	X18	X28	X87	X51	X70
SHIFT	X13	X23	X33	X43	X53	X63	X73	X83	X93	X98	X38	SHIFT		X91	X78
ENG	X03	X58									X60	REP	THAI	X52	X67

รูป 2.9 ค. แสดงแอดเดรสของคีย์ เมื่อคีย์ CTRL ถูกกดพร้อมกับคีย์อื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

31 21	32 22	33 23	34 24	35 25	36 26	37 27	38 28	39 29	30 3D	2D 3D			08 08	FA FB	F0 F1
51 71	57 77	45 65	52 72	54 74	59 79	55 75	49 69	4F 6F	50 70	40 7E		OA OA	1B 1B	FC FD	F2 F3
CTRL	41 61	53 73	44 64	46 66	47 67	48 68	4A 6A	4B 6B	4C 6C	3B 2B	3A 2A		OD OD	FE FE	F4 F5
SHIFT	5A 7A	58 78	43 63	56 76	42 63	4E 6E	4D 6D	2C 3C	2E 3E	2F 3F		SHIFT			F6 F7
ENG	HTAB	20 20										REP	THAI		F8 F9

รูป 2.10 ก. แสดงรหัสของคีย์ เมื่อคีย์ควบคุม ENG ถูกกดก่อน

A4 2F	5F 31	2F 32	9F 33	95 34	B6 B7	B4 DB	83 35	84 36	87 37	81 38	89 39	E0 E1	08 08	FA FB	F0 F1
CE 30	BC 22	B1 8D	9D 90	AE 97	AF BD	B3 CA	A2 92	98 CF	A1 8C	99 8F	E2 E3	OA OA	1B 1B	FC FD	F2 F3
CTRL	9E A3	AA 85	80 8E	93 BA	B8 8B	BF CC	BE CB	B0 A8	A9 A7	A6 8A	E9 2E	E4 E5	OD OD	FE FF	F4 F5
SHIFT	9B 28	9A 29	B9 88	AC AD	B2 3F	B5 CD	96 2C	A0 91	BB AB	9C A5	E6 E7	SHIFT			F6 F7
อังกฤษ	HTAB	20 20									E8	REP	ไทย		F8 F9

รูป 2.10 ข. แสดงรหัสของคีย์ เมื่อคีย์ควบคุมไทยถูกกดก่อน

									1D			28			
11	17	05	12	14	19	15	09	OF	10			OA	1B		
	01	13	04	06	07	08	0A	0B	0C				OD		
	1A	18	03	16	02	0E	0D	1C	1E	1F					
	09	20													

รูป 2.10 ค. แสดงรหัสของคีย์ เมื่อคีย์ CTRL ถูกกดพร้อมกับคีย์อื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตาราง 2.1 -แสดงระหัส 8 บิท ของคีย์บอร์ด

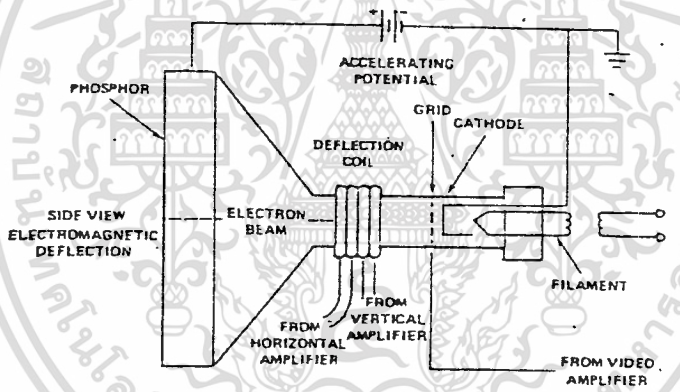
4 บิทบน / 4 บิทล่าง				b_8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
				b_7	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
				b_6	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
				b_5	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
b_4	b_3	b_2	b_1		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	0	0	0	0			SP	0	@	P	`	p	ก	ท	ม	า				
0	0	0	1	1			!	1	A	Q	a	q	ข	ธ	ย	ำ				
0	0	1	0	2			"	2	B	R	b	r	ฃ	น	ร	ิ				
0	0	1	1	3			#	3	C	S	e	s	ค	บ	ฤ	ี				
0	1	0	0	4			$	4	D	T	d	t	ฅ	ป	ล	ึ				
0	1	0	1	5			%	5	E	U	e	u	ฆ	ผ	ฦ	ื				
0	1	1	0	6			&	6	F	V	f	v	ง	ฝ	ว	่				
0	1	1	1	7			'	7	G	W	g	w	จ	พ	ศ	้				
1	0	0	0	8	BS		(	8	H	X	h	x	ฉ	ฟ	ษ	๊				
1	0	0	1	9	HT		)	9	I	Y	i	y	ช	ภ	ส	๋				
1	0	1	0	A	LF		*	:	J	Z	j	z	ซ	ม	ห	์	ฯ			
1	0	1	1	B			+	;	K	[	k	{	ฌ	ย	ฬ	ๆ	+			
1	1	0	0	C		ESC	,	<	L	฿	l	¦	ญ	ฎ	อ	ๅ	๑			
1	1	0	1	D	CR		-	=	M	]	m	}	ฏ	ฑ	ฮ	ฺ	๒			
1	1	1	0	E			.	>	N	^	n	~	ฐ	ฒ	ะ	็	๓			
1	1	1	1	F			/	?	O	_	o		ฯ	ณ	ั	์	๔	,		

บทที่ 3

การออกแบบวงจรควบคุม ซีอาร์ที

3.1 การทำงานของ ซีอาร์ที (CRT : Cathode Ray Table)

เพื่อที่จะให้เข้าใจการออกแบบวงจรควบคุมซีอาร์ที (หรือหลอดภาพ) เราควรจะพิจารณาถึง การทำงานของซีอาร์ทีก่อน ซีอาร์ทีมีโครงสร้างดังรูป 3.1 ภายในซีอาร์ทีจะประกอบไปด้วย ไส้หลอด (Filament) คาโทด (Cathode) กริด (Grid) ขดลวดวงกลมสำหรับหักเหลำอีเล็คตรอน (Deflection coil) และด้านในของจอภาพจะฉาบสารเรืองแสงบางชนิดไว้

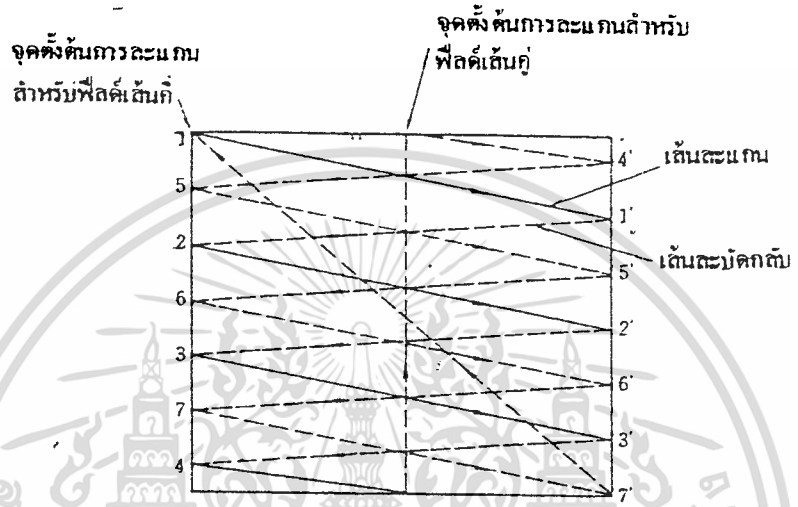


รูป 3.1 แสดงถึงโครงสร้างภายในของ ซีอาร์ที

ในกรณีที่ไม่มีการป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าเส้นลวดวงกลมสำหรับหักเหลำอีเล็คตรอน อีเล็คตรอนที่หลุดออกมาจากคาโทดจะดึงดูดให้วิ่งเป็นเส้นตรง ไปกระทบอาโนด (Anode) หรือจอภาพที่ตรงกลางจอพอดี ซึ่งจอภาพนี้ถูกฉาบไว้ด้วยสารเรืองแสงบางชนิดไว้ เมื่อลำอีเล็คตรอนมาตกกระทบจอภาพจะทำให้เกิดเป็นจุดแสงสว่างออกมา ลำอีเล็คตรอนที่วิ่งมากระทบจอภาพนี้จะถูกควบคุมความสว่างด้วยสัญญาณวิดีโอ (Video) และถ้าเราต้องการให้จุดแสงสว่างนี้เคลื่อนที่ได้ ก็สามารถทำได้โดยป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวดวงกลมสำหรับหักเหลำอีเล็คตรอน ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นมา และสนามแม่เหล็กนี้เองจะมีผลทำให้ลำอีเล็คตรอนเกิดการเบี่ยงเบนหรือเคลื่อนที่ได้ โดยปกติแล้วการเคลื่อนที่ของลำอีเล็คตรอนจะถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ควบคุมให้เคลื่อนที่ไปในจังหวะที่ถูกต้อง ทั้งในแนวนอนและในแนวตั้งของหลอดภาพที่เรียกว่าการสะแกน (Scan) ดังแสดงในรูป 3.2



รูป 3.2 แสดงถึงการสะแกนของลำอีเล็คตรอน

การสะแกนจะเริ่มต้นขึ้นโดยการทำให้จุดสว่างเคลื่อนที่จากซ้ายมือด้านบนของจอไปทางขวามือในแนวนอน ซึ่งเมื่อไปถึงตำแหน่งขวาสุดก็จะถูกเบนต่ำลงเล็กน้อย แล้วก็จะกลับไปตั้งต้นใหม่ทางซ้ายมือเพื่อเคลื่อนที่มาทางขวามือในแนวนอนอีก เป็นอยู่เช่นนี้เรื่อยๆ จนกระทั่งจุดสว่างไปถึงตำแหน่งขวามือข้างล่างสุดของจอภาพก็เป็นอันเสร็จสิ้นการสะแกนภาพนิ่งหนึ่งภาพ ซึ่งเรียกว่าเฟรมหนึ่ง หลังจากนั้นลำอีเล็คตรอนก็จะกลับไปตั้งต้นใหม่ทางด้านซ้ายมือบนสุดของจอหลอดภาพอีก อย่างไรก็ตามเพื่อลดอาถรกระพริบของภาพ การสะแกนภาพนิ่งแต่ละภาพ จึงนิยมจัดทำสองครั้งในแบบของการสะแกนไขว้กัน โดยกำหนดให้ภาพนิ่งหนึ่งเฟรม ประกอบด้วยภาพนิ่งสองฟิลด์ และเริ่มต้นด้วยการสะแกนภาพนิ่งฟิลด์เส้นคี่ก่อน เมื่อเสร็จสิ้นถึงตำแหน่งขวามือล่างสุดของจอหลอดภาพแล้ว จึงกลับไปตั้งต้นใหม่ทางซ้ายมือบนสุดของจอ แล้วเริ่มต้นสะแกนภาพนิ่งฟิลด์เส้นคู่ต่อไปจนถึงตำแหน่งขวามือล่างสุด หลังจากนั้นก็จะเริ่มต้นสะแกนภาพนิ่งอันดับอื่นต่อไปใหม่ ฉนั้นการสะแกนภาพนิ่งหนึ่งภาพหรือหนึ่งเฟรมจึงประกอบด้วยการสะแกนภาพนิ่งด้วยฟิลด์เส้นคี่และการสะแกนภาพนิ่งด้วยฟิลด์เส้นคู่

กระแสไฟฟ้าที่ป้อนเข้าเส้นลวดวงกลมสำหรับหักเหลำอีเล็คตรอนนั้นจะมีลักษณะเป็นกระแสรูปฟันเลื่อย ดังแสดงในรูป 3.3 ซึ่งกระแสรูปฟันเลื่อยนี้จะถูกสร้างด้วยวงจรภายในเครื่องซีอาร์ที โดยอาศัยสัญญาณ Horizontal Sync และ Vertical Sync ที่เราต้องออกแบบสร้างขึ้นมา ดังจะกล่าวในหัวข้อต่อไป สำหรับเครื่องซีอาร์ทีที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นซีอาร์ทีที่ใช้สำหรับแสดงภาพเป็นตัวอักษรโดยเฉพาะ คือไม่ต้องการความละเอียดคมชัดของภาพมากนัก ดังนั้นจึงมีเส้นสะแกน 260 เส้น เพียงพิลด์เดียวต่อภาพนิ่งหนึ่งภาพ และภาพนิ่งแต่ละภาพจะเกิดขึ้นภายในระยะเวลา 1/60 วินาที ดังนั้นความถี่ของกระแสรูปฟันเลื่อยที่ใช้สำหรับการหักเหลำอีเล็คตรอนในแนวนอนนั้น จะมีค่าเท่ากับ (260+เวลาที่ใช้ในการสะบัดกลับในแนวตั้ง)x 60 ซึ่งเวลาที่ใช้ในการสะบัดกลับในแนวตั้งมีค่าเท่ากับ 3 เท่าของเวลาที่ใช้ในการสะแกนของลำอีเล็คตรอนในแนวนอน เพราะฉนั้นความถี่เท่ากับ (260+3)x60 = 15780 เฮิทซ์ ส่วนความถี่ของกระแสรูปฟันเลื่อยที่ใช้สำหรับหักเหลำอีเล็คตรอนในแนวตั้งจากบนสุดมาล่างสุดของจอซึ่งใช้เวลา 1/60 วินาทีนั้นจะมีค่าเท่ากับ 60 เฮิทซ์

กระแสรูปฟันเลื่อยสำหรับวงจรของการหักเหทางแนวนอน

กระแสรูปฟันเลื่อยสำหรับวงจรของการหักเหทางแนวตั้ง

ความถี่ = 15780 H_Z

T= ระยะเวลาครบรอบ $= T_S + T_R$

T_S= ระยะเวลาที่มีเส้นสะแกน

T_R= ระยะเวลาที่มีเส้นสะบัดกลับ

ความถี่ = 60 H_Z

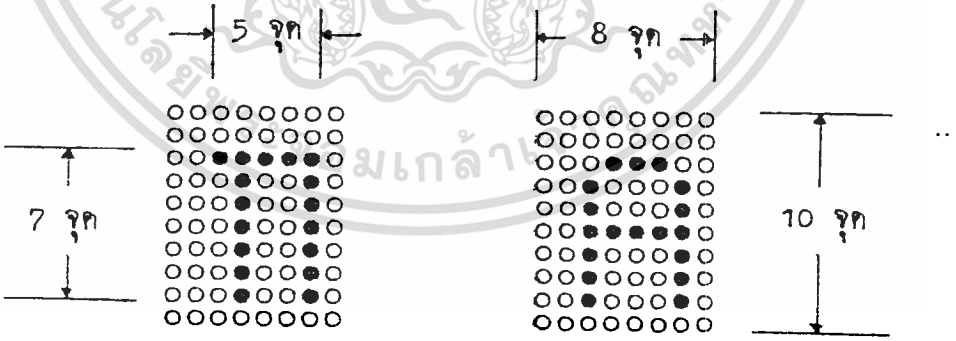
รูป 3.3 แสดงกระแสรูปฟันเลื่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

3.2 รูปแบบของการแสดงภาพเป็นตัวอักษร

จากหัวข้อ 3.1 จะเห็นได้ว่าภาพที่ปรากฏบนจอภาพนั้นเกิดจากการสะแกนของลำอีเล็คตรอนในแนวนอน และในแนวตั้ง ซึ่งถ้าพิจารณาให้ดีแล้วภาพนั้นประกอบขึ้นจากเส้นแสงสว่างเล็ก ๆ ในแนวนอนวางเรียงกันแบบขนาน จากบนสุดของจอภาพลงมาถึงล่างสุดของจอภาพ จำนวนทั้งหมด 260 เส้น และเส้นแสงสว่างเล็ก ๆ ในแนวนอนแต่ละเส้นนั้นเกิดจากการเคลื่อนที่ของจุดแสงสว่าง (จุดแสงสว่างเกิดจากการที่ลำอีเล็คตรอนวิ่งมากระทบจอภาพ) ในแนวนอน ซึ่งเราสามารถควบคุมจุดแสงสว่างนี้ ให้สว่างหรือให้มืดได้ด้วยสัญญาณวิดีโอที่เราจำเป็นต้องออกแบบสร้างสัญญาณนี้ขึ้นมา ดังนั้นบนจอภาพถ้าเราสามารถควบคุมจุดแสงสว่างในเส้นแสงสว่างแต่ละเส้นได้ ว่าจะให้จุดไหนสว่างจุดไหนดับ เราก็จะได้เป็นรูปภาพต่าง ๆ ออกมา

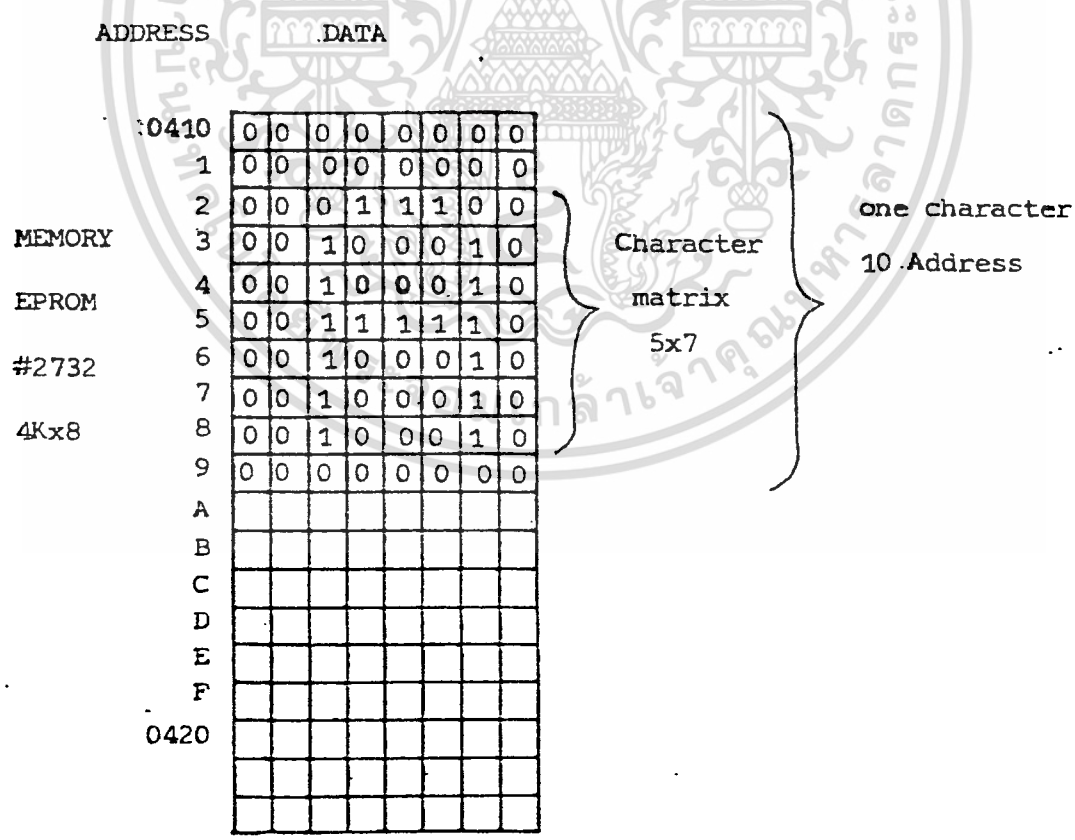
จากหลักการอันนี้เองเรานำมาใช้กับการแสดงภาพเป็นตัวอักษร โดยเรากำหนดรูปแบบของตัวอักษรขึ้นมาก่อน ตัวอย่างเช่น ตัวอักษร ก หรือ A ดังแสดงในรูป 3.4



รูป 3.4 แสดงตัวอย่างรูปแบบของตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

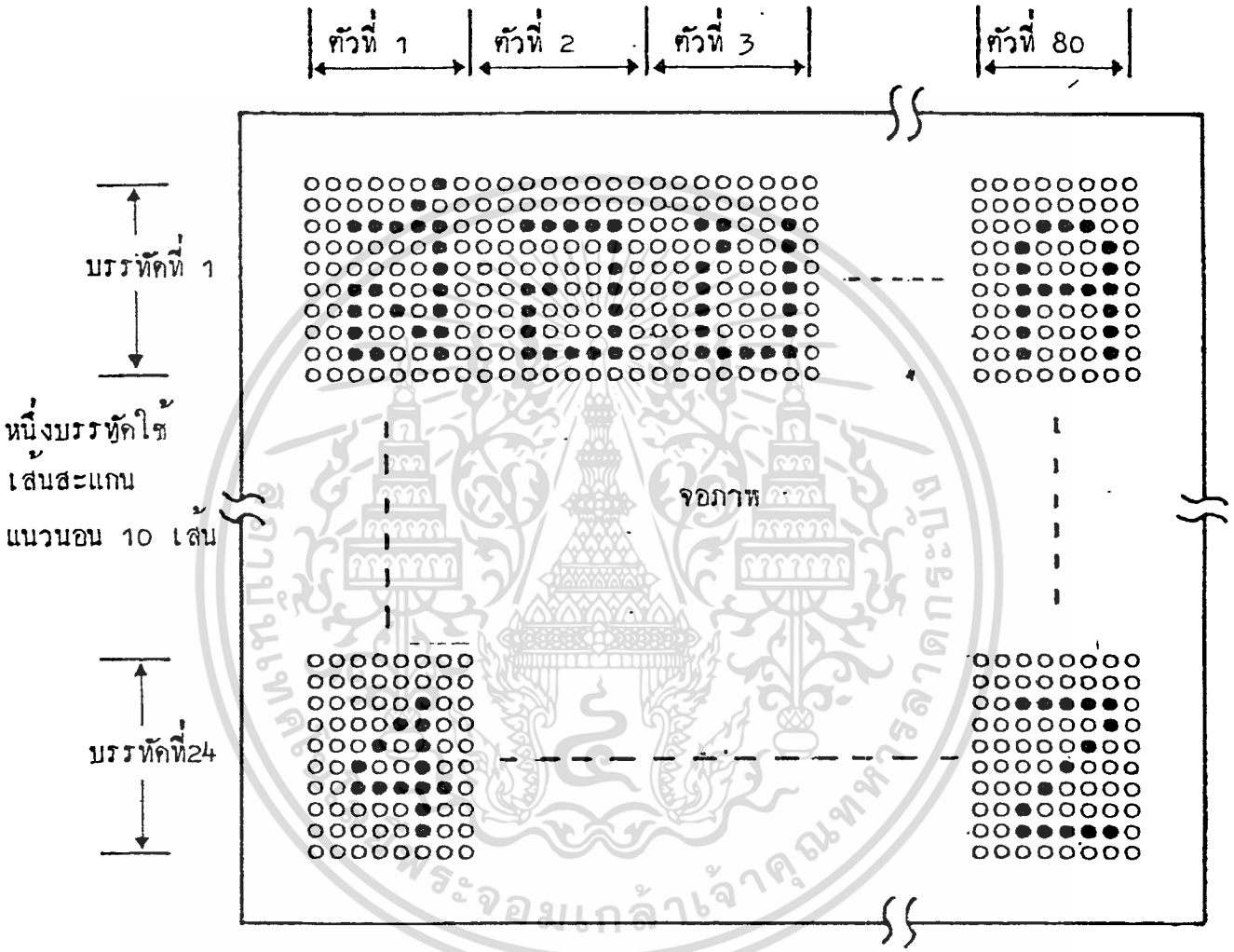
รูปแบบของตัวอักษรนั้นจะอยู่ในรูปของ dot matrix ไม่ว่าจะ matrix ขนาด 5x7 หรือ 7x9 หรือขนาดเท่าใดก็ตามขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบรูปของตัวอักษร สำหรับในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ออกแบบไว้สำหรับตัวอักษรจริงทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ส่วนใหญ่จะมีขนาด 5x7 dot matrix แต่จะมีตัวอักษรบางตัวที่ขนาดของ matrix นี้เปลี่ยนไปไม่ใช่ 5x7 dot matrix อย่างไรก็ตามตัวอักษรทั้งหมดนี้จะอยู่ภายในกรอบ matrix ขนาด 8x10 dot matrix รูปแบบของตัวอักษรทั้งหมด ดังแสดงในภาคผนวก และเราโปรแกรมรูปแบบของตัวอักษรทั้งหมดนี้ลงในไอซีหน่วยความจำชนิด EPROM เบอร์ 2732 (4Kx8 บิท) ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า ไอซีกำเนิดตัวอักษร (Character Generator) ตัวอักษรหนึ่งตัวใช้เนื้อที่ของหน่วยความจำ 10 ตำแหน่ง ในแต่ละตำแหน่งมีขนาด 8 บิท ในส่วนของตัวอักษรที่ต้องการให้สว่างจะโปรแกรม "1" ลงไปในบิทนั้น และในส่วนของตัวอักษรที่ไม่ต้องการให้สว่างจะโปรแกรม "0" ลงไปในบิทนั้น ตัวอย่างเช่น ตัวอักษร A ดังแสดงในรูป 3.5



รูป 3.5 แสดงตัวอย่างการโปรแกรมรูปแบบของตัวอักษรลงในหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เมื่อได้รูปแบบของตัวอักษรที่แน่นอนแล้ว เราต้องการให้ตัวอักษรเหล่านี้ไปปรากฏบนจอภาพ ตัวอักษรที่ปรากฏบนจอภาพ ดังแสดงในรูป 3.6

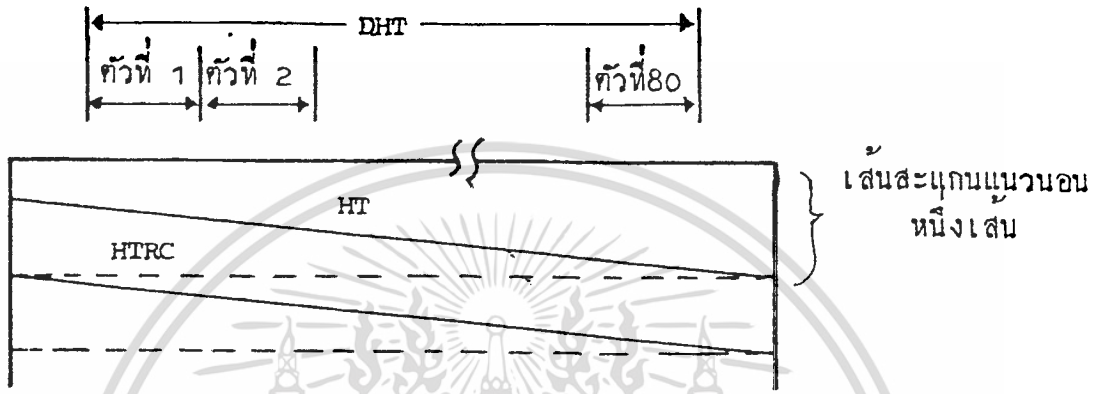


รูป 3.6 แสดงตัวอย่างการแสดงภาพเป็นตัวอักษร

จากรูปจะเห็นได้ชัดว่าการแสดงภาพเป็นตัวอักษรทางจอภาพนั้น ตัวอักษร 1 บรรทัดต้องใช้เส้นสะแกนถึง 10 เส้น เนื่องจากซีอาร์ทีที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีเส้นสะแกนในแนวนอนเพียง 260 เส้น ดังนั้นจึงสามารถแสดงตัวอักษรได้เต็มที่ถึง 26 บรรทัด แต่เพื่อความสวยงามให้ภาพตัวอักษรนี้อยู่เต็มจอพอดีจึงเลือกใช้เส้นสะแกนเพียง 240 เส้น แสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอักษรได้ 24 บรรทัด และในเส้นสะแกนแต่ละเส้นจะเห็นได้ว่าถูกแบ่งออกเป็นส่วน ๆ เท่า ๆ กัน ตัวอักษร 1 ตัวใช้ 8 ส่วน ฉนั้นสัญญาณเส้นสะแกน 1 เส้น จะมีรูปร่างสัญญาณดังแสดงในรูป 3.7



รูป 3.7 แสดงสัญญาณเส้นสะแกน 1 เส้น

3.3 การคำนวณหาค่าเวลาต่าง ๆ

จากการสะแกนของลำอีเล็คตรอน 1 เฟรม ของซีอาร์ทีที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตามหัวข้อ 3.1 จะเห็นได้ว่า

$$\text{Total Screen Time} = N(HT+HRTC)+ VRTC-HRTC \quad \ldots\ldots\ldots (3.1)$$

Total Screen Time : เวลาที่ใช้ในการสะแกนของลำอีเล็คตรอน 1 เฟรม

N : จำนวนเส้นสะแกนในแนวนอน

HT : Horizontal Scan Time หรือเวลาที่ใช้ในการสะแกนของลำอีเล็คตรอน 1 เส้นจากซ้ายสุดของจอภาพไปขวาสุดของจอภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

HRTC : Horizontal Blanking Time หรือเวลาที่ใช้ในการสะบัดกลับของลำอีเล็คตรอน 1 เส้น จากขวาสุดของจอภาพไปซ้ายสุดของจอภาพ

VRTC : Vertical Blanking Time หรือเวลาที่ใช้ในการสะบัดกลับของลำอีเล็คตรอนจากส่วนล่างสุดของจอภาพ

และจากข้อกำหนดของซีอาร์ที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

3.3.1 มีการแสดงภาพนิ่ง 60 ภาพต่อวินาที หรือมีการสะแกนของลำอีเล็คตรอน 60 รอบต่อวินาที

ดังนั้น

$$\text{Total Screen Time} = \frac{1}{60} \text{ วินาที}$$

$$= 0.01667 \text{ วินาที} \quad \ldots\ldots\ldots (3.2)$$

3.3.2 เวลาที่ใช้ในการสะบัดกลับของลำอีเล็คตรอนในแนวตั้งจากส่วนล่างสุดของจอไปส่วนบนสุดของจอมีค่าเท่ากับ 3 เท่า ของ (HT+HRTC)

ดังนั้น

$$\text{VRTC} = 3(\text{HT} + \text{HRTC}) \quad \ldots\ldots\ldots (3.3)$$

3.3.3 เวลาที่ใช้ในการสะบัดกลับของลำอีเล็คตรอนในแนวนอนจากขวาสุดของจอภาพไปทางด้านซ้ายสุดของจอภาพมีค่าเท่ากับ 4.7 ไมโครวินาที

ดังนั้น

$$\text{HRTC} = 4.7 \text{ ไมโครวินาที} \quad \ldots\ldots\ldots (3.4)$$

3.3.4 จำนวนเส้นสะแกนของลำอีเล็คตรอนในแนวนอนเท่ากับ 260 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ดังนั้น

$$N = 260 \text{ เส้น} \quad \ldots\ldots\ldots (3.5)$$

นำสมการ 3.2,3.3,3.4,3.5 แทนลงในสมการ 3.1 จะได้

$$0.01667 = 260(HT+4.7\times10^{-6})+3(HT+4.7\times10^{-6})-4.7\times10^{6}$$

$$0.0166653=263(HT+4.7\times10^{-6})$$

$$\therefore \quad HT = \frac{0.0166653}{263} - 4.7\times10^{-6}$$

$$HT = 58.7 \text{ ไมโครวินาที} \quad \ldots\ldots\ldots (3.6)$$

3.3.5 การสะแกนของลำอีเล็คตรอนในแนวนอนจากซ้ายสุดของจอภาพไปขวาสุดของจอภาพนั้น เพื่อที่จะให้ได้ภาพออกมาไม่ชิดจอภาพด้างข้างมากนัก ดังนั้นกำหนดไว้ว่าจากซ้ายสุดของจอภาพ เว้นว่างไว้ 8 ไมโครวินาที และจากขวาสุดของจอภาพเข้ามาทางซ้ายมือเว้นว่างไว้ 4.6 ไมโครวินาที

ดังนั้น

$$DHT = HT-8-4.6$$

$$= 58.7-8-4.6$$

$$\therefore \quad = 46.1 \text{ ไมโครวินาที} \quad \ldots\ldots\ldots (3.7)$$

DHT : ระยะเวลาที่ใช้ในการแสดงภาพ 1 เส้นสะแกน

3.3.6 การสะแกนของลำอีเล็คตรอนในแนวนอนจากบนสุดของจอภาพมาล่างสุดของจอภาพนั้น เพื่อที่จะให้ได้ภาพออกมาไม่ชิดจอภาพด้านบนและด้านล่างมากนัก ดังนั้นกำหนดไว้ว่าจากบนสุดจะเว้นว่างไว้ 17 เส้นสะแกน และจากล่างสุดจะเว้นว่างไว้ 3 เส้นสะแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ดังนั้น

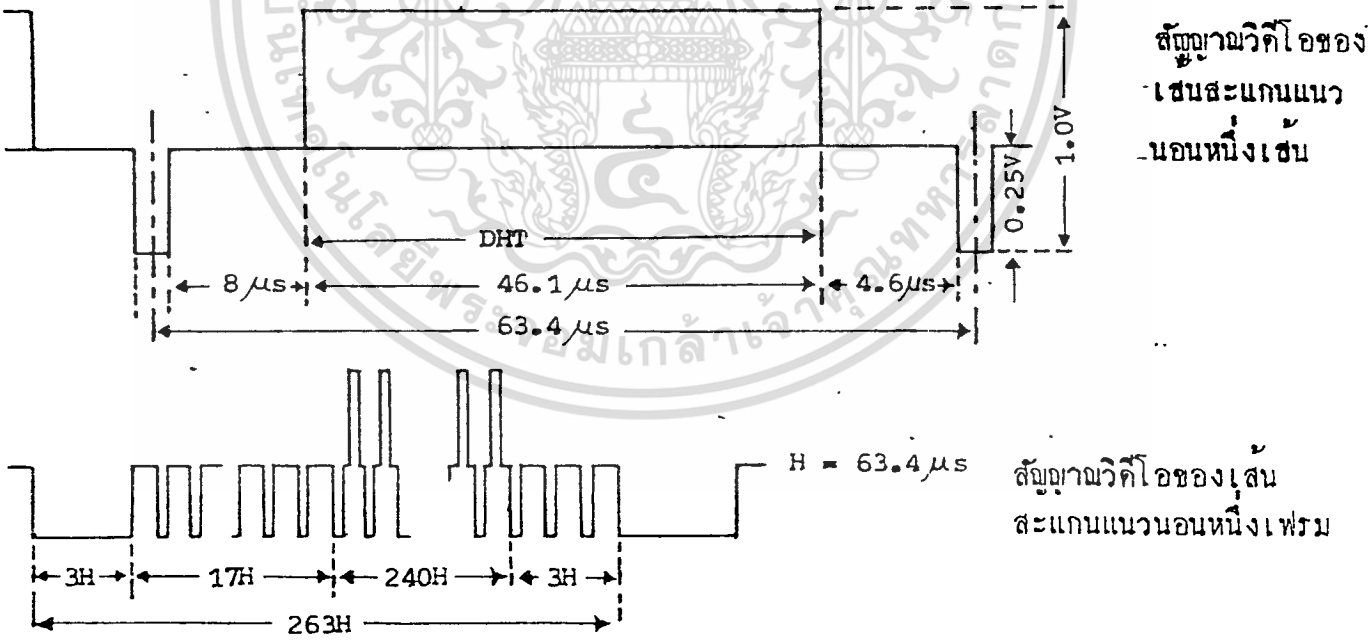
$$VHT = N - 17 - 3$$

$$= 260 - 20$$

$$\therefore VHT = 240 \text{ เส้น} \quad \text{.....} (3.8)$$

VHT : จำนวนเส้นสะแกนของลำอีเล็คตรอนในแนวนอนที่สามารถแสดงภาพออกมาที่จอภาพได้

จากข้อกำหนดของซีอาร์ทีนี้และจากการคำนวณหาค่าเวลาต่าง ๆ นี้จะได้รูปร่างและเวลาของสัญญาณวิดีโอ ดังแสดงในรูป 3.8



รูป 3.8 แสดงรูปร่างและเวลาของสัญญาณวิดีโอ

จากรูป 3.8 จะเห็นได้ชัดว่า DHT = 46.1 ไมโครวินาที และในช่วงนี้ต้องการแสดง 80 ตัวอักษร ดังนั้น 1 ตัวอักษรใช้เวลาเท่ากับ $\frac{46.1}{80}$ = 0.57625 ไมโครวินาที และเนื่องจากรูปแบบของตัวอักษรนั้นเรากำหนดไว้ว่าเป็น dot matrix อยู่ในกรอบ 8 x 10 ขนาด

ดังนั้น

$$\text{Dot Clock Frequency} = \frac{1}{(\frac{HT}{80})/8}$$

$$= \frac{80x8}{DHT}$$

$$= \frac{80x8}{46.1}$$

$$= 13.88x10^{6} \text{ เฮิทซ์} \quad \ldots\ldots\ldots (3.9)$$

จากสมการ 3.8 และจากรูปแบบของตัวอักษรเป็น dot matrix ขนาด 8 x 10 จะได้ว่า

$$\text{จำนวนบรรทัดของตัวอักษร} = \frac{VHT}{\text{ความสูงของตัวอักษร}}$$

$$= \frac{240}{10}$$

$$= 24 \text{ บรรทัด} \quad \ldots\ldots\ldots (3.10)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

3.4 การออกแบบวงจร

จากหัวข้อที่ผ่านมาเราออกแบบไว้ให้ซีอาร์ทีสามารถแสดงผลออกมาเป็นตัวอักษรได้ 80 ตัวอักษรต่อหนึ่งบรรทัด และมี 24 บรรทัด ดังนั้นจำนวนตัวอักษรทั้งหมดที่สามารถแสดงผลออกมาทางซีอาร์ทีได้เท่ากับ 1920 ตัวอักษร (80x24) ในการกำหนดตำแหน่งของตัวอักษรต่าง ๆ บนซีอาร์ทีนั้น ใช้หน่วยความจำ (RAM) 1 แอดเดรส สำหรับกำหนดตำแหน่งของตัวอักษร 1 ตัวบนซีอาร์ที และหน่วยความจำนี้จะเก็บรหัส ASCII 8 บิท ของตัวอักษรที่ต้องการแสดงภาพที่ตำแหน่งนั้น เนื่องจากจำนวนตัวอักษรทั้งหมดมี 1920 ตัวอักษรสำหรับ 1 ภาพ ดังนั้นต้องใช้หน่วยความจำทั้งหมด 1920 แอดเดรส แต่สำหรับในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ออกแบบให้มีหน่วยความจำสำรองเพิ่มอีก 1 หน้า (Page) จึงใช้หน่วยความจำถึง 3840 แอดเดรส (1920x2)

วงจรที่ออกแบบมานั้นมีบล็อคไดอะแกรม ดังแสดงในรูป 3.9 โดยปกติแล้วข้อมูลในหน่วยความจำจะถูกอ่านไปแสดงผลเป็นตัวอักษรอยู่ตลอดเวลาด้วยวงจรควบคุมเวลา (Timing Control Circuit) โดยมี

$CC_0 - CC_6$: เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของตัวอักษรในแต่ละบรรทัดว่าอยู่ในตำแหน่งที่เท่าใด (1-80)

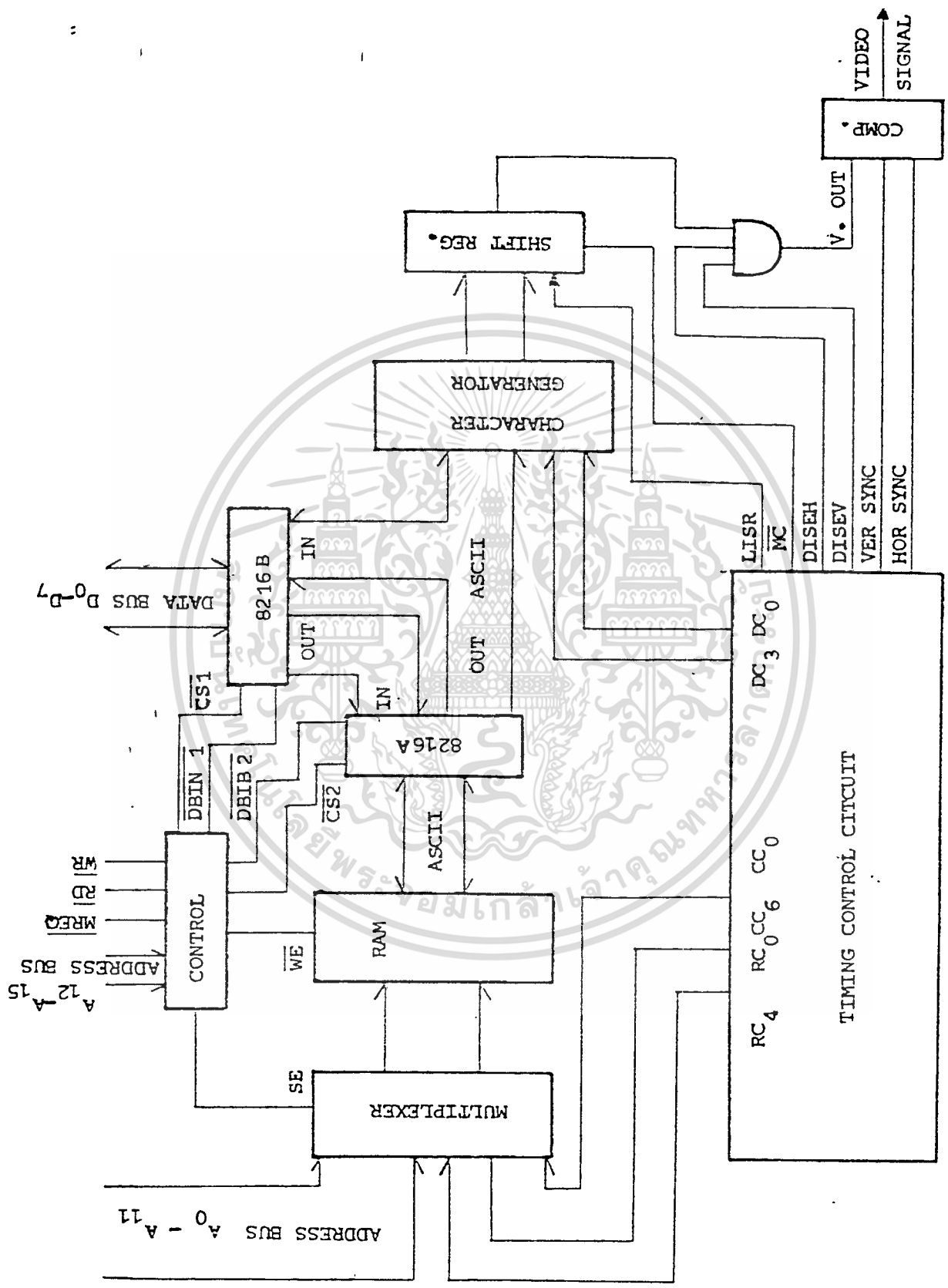
$RC_0 - RC_4$: เป็นตัวกำหนดบรรทัดของตัวอักษรว่าอยู่บรรทัดที่เท่าใด (1-24)

$DC_0 - DC_3$: เป็นตัวกำหนดแถวของจุดในตัวอักษร 1 บรรทัด ถูกส่งไปเป็นแอดเดรสส่วนล่างของไอซีกำเนิดตัวอักษร

LISR : เป็นสัญญาณใช้สำหรับนำข้อมูลจากไอซีกำเนิดตัวอักษรเข้าสู่ชิฟรีจิสเตอร์

$\overline{MC}$: เป็นสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ชิฟข้อมูลจากชิฟรีจิสเตอร์ส่งออกไปเป็นแบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูป 3.9 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรควบคุมตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

DISEH : เป็นสัญญาณที่ใช้ตัดเส้นสะแกนส่วนบนสุดและล่างสุดของซีอาร์ที ออกให้เหลือเส้นสะแกนเพียง 240 เส้น

DISEV : เป็นสัญญาณที่ใช้ตัดสัญญาณภาพทางด้านซ้ายสุดและขวาสุดบน เส้นสะแกนออก เพื่อไม่ให้ภาพออกมาอยู่ชิดจอภาพมากเกินไป

HOR SYNC : เป็นสัญญาณ Horizontal Sync

VER SYNC : เป็นสัญญาณ Vertical Sync

การทำงานของวงจรในรูป 3.9 ตามปกติเริ่มจากกำหนดตำแหน่งของตัวอักษร จากตำแหน่งที่ 1 ของบรรทัดที่ 1 โดยการกำหนดค่า CC, RC และ DC เป็น

$$CC_6\ CC_5\ CC_4\ CC_3\ CC_2\ CC_1\ CC_0 = 0000000$$

$$RC_4\ RC_3\ RC_2\ RC_1\ RC_0 = 00000$$

$$DC_3\ DC_2\ DC_1\ DC_0 = 0000$$

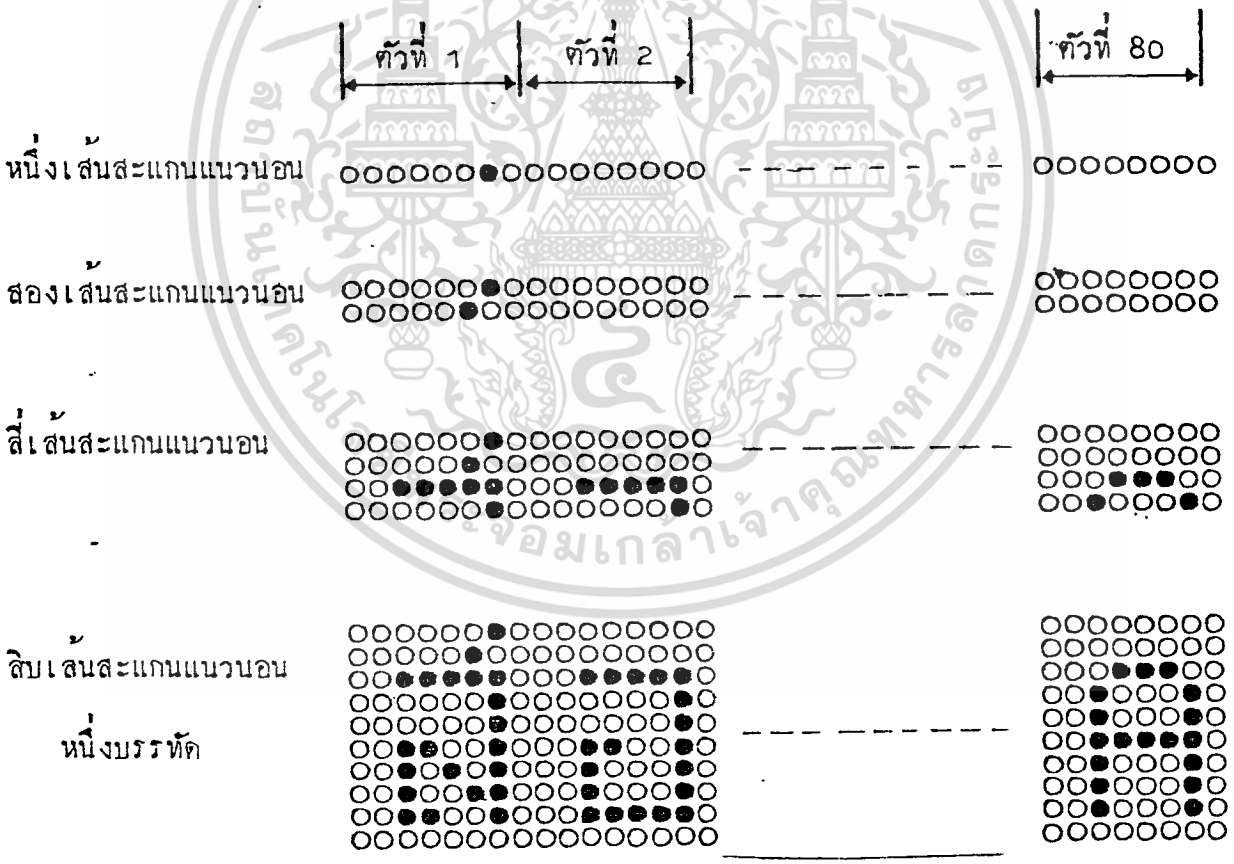
CC และ RC นี้ถูกส่งไปเป็นแอดเดรสของหน่วยความจำ อ่านข้อมูลที่เป็นระหัส ASCII ของตัวอักษรส่งเข้าไปเป็นแอดเดรสของไอซีกำเนิดตัวอักษร หลังจากนั้นข้อมูลในไอซีกำเนิดตัวอักษร 8 บิท ถูกส่งไปเข้าชิฟรีจิสเตอร์แล้วทำการชิฟข้อมูลในชิฟรีจิสเตอร์ส่งออกแบบอนุกรมเป็นสัญญาณภาพ สัญญาณภาพนี้จะถูกรวมเข้ากับสัญญาณ Horizontal Sync และ Vertical Sync เป็นสัญญาณวิดีโอ ส่งเข้าซีอาร์ทีต่อไป

ต่อจากนั้น ตำแหน่งของตัวอักษร (CC) ในบรรทัดที่ 1 นี้จะเพิ่มค่าขึ้นทีละ 1 ส่วน ค่าอื่นยังคงเดิมแล้วทำงานซ้ำเหมือนเดิมอีก จนกระทั่งตำแหน่งของตัวอักษร (CC) มาถึงตำแหน่งที่ 80 แล้วจะเริ่มต้นใหม่อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โดย CC นี้จะถูกเพิ่มขึ้นทีละ 1 ส่วน ค่าอื่นยังคงเดิม จนกระทั่งตำแหน่งของตัวอักษร (CC) มาถึงที่ตำแหน่งที่ 80 อีก ก็จะเพิ่ม DC ขึ้น 1 แล้วตั้งต้นใหม่อีก จะทำซ้ำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่ง DC มีค่าเท่ากับ $(1001)_2$ แล้วเป็นอันว่าที่ซีอาร์ทีได้ภาพตัวอักษร 1 บรรทัดแล้ว ดังแสดงในรูป 3.10 หลังจากนั้นค่าของ RC จะถูกเพิ่มขึ้น 1 หมายถึงว่าต่อไปจะเป็นการแสดงภาพบรรทัดที่สอง แล้วก็จะกระทำซ้ำเหมือนกับการแสดงภาพบรรทัดแรกอีก ซึ่งทั้งหมดนี้จะกระทำซ้ำ ๆ กันจนกระทั่งครบ 24 บรรทัด

ส่วนวงจรรวมสัญญาณ (COMP.) ดังแสดงในรูป 3.13



รูปที่ 3.10 แสดงเส้นสะแกนแนวนอนสิบเส้น

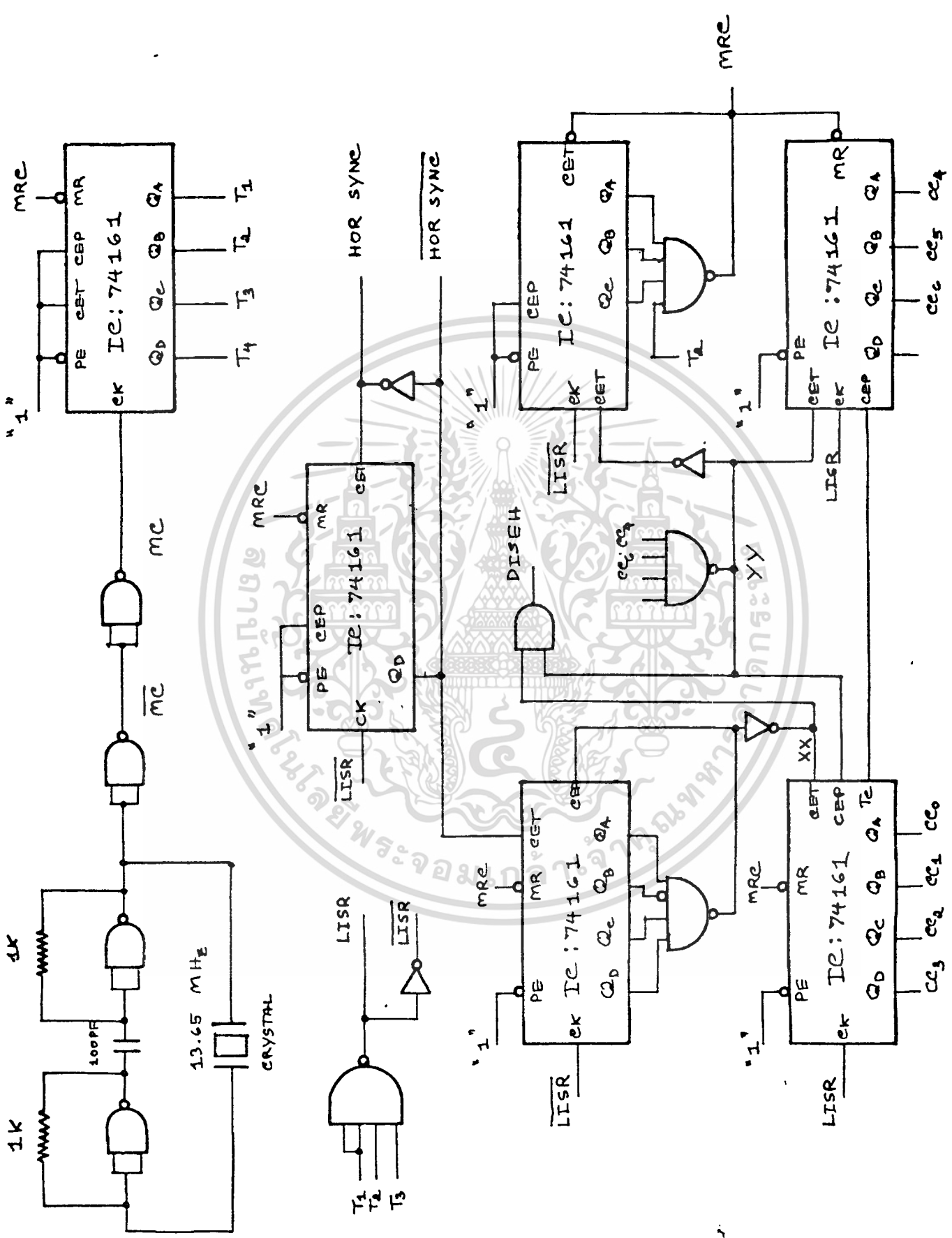
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ส่วนวงจร Timing Control นั้นใช้ Crystal 13.65 MH_z เป็นตัวกำเนิดความถี่พื้นฐานของวงจร หลังจากนั้นนำความถี่พื้นฐานป้อนเข้าสู่วงจรหาร เพื่อสร้างสัญญาณต่าง ๆ ดังนี้

- LISR : Load Input Into Shift Register ใช้สำหรับนำข้อมูลจากไอซีตัวกำเนิดอักษรเข้าสู่ชิฟรีจิสเตอร์
- $\overline{MC}$: Master Clock ใช้สำหรับเลื่อนข้อมูลในชิฟรีจิสเตอร์ออกไปเป็นสัญญาณวิดีโอ
- DISEH : Display Enable Area For Horizontal ใช้สำหรับตัดสัญญาณวิดีโอบางส่วนออกเพื่อไม่ให้ภาพอยู่ชิดจอภาพทางด้านซ้ายและขวามากเกินไป
- DISEV : Display Enable Area For Vertical ใช้สำหรับตัดสัญญาณวิดีโอบางส่วนออก เพื่อไม่ให้ภาพอยู่ชิดจอภาพด้านบนและด้านล่างมากเกินไป
- VER SYNC : Vertical Sync
- HOR SYNC : Horizontal Sync
- DC_0-DC_3 : Dot Row Count ใช้สำหรับเป็นแอดเดรส 4 บิทล่างของไอซีตัวกำเนิดอักษร เพื่อนับจำนวนแถวของจุดในหนึ่งแถวของตัวอักษร โดยนับ 0 ถึง 9
- CC_0-CC_6 : Character Column Count ใช้สำหรับเป็นแอดเดรสของ RAM เพื่อนับจำนวนตัวอักษรในแถวนั้น ๆ โดยนับจาก 0 ถึง 79
- RC_0-RC_4 : Character Row Count ใช้สำหรับเป็นแอดเดรสของ RAM เพื่อนับจำนวนแถวของตัวอักษรในจอภาพ โดยนับจาก 0 ถึง 23

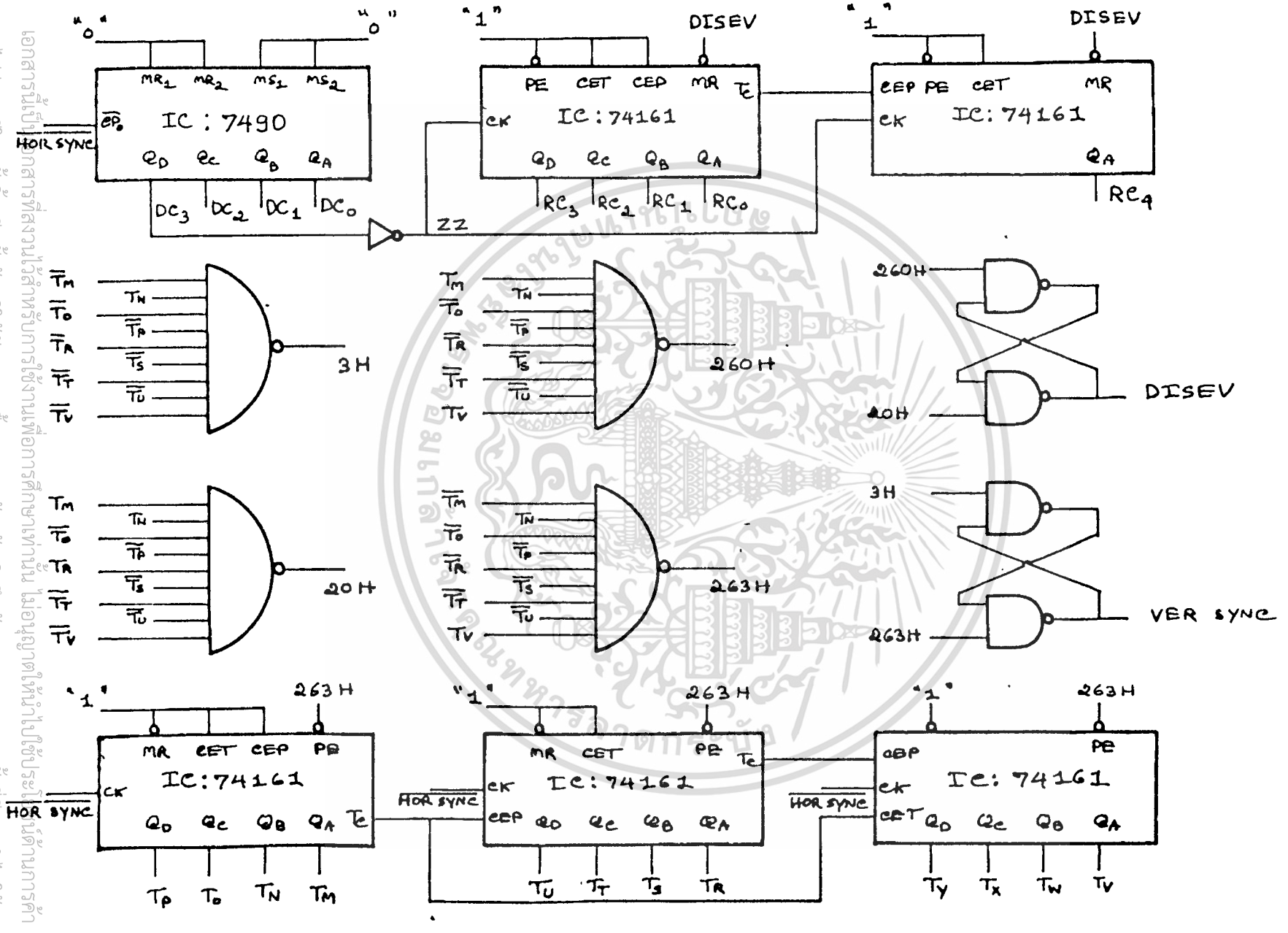
วงจร Timing Control แสดงในรูป 2.11 และมีตารางเวลาแสดงการทำงานของวงจร Timing Control ดังแสดงในรูป 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

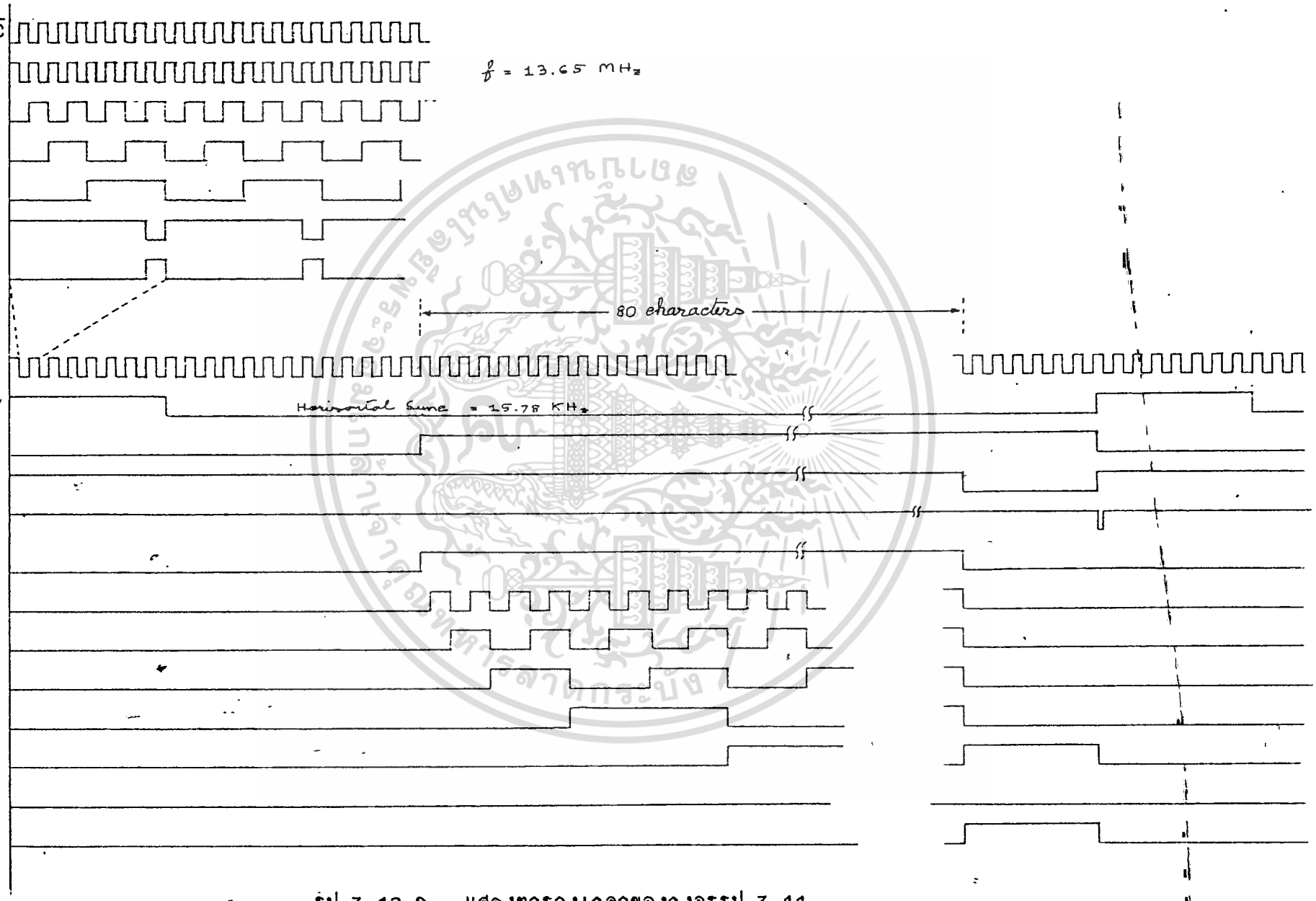


รูป 3.11 ก. แสดงวงจร Timing Control

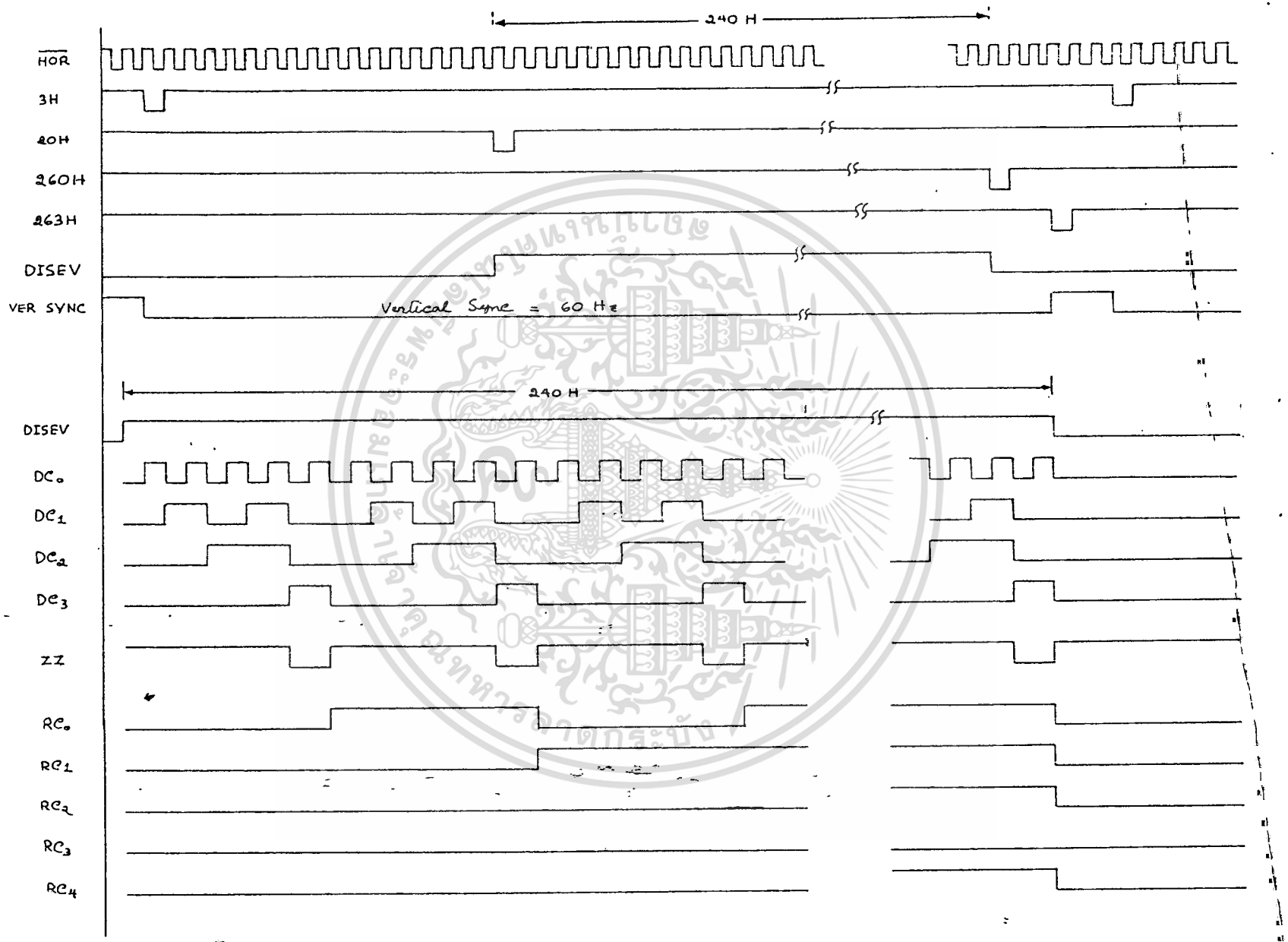
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



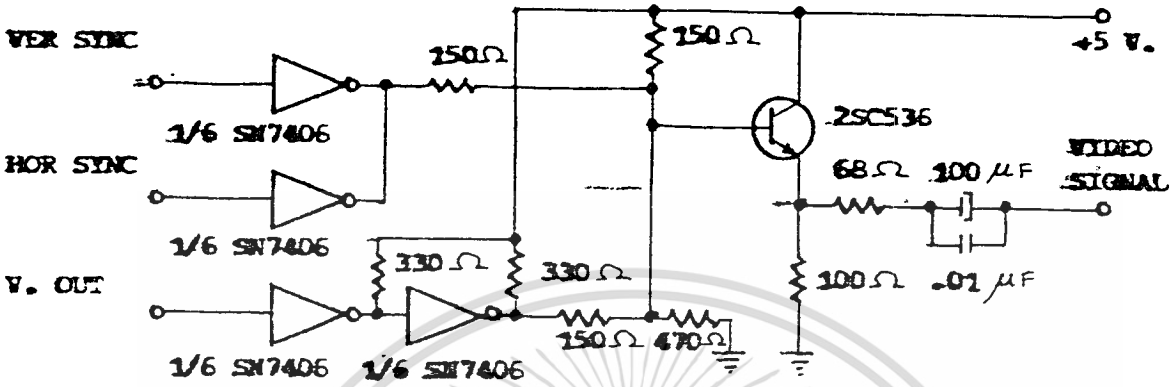
รูป 3.11 ข. แสดงวงจร Timing Control



รูป 3.12 ก.- แสดงตารางเวลาของวงจรรูป 3.11



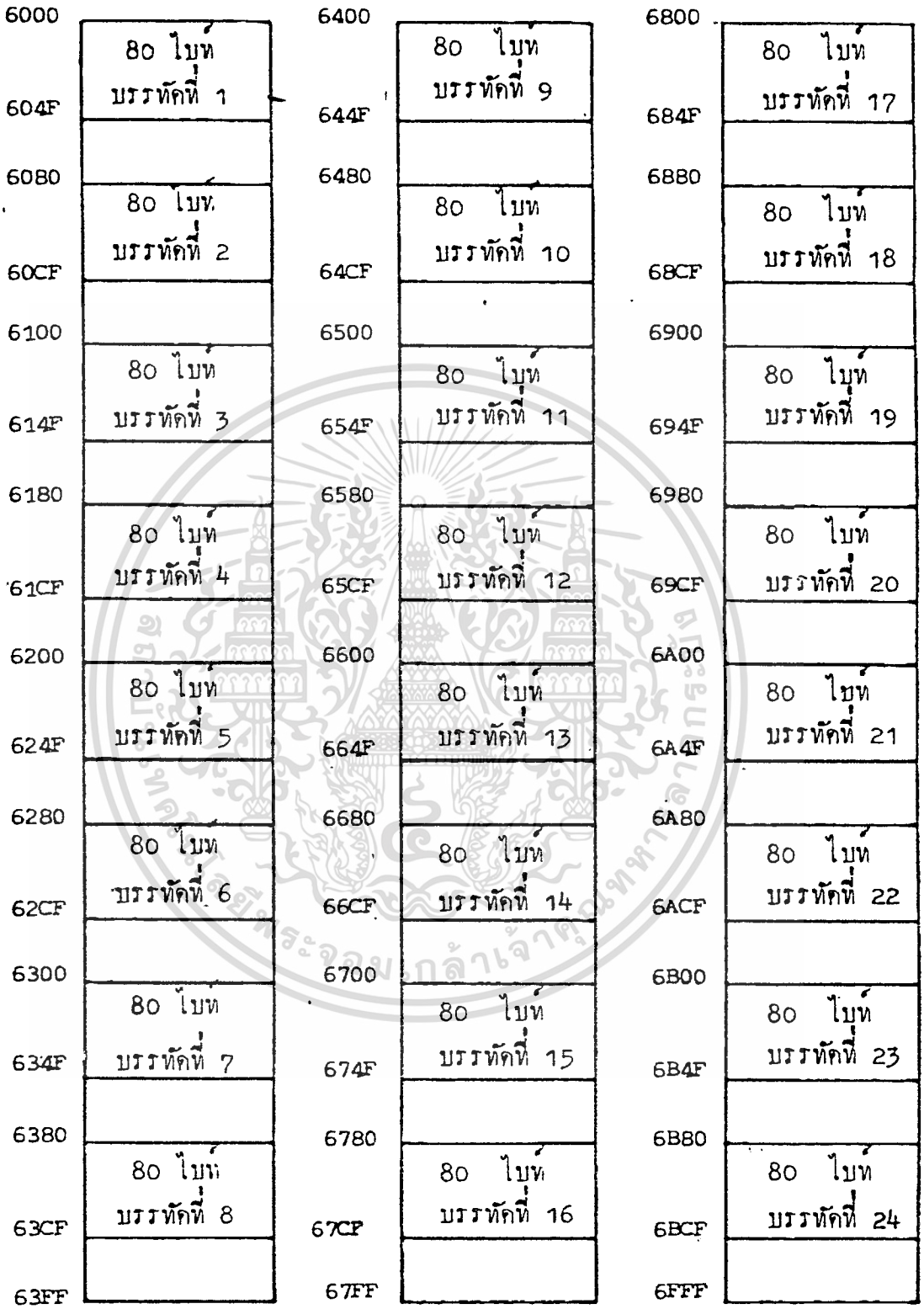
รูป 3.12 ข. แสดงตารางเวลาของวงจรรูป 3.11



รูป 3.13 แสดงวงจรรวมสัญญาณ

3.5 การจัดหน่วยความจำของซีอาร์ที

จากหัวข้อ 3.4 จะเห็นได้ว่าแอดเดรสของหน่วยความจำ RAM นั้นต้องใช้ถึง 12 เส้นคือ CC_0 ถึง CC_6 จำนวน 7 เส้น และ RC_0 ถึง RC_4 อีก 5 เส้น ดังนั้นต้องใช้หน่วยความจำ RAM ขนาด 4Kx8 บิท แต่หน่วยความจำส่วนที่ใช้สำหรับแสดงผลทางจอภาพนั้นใช้เพียง 1920 ไบท์ (80x24) เท่านั้น ดังนั้นจึงมีส่วนอื่น ๆ ของหน่วยความจำว่างอยู่ จากนี้เองจึงออกแบบนำเอาส่วนของหน่วยความจำที่ว่างอยู่นี้ ใช้สำหรับเก็บหน้า 2 ของจอภาพ โดยใช้เทคนิคทางซอร์ฟแวร์เข้าช่วย ซึ่งซอร์ฟแวร์นี้ส่วนใหญ่แล้วก็จะเกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายกลุ่มของข้อมูลในหน่วยความจำนั่นเอง การจัดหน่วยความจำในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จัดไว้เริ่มต้นที่แอดเดรส 6000 ดังแสดงในรูป 3.14



รูป 3.14 ก แสดงการจัดหน่วยความจำหน้าหนึ่งของซีอาร์ที

บรรทัดที่ 1	แอดเดรส	6050 – 607F , 6C00 – 6C1F	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 2	แอดเดรส	60D0 – 60FF , 6C20 – 6C3F	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 3	แอดเดรส	6150 – 617F , 6C40 – 6C5F	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 4	แอดเดรส	61D0 – 61FF , 6C60 – 6C7F	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 5	แอดเดรส	6250 – 627F , 6C80 – 6C9F	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 6	แอดเดรส	62D0 – 62FF , 6CA0 – 6CBF	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 7	แอดเดรส	6350 – 637F , 6CC0 – 6CDF	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 8	แอดเดรส	63D0 – 63FF , 6CE0 – 6CFF	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 9	แอดเดรส	6450 – 647F , 6D00 – 6D1F	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 10	แอดเดรส	64D0 – 64FF , 6D20 – 6D3F	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 11	แอดเดรส	6550 – 657F , 6D40 – 6D5F	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 12	แอดเดรส	65D0 – 65FF , 6D60 – 6D7F	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 13	แอดเดรส	6650 – 667F , 6D80 – 6D9F	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 14	แอดเดรส	66D0 – 66FF , 6DA0 – 6DBF	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 15	แอดเดรส	6750 – 677F , 6DC0 – 6DDF	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 16	แอดเดรส	67D0 – 67FF , 6DE0 – 6DFF	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 17	แอดเดรส	6850 – 687F , 6E00 – 6E1F	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 18	แอดเดรส	68D0 – 68FF , 6E20 – 6E3F	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 19	แอดเดรส	6950 – 697F , 6E40 – 6E5F	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 20	แอดเดรส	69D0 – 69FF , 6E60 – 6E7F	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 21	แอดเดรส	6A50 – 6A7F , 6E80 – 6E9F	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 22	แอดเดรส	6AD0 – 6AFF , 6EA0 – 6EBF	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 23	แอดเดรส	6B50 – 6B7F , 6EC0 – 6EDF	จำนวน 80 ไบท์
บรรทัดที่ 24	แอดเดรส	6BD0 – 6BFF , 6EE0 – 6EFF	จำนวน 80 ไบท์

รูป 3.14 ข แสดงการจัดหน่วยความจำหน้าสองของซีอาร์ที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

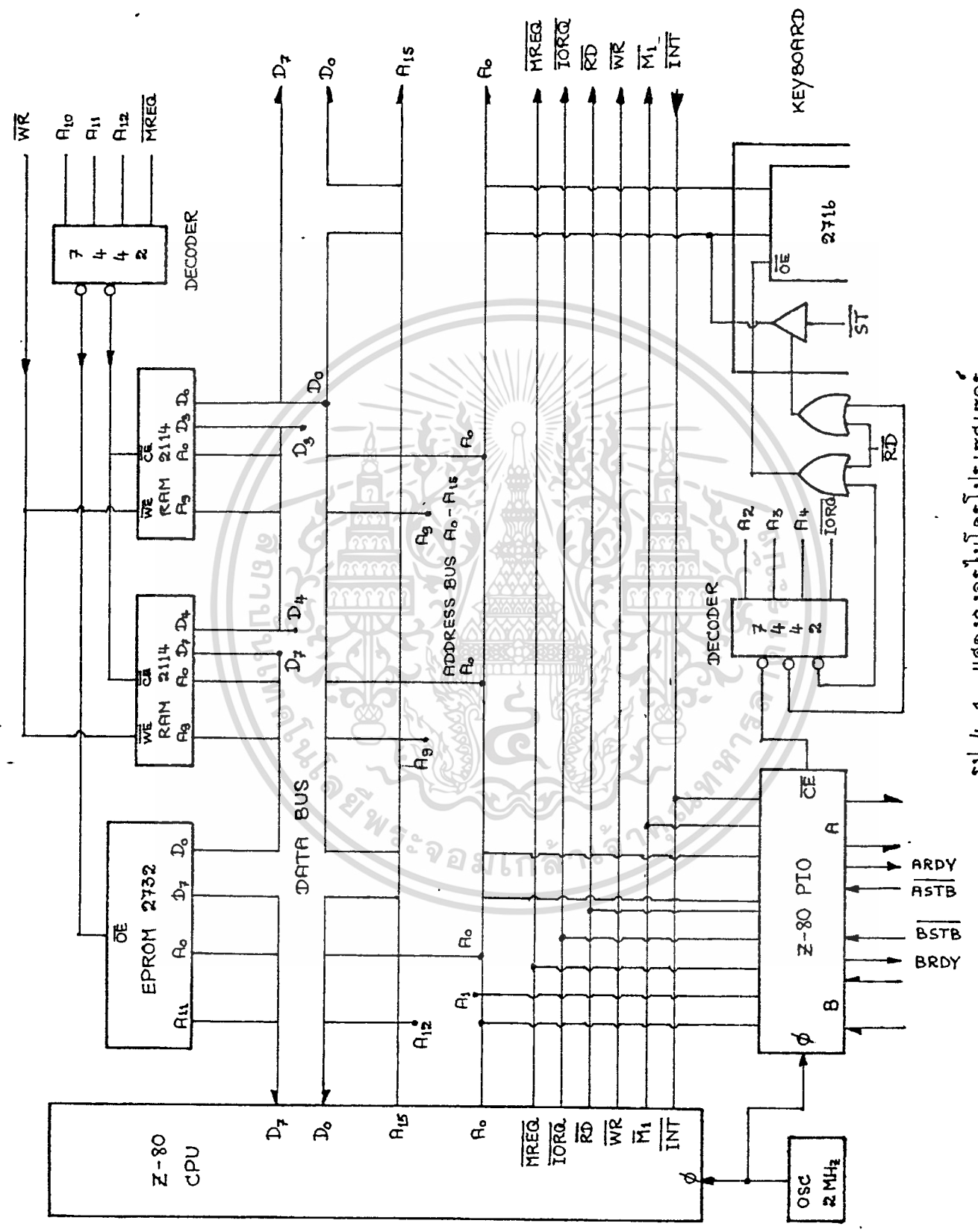
บทที่ 4
ไมโครโปรเซสเซอร์

4.1 การออกแบบระบบฮาร์ดแวร์

เนื่องจากส่วนไมโครโปรเซสเซอร์นี้ เป็นส่วนสำคัญของระบบ ซึ่งใช้สำหรับควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด ตั้งแต่อ่านอินพุทจากคีย์บอร์ด หรืออ่านอินพุทจากภายนอกแล้วทำการตรวจสอบระหัสของอินพุทนั้นว่าเป็นระหัสของภาษาไทยหรือระหัสของภาษาอังกฤษ หรือระหัสของการควบคุมต่าง ๆ ถ้าเป็นระหัสของภาษาไทยก็จะมีการจัดระดับต่างๆ ก่อนส่งไปแสดงผล แต่ถ้าเป็นระหัสของภาษาอังกฤษก็ส่งไปแสดงผลได้เลย และถ้าเป็นระหัสของการควบคุมก็จะทำงานตามระหัสนั้น ๆ ไมโครโปรเซสเซอร์ที่เลือกใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เลือกใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z-80 ซีพียู ซึ่งเป็นเบอร์ที่กำลังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบันทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ มีความสามารถในการใช้งานสูงมาก ง่ายต่อการออกแบบวงจรทางฮาร์ดแวร์ มีคำสั่งถึง 158 คำสั่ง ทำให้สะดวกต่อการเขียนซอร์ฟแวร์ และมีราคาถูก โดยลำพังไมโครโปรเซสเซอร์ตัวเดียวนี้ยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้ ต้องประกอบเข้ากับส่วนอื่นอีก เช่น หน่วยความจำ และคล็อค เป็นต้น วงจรที่ออกแบบดังแสดงในรูป 4.1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าวงจรทางด้านฮาร์ดแวร์ของไมโครโปรเซสเซอร์นั้นง่ายจากรูป 4.1 วงจรประกอบด้วย

- ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 ซีพียู
- ส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ความถี่ 2 MH_z
- หน่วยความจำ EPROM 4Kx8 บิท เบอร์ 2732
- หน่วยความจำ RAM 1Kx4 บิท 2 ตัว เบอร์ 2114
- Z-80 PIO ใช้สำหรับส่วนอินเตอร์เฟส
- ส่วนสำหรับติดต่อกับคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

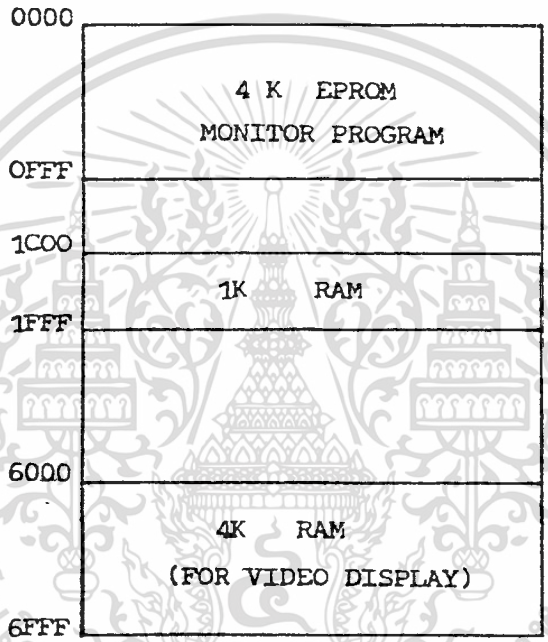


รูป 4.1 แสดงการใช้โปรเซสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4.1.1 การจัดหน่วยความจำ

หน่วยความจำทั้งหมดของระบบนั้นมีการจัดไว้ดังแสดงในรูป 4.2 ซึ่งแบ่งออกเป็นสามส่วนด้วยกันคือ



รูป 4.2 แสดงการจัดหน่วยความจำของระบบทั้งหมด

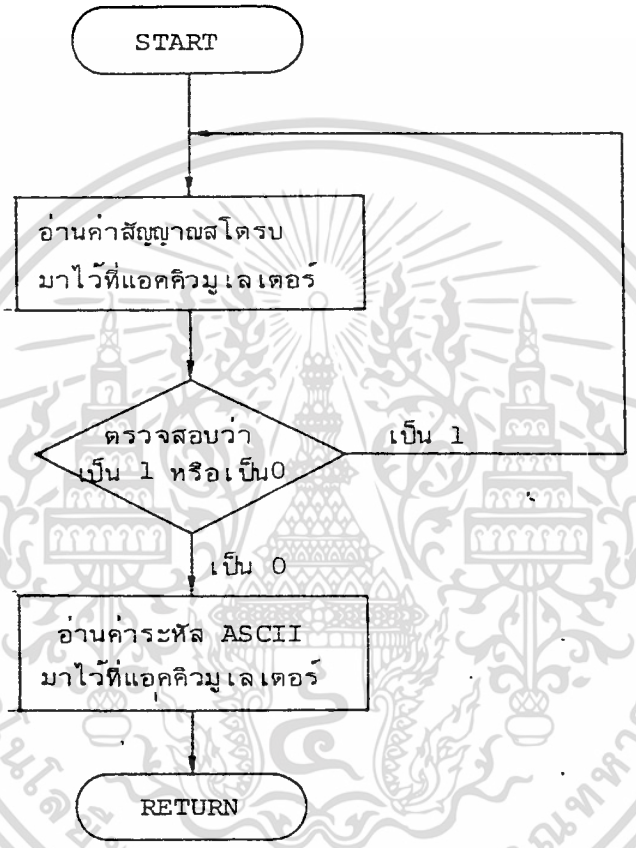
- ส่วนแรกออกแบบใช้ไอซีเบอร์ 2732 เป็น EPROM มีความจุของหน่วยความจำขนาด 4K ไบท์ จัดให้มีแอดเดรสตั้งแต่ 0000 ถึง OFFF ซึ่งส่วนนี้จะใช้สำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด
- ส่วนที่สองออกแบบใช้ไอซีเบอร์ 2114 เป็น RAM จำนวน 2 ตัว มีความจุของหน่วยความจำขนาด 1K ไบท์ จัดให้มีแอดเดรสตั้งแต่ 1C00 ถึง 1FFF ซึ่งส่วนนี้ใช้สำหรับเป็น Working Area ของระบบเก็บสภาวะ (Status) การทำงานต่าง ๆ

- ส่วนที่สามออกแบบใช้ไอซีเบอร์ 6116 เป็น RAM จำนวน 2 ตัวมีความจุของหน่วยความจำขนาด 4K ไบท์ จัดให้มีแอดเดรสตั้งแต่ 6000 ถึง 6FFF ซึ่งส่วนนี้จัดให้อยู่ในส่วนวงจรควบคุม ซีอาร์ที ลักษณะเด่นก็คือ การติดต่อระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์ กับหน่วยความจำส่วนนี้ ใช้คำสั่ง READ หรือ WRITE ธรรมดา

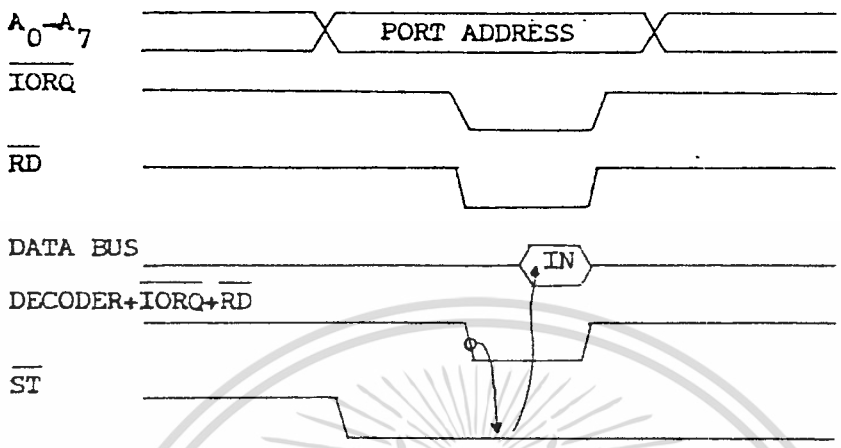
4.1.2 การติดต่อระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับคีย์บอร์ด

จากบทที่ 2 เราทราบว่าเมื่อมีคีย์ใดคีย์หนึ่งใน matrix ของคีย์บอร์ดถูกกด จะมีผลทำให้เกิดระหัส ASCII 8 บิท พร้อมที่จะส่งมาให้ไมโครโปรเซสเซอร์ และมีผลทำให้เกิดสัญญาณสโตรบมีค่าเป็น "0" ส่งมายังไมโครโปรเซสเซอร์ ดังนั้นไมโครโปรเซสเซอร์จะรู้ได้ว่ามีคีย์บอร์ดถูกกดหรือเปล่าโดยการตรวจสอบสัญญาณสโตรบเส้นนี้ว่ามีค่าเป็น "0" หรือเปล่า ถ้ามีค่าเป็น "0" แสดงว่ามีคีย์ถูกกด ไมโครโปรเซสเซอร์ก็จะส่งสัญญาณมาอ่านระหัส ASCII จากคีย์บอร์ดนี้ไป แต่ถ้าสัญญาณสโตรบมีค่าเป็น "1" แสดงว่าไม่มีคีย์ถูกกดเลย ลักษณะของการที่ไมโครโปรเซสเซอร์คอยวนตรวจสอบสัญญาณสโตรบเส้นนี้เรียกว่าระบบ Polling ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 ซีพียู ทำการตรวจสอบสัญญาณสโตรบโดยซอร์ฟแวร์ข้างล่างนี้

```
START   IN   A , (12H)
        BIT  7 , A
        JR   NZ , START
        IN   A , (18H)
```



ในการปฏิบัติคำสั่ง IN A,(12H) ของไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 นั้นมันจะส่งหมายเลขของพอร์ท (ในที่นี้ 12H) ออกไปทางแอดเดรสบัส A_0-A_7 และพร้อมกันนั้นจะส่งสัญญาณ $\overline{IORQ}$ และ $\overline{RD}$ ออกไปพร้อม ๆ กัน และในขณะที่มันส่งสัญญาณต่างๆ ออกไปนั้น มันจะอ่านข้อมูลบนบัสข้อมูลเข้าสู่แอคคิวมูเลเตอร์ด้วย ดังแสดงในรูป 4.3



รูป 4.3 แสดงตารางเวลาของการปฏิบัติคำสั่ง INPUT

ดังนั้นเราต้องนำเอาค่าของสัญญาณสโตรบนี้ส่งเข้าไปในบัสข้อมูลในช่วงที่ไมโครโปรเซสเซอร์ทำการปฏิบัติคำสั่ง IN A, (12H) นี้ ซึ่งการนำเอาค่าของสัญญาณสโตรบเข้าสู่บัสข้อมูลนั้นทำได้ โดยเรานำเอาแอดเดรสบัส A_0–A_7 มาเข้าสู่วงจรถอดระหัส (Decoder) แล้วนำเส้นสัญญาณที่ถอดระหัสแล้วมาทำการ OR กับ $\overline{IORQ}$ และ OR กับ $\overline{RD}$ ก็จะได้สัญญาณพัลส์ลบออกมา 1 เส้น และใช้สัญญาณพัลส์ลบนี้เป็นตัวเปิด Gate Tri State ยอมให้สัญญาณสโตรบเข้าสู่บัสข้อมูลได้ ดังแสดงวงจรในรูป 4.1 และตารางเวลาในรูป 4.3

ในทำนองเดียวกัน การอ่านระหัส ASCII จากคีย์บอร์ดเข้าสู่ไมโครโปรเซสเซอร์นั้นก็ใช้หลักการเดียวกัน เพียงแต่กำหนดหมายเลขของพอร์ทเป็น 18H เท่านั้น ดังแสดงวงจรในรูป 4.1

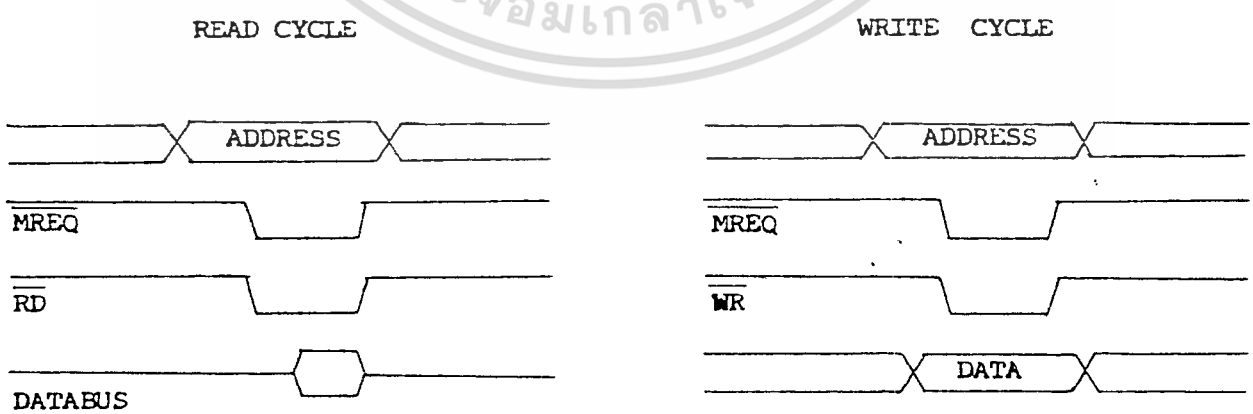
4.1.3 การติดต่อระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับวงจรควบคุมซีอาร์ที

จากวงจรควบคุมซีอาร์ทีในบทที่ 3 จะเห็นได้ว่าตำแหน่งต่าง ๆ ของการแสดงผลเป็นตัวอักษรนั้น จะสัมพันธ์กับตำแหน่งของหน่วยความจำ RAM ที่จัดไว้ โดยหน่วยความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

จำหนึ่งตำแหน่งหรือหนึ่งแอดเดรสจะสัมพันธ์กับตำแหน่งของตัวอักษรบนจอภาพหนึ่งตำแหน่ง เช่น ถ้าเราต้องการให้ตำแหน่งนั้นบนจอภาพแสดงผลเป็นตัวอักษร "ก" เราก็เพียงนำระหัสของตัวอักษร "ก" ไปเก็บไว้ที่หน่วยความจำตำแหน่งที่สัมพันธ์กันนั้น เป็นต้น ดังนั้นการติดต่อระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับวงจรควบคุมซีอาร์ทีก็จะเป็นเพียงการนำเอาข้อมูลจากไมโครโปรเซสเซอร์ไปเก็บยังหน่วยความจำของวงจรควบคุมซีอาร์ที หรือเป็นการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำของวงจรควบคุมซีอาร์ทีมาที่ไมโครโปรเซสเซอร์ หรือเป็นการเคลื่อนย้ายข้อมูลภายในหน่วยความจำของวงจรควบคุมซีอาร์ทีเอง ซึ่งการติดต่อทั้งหมดนี้จะอยู่ในลักษณะของการอ่าน (READ) และเขียน (WRITE) ข้อมูลระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับหน่วยความจำของวงจรควบคุมซีอาร์ที

เนื่องจากหน่วยความจำของวงจรควบคุมซีอาร์ทีในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ออกแบบให้เป็นหน่วยความจำร่วมกับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ มีแอดเดรสตั้งแต่ 6000 ถึง 6FFF ดังนั้น การติดต่อระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับหน่วยความจำของวงจรควบคุมซีอาร์ที จึงสามารถใช้คำสั่งของไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีแมชชีนไซเคิลของการอ่านและการเขียนข้อมูลกับหน่วยความจำ ได้โดยตรงเลย แมชชีนไซเคิลของการอ่านและเขียนกับหน่วยความจำดังแสดงในรูป 4.4



รูป 4.4 แสดงแมชชีนไซเคิลของการอ่านและเขียนข้อมูลกับหน่วยความจำ

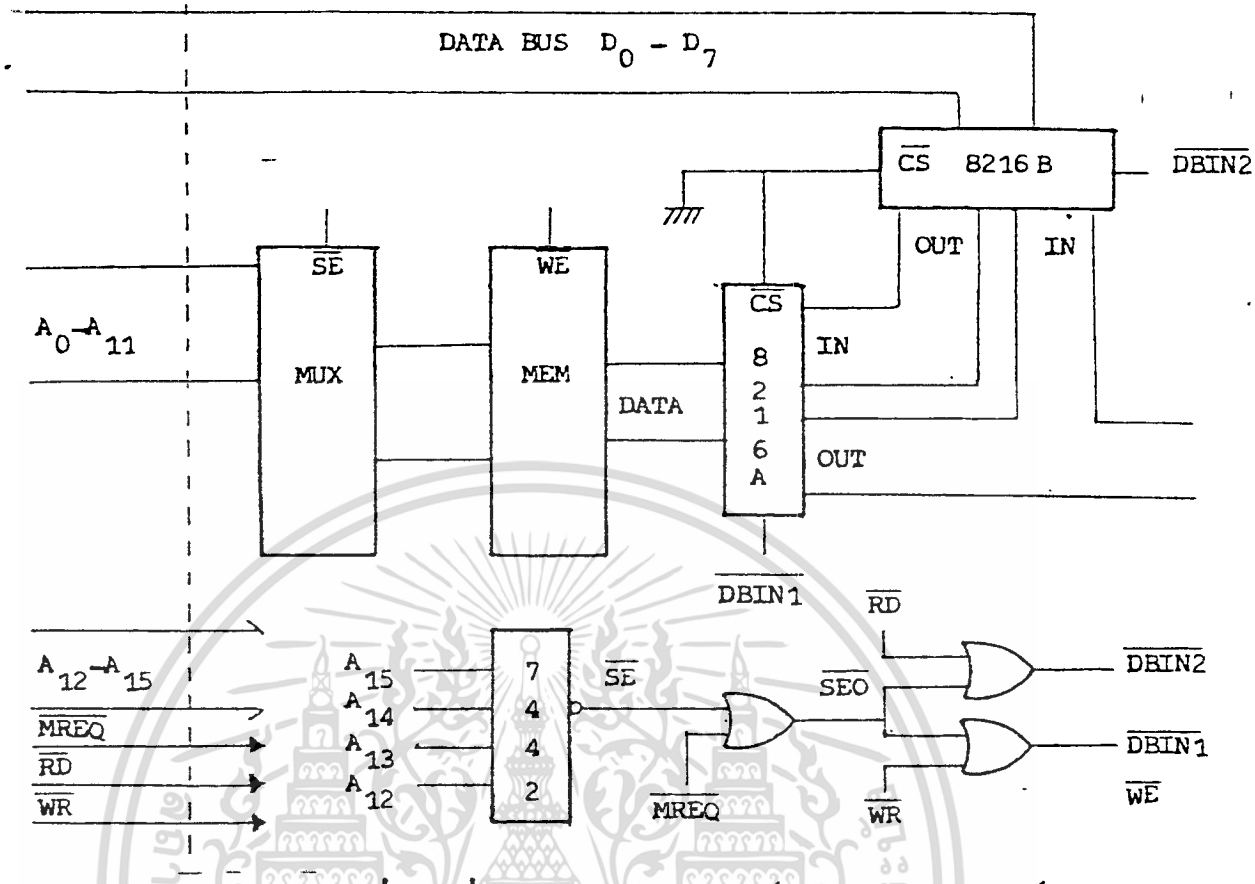
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

จากรูป 4.4 ในช่วงแมชชีนไซเคิลของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำนั้น ไมโครโปรเซสเซอร์จะส่งแอดเดรสออกมาทางแอดเดรสบัส A_0 ถึง A_{15} และส่งสัญญาณ $\overline{MREQ}$ และ $\overline{RD}$ ออกมาพร้อม ๆ กัน และในช่วงที่ไมโครโปรเซสเซอร์ส่งสัญญาณต่าง ๆ ออกมานี้มันจะทำการอ่านข้อมูลจากบัสข้อมูลเข้าสู่ตัวมันเอง ดังนั้นปัญหาอยู่ที่ว่าก่อนที่ไมโครโปรเซสเซอร์จะทำการอ่านข้อมูลจากบัสข้อมูลเข้าสู่ตัวมันนั้น เราจะต้องนำข้อมูลจากหน่วยความจำมาไว้บนบัสข้อมูลก่อน และจากรูป 4.4 ในช่วงแมชชีนไซเคิลของการเขียนข้อมูลลงไปในหน่วยความจำนั้น ไมโครโปรเซสเซอร์จะส่งแอดเดรสออกมาทางแอดเดรสบัส A_0 ถึง A_{15} และส่งข้อมูลออกมาทางบัสข้อมูล D_0 ถึง D_7 แล้วส่งสัญญาณ $\overline{MREQ}$ และ $\overline{WR}$ ออกมา ดังนั้นปัญหาอยู่ที่ว่าในช่วงที่ไมโครโปรเซสเซอร์ส่งสัญญาณควบคุม $\overline{MREQ}$ และ $\overline{WR}$ ออกมานั้น หน่วยความจำจะต้องนำข้อมูลจากบัสข้อมูลเข้าไปเก็บในตำแหน่งที่กำหนดโดยแอดเดรสบัสให้ได้

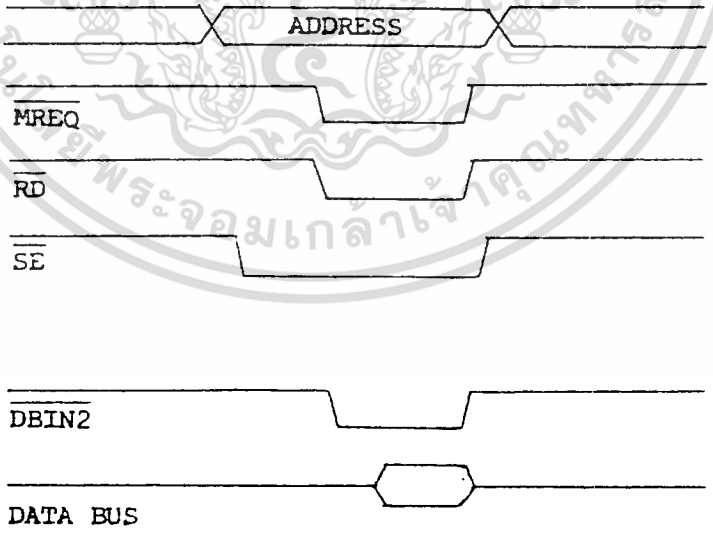
สัญญาณต่าง ๆ ที่ไมโครโปรเซสเซอร์ส่งออกมาในช่วงที่ปฏิบัติคำสั่งที่มีแมชชีนไซเคิลของการอ่านและเขียนข้อมูลกับหน่วยความจำนั้น เรานำใช้ควบคุมหน่วยความจำภายในวงจรควบคุมซีอาร์ทีให้สามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลได้เหมือนกับหน่วยความจำทั่ว ๆ ไปในระบบไมโครโปรเซสเซอร์ ดังแสดงวงจรในรูป 4.5

จากวงจรในรูป 4.5 ในกรณีที่ไมโครโปรเซสเซอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ ไมโครโปรเซสเซอร์จะส่งแอดเดรสออกมาทางแอดเดรสบัส A_0 ถึง A_{15}, A_{12} ถึง A_{15} จะผ่านวงจรถอดรหัสเพื่อเลือกว่าเป็นแอดเดรสของหน่วยความจำหรือเปล่า หลังจากผ่านวงจรถอดรหัสแล้วได้สัญญาณ $\overline{SE}$ ออกมาซึ่งเราใช้สำหรับเป็นสัญญาณเลือกของมัลติเพล็กเซอร์ให้แอดเดรสบัส A_0 ถึง A_{15} ต่อกับแอดเดรสของหน่วยความจำ หลังจากได้ $\overline{SE}$ แล้วเรานำมา OR กับ $\overline{RD}$ และ OR กับ $\overline{MREQ}$ ได้สัญญาณ $\overline{DBIN2}$ ออกมา ซึ่งเราใช้สำหรับให้ข้อมูลจาก OUT ของ 8216A เข้าสู่ IN ของ 8216B และผ่านเข้าสู่บัสข้อมูลได้ ซึ่งข้อมูลจาก OUT ของ 8216A นั้นมาจากข้อมูลของหน่วยความจำ ดังแสดงการทำงานของวงจรในตารางเวลา รูป 4.6

ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์ ส่วนวงจรควบคุมซีอาร์ที



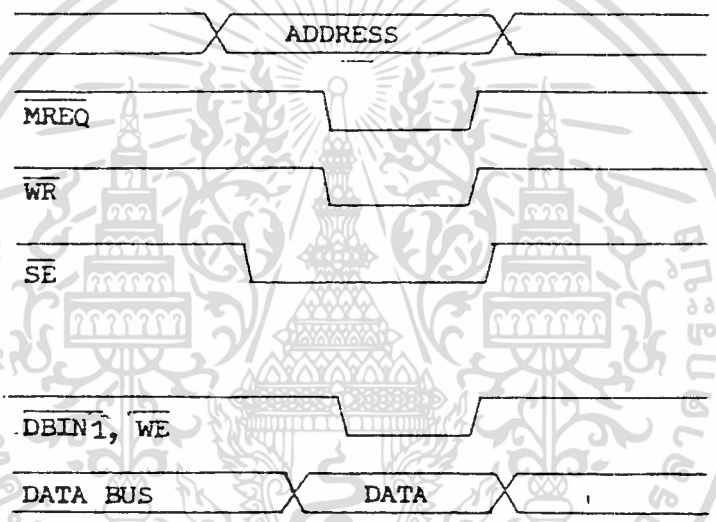
รูป 4.5 แสดงวงจรการติดต่อระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับวงจรควบคุมซีอาร์ที



รูป 4.6 แสดงตารางเวลากรณีไมโครโปรเซสเซอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำของ วงจรควบคุมซีอาร์ที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในกรณีที่ไมโครโปรเซสเซอร์ต้องการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำ ก็จะคล้ายกับการอ่าน ต่างกันตรงที่เมื่อได้สัญญาณ $\overline{SE}$ ออกมาแล้ว เรานำมา OR กับ $\overline{WR}$ OR กับ $\overline{MREQ}$ ได้เป็นสัญญาณ $\overline{DBIN1}$ และ $\overline{WE}$ ออกมา ซึ่งใช้สำหรับให้ข้อมูลจากบัสข้อมูลผ่าน 8216B เข้าสู่ 8216A และเขียนลงไปในหน่วยความจำ ดังแสดงการทำงานของวงจรในตารางเวลา รูป 4.7

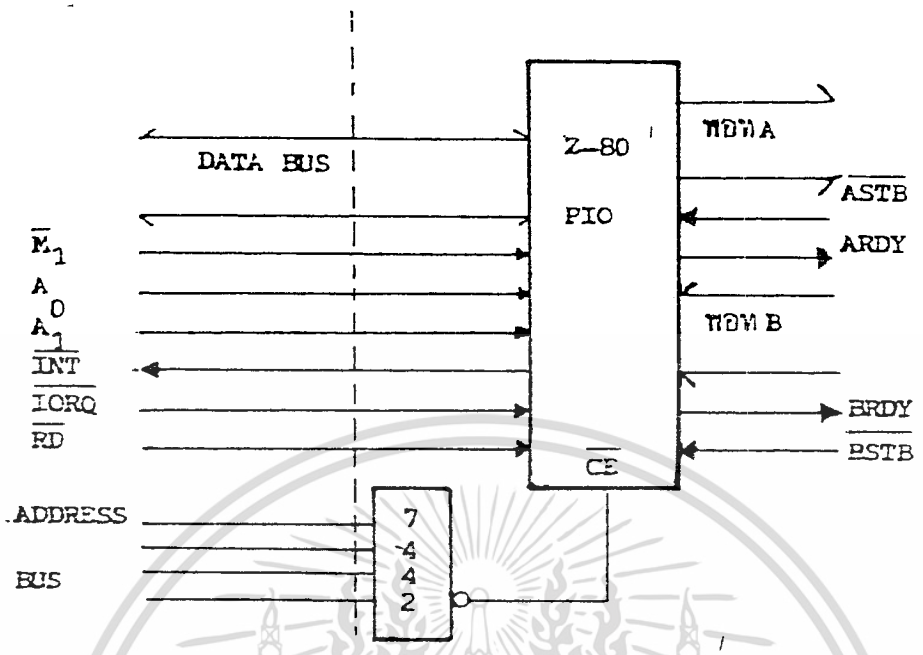


รูป 4.7 แสดงตารางเวลากรณีไมโครโปรเซสเซอร์ต้องการเขียนข้อมูลลงไปในหน่วยความจำของวงจรควบคุมซีอาร์ที

4.1.4 การติดต่อระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับอินเตอร์เฟส

ส่วนของอินเตอร์เฟสนี้เป็นส่วนที่ใช้สำหรับติดต่อระหว่างสัญญาณภายนอกกับระบบ ซึ่งอาจจะเป็นการส่งข้อมูลจากระบบหรือซีอาร์ที เทอร์มินอลนี้ออกไปภายนอก หรืออาจจะเป็นการรับข้อมูลจากภายนอกเข้าสู่ระบบหรือซีอาร์ที เทอร์มินอลนี้ การติดต่อระหว่างระบบกับสัญญาณภายนอกนี้ ไม่ว่าจะเป็นการรับหรือส่งข้อมูล จะเป็นชนิดตรวจสอบสัญญาณ (Hand-shaking) และข้อมูลที่รับส่งนั้นจะเป็นแบบขนาน 8 บิท วงจรการติดต่อระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับอินเตอร์เฟส ดังแสดงในรูป 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูป 4.8 แสดงวงจรการติดต่อระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับอินเตอร์เฟส

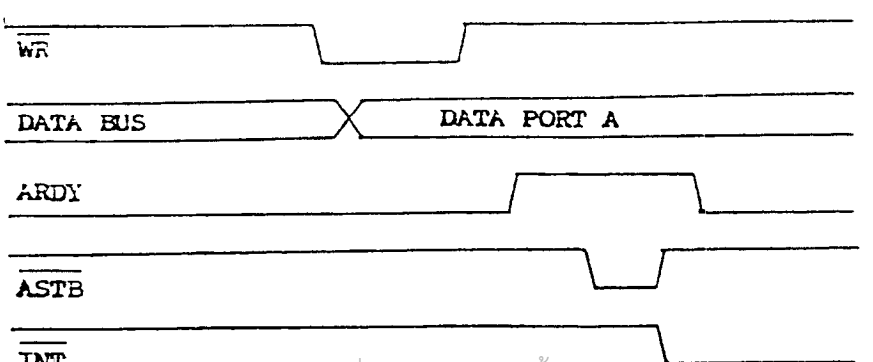
ส่วนของอินเตอร์เฟสในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เลือกใช้ไอซี Z-80 PIO ซึ่งมีความสามารถในการทำงานสูงมาก สามารถโปรแกรมให้มีการทำงานได้หลายโหมด แต่ในวิทยานิพนธ์นี้เลือกโปรแกรมให้พอร์ท A ทำงานในโหมด 0 คือเป็นเอาท์พุทแบบตรวจสอบสัญญาณ (Handshaking) และโปรแกรมให้พอร์ท B ทำงานในโหมด 1 คือเป็นอินพุทแบบตรวจสอบสัญญาณ (Handshaking) จากวงจรรูป 4.8 ไมโครโปรเซสเซอร์จะมองเห็น Z-80 PIO เป็นอินพุท/เอาท์พุท พอร์ท มีด้วยกันทั้งหมด 4 พอร์ท คือ

- พอร์ท 20H เป็นพอร์ทข้อมูล A
- พอร์ท 21H เป็นพอร์ทควบคุม A
- พอร์ท 22H เป็นพอร์ทข้อมูล B
- พอร์ท 23H เป็นพอร์ทควบคุม B

การโปรแกรมทำให้พอร์ท ทำงานในโหมด 0 และ พอร์ท B ทำงานในโหมด 1 นั้น ทำได้ดังนี้

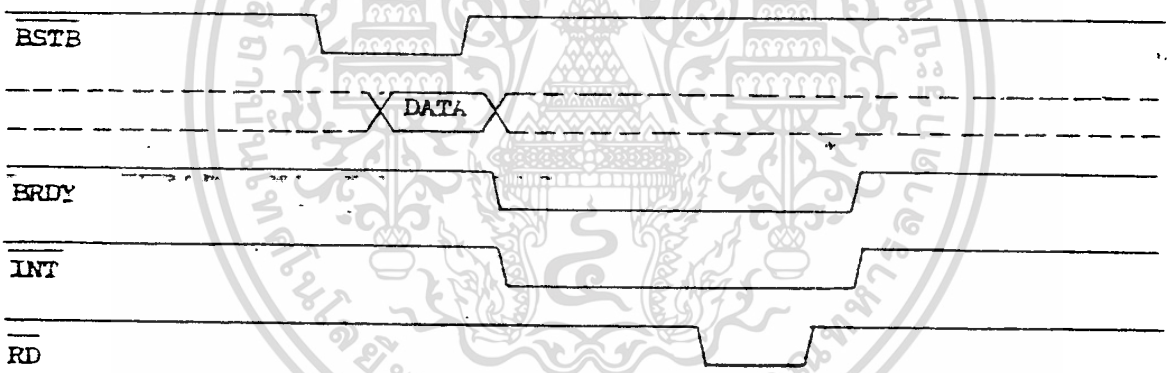
```
LD    A, OF H          เซ็ทพอร์ท A เป็นโหมด 0
OUT   (21H),A
LD    A,1EH            เซ็ทเวคเตอร์การอินเทอร์รับของพอร์ท A
OUT   (21H),A
LD    A, 4FH           เซ็ทพอร์ท B เป็นโหมด 1
OUT   (23H), A
LD    A, 20H           เซ็ทเวคเตอร์การอินเทอร์รับของพอร์ท B
OUT   (23H), A
```

การทำงานในโหมด 0 นั้น หรือในกรณีที่ต้องการที่จะส่งข้อมูลจากซีอาร์ทีเทอร์มินอลออกไปภายนอกนั้น เริ่มจากไมโครโปรเซสเซอร์ ส่งข้อมูลเอาท์พุทออกมาไว้ที่พอร์ทข้อมูล A หลังจากนั้นจะมีผลทำให้เส้นสัญญาณ ARDY มีค่าเป็น "1" ต่อจากนั้นจะเป็นหน้าที่ของอุปกรณ์ภายนอกต้องคอยตรวจสัญญาณ ARDY ว่าเป็น "1" หรือเปล่า ถ้าเป็น "1" หมายถึงว่าข้อมูลมาอยู่ที่พอร์ท A เรียบร้อยแล้ว ให้มาอ่านข้อมูลไปได้ เมื่ออุปกรณ์ภายนอกอ่านข้อมูลไปแล้วจะต้องส่ง $\overline{\text{ASTB}}$ มาให้กับ Z-80 PIO และ $\overline{\text{ASTB}}$ นี้จะมีผลไปอินเทอร์รับไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อบอกให้รู้ว่าอ่านข้อมูลไปแล้วให้ส่งข้อมูลตัวใหม่มาได้ และสัญญาณ $\overline{\text{ASTB}}$ นี้ยังมีผลทำให้ ARDY มีค่าเป็น "0" ด้วย ดังแสดงตารางเวลาการทำงานในรูป 4.9



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ส่วนกรณีการทำงานในโหมด 1 นั้น หรือในกรณีที่ต้องการที่จะรับข้อมูลจากภายนอกเข้าสู่ซีอาร์ทีเทอร์มินอลนั้น เริ่มจากอุปกรณ์ภายนอกจะทำการตรวจสอบสัญญาณ BRDY ว่าเป็น "1" หรือเปล่า ถ้าเป็น "1" หมายถึงว่าพอร์ท B พร้อมแล้ว จากนั้นอุปกรณ์ภายนอกจะส่งข้อมูลเข้ามา และส่ง $\overline{\text{BSTB}}$ เข้ามาด้วย ซึ่ง $\overline{\text{BSTB}}$ นี้จะทำให้เกิดการอินเทอร์รับ ไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อบอกให้ไมโครโปรเซสเซอร์รู้ว่าขณะนี้มีอินพุทจากภายนอกเข้ามาให้มาอ่านอินพุทนี้ไป และ $\overline{\text{BSTB}}$ นี้มีผลให้ BRDY มีค่าเป็น "0" ไปด้วย เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์ทำการอ่านอินพุทไป จะมีผลทำให้เส้นสัญญาณ BRDY มีค่าเป็น "1" อีก ดังแสดงตารางการทำงานในรูป 4.10

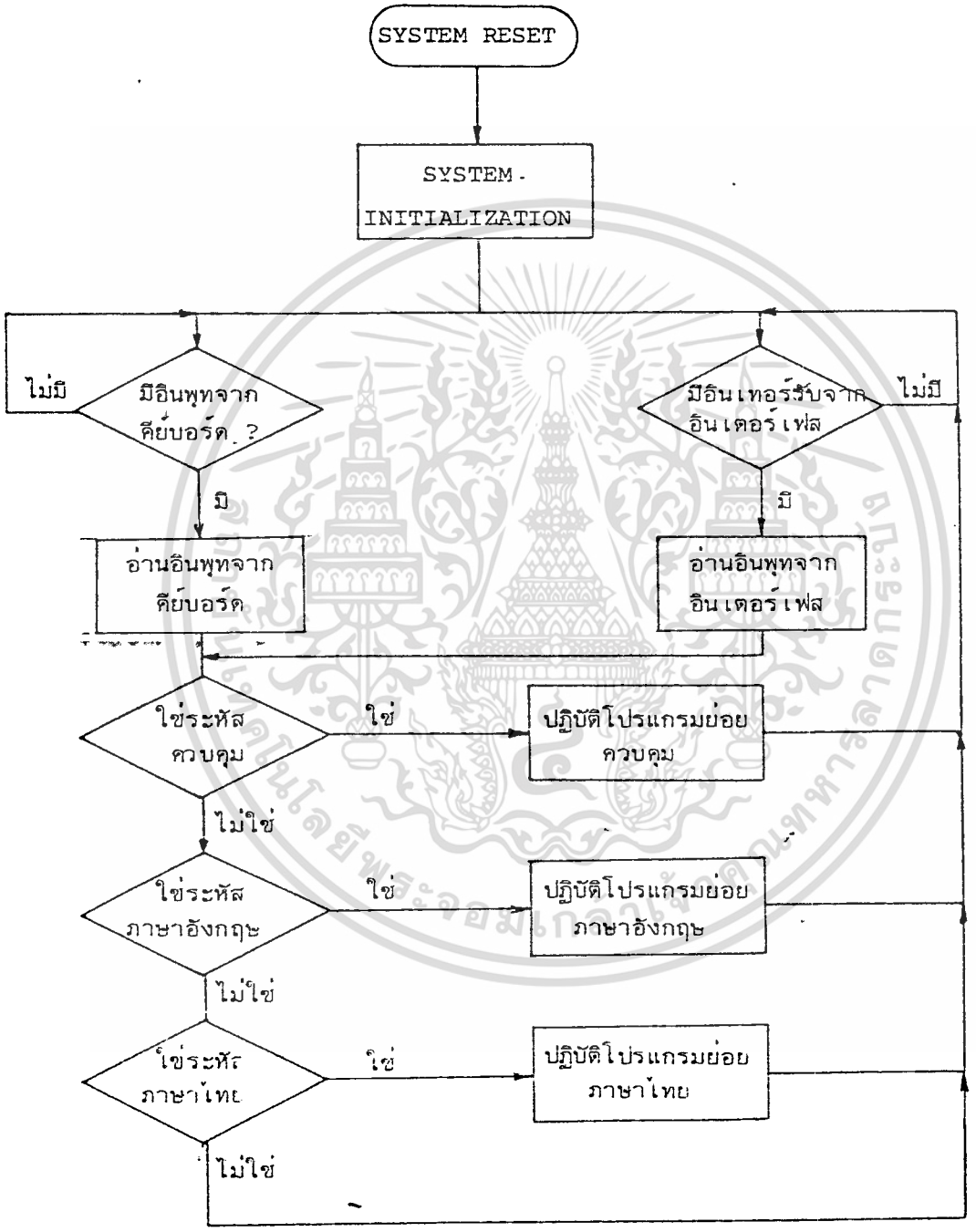


รูป 4.10 แสดงตารางเวลาการทำงานของพอร์ท B ในโหมด 1

4.2 การออกแบบระบบซอร์ฟแวร์

เนื่องจากในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 ซีพียูเป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด ดังนั้นซอร์ฟแวร์ที่เขียนขึ้นมาทั้งหมดนี้ จะเป็นโปรแกรมภาษาแอซเซมเบลอร์ของไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 ซีพียู การทำงานของซอร์ฟแวร์หลักดังแสดงในรูป 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



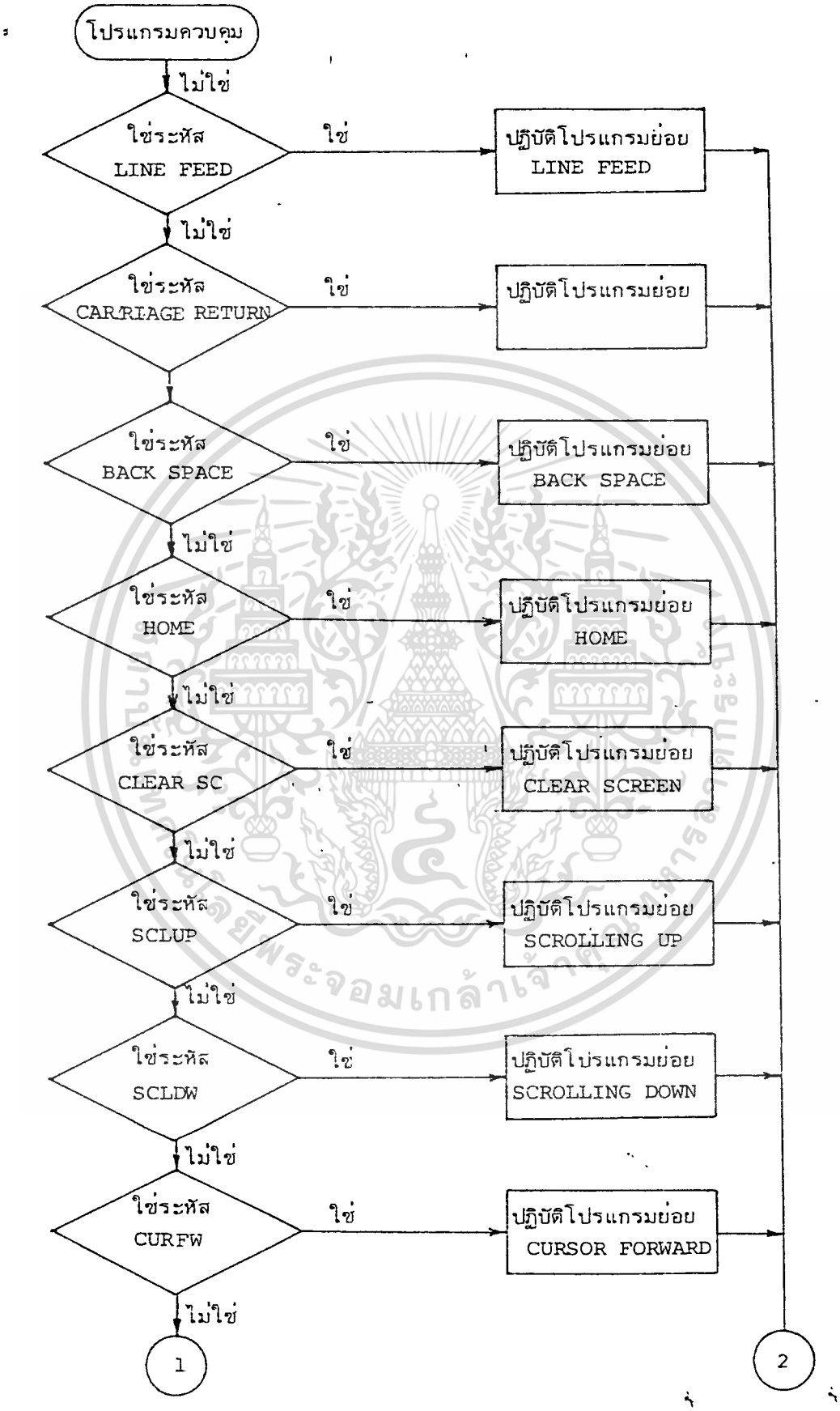
รูป 4.11 แสดงโฟลว์ชาร์ทของซอร์ฟแวร์หลัก

จากรูป 4.11 จะเห็นได้ว่าซอร์ฟแวร์หลักนั้นจะอยู่ในลักษณะวนรอบคอยตรวจสอบอินพุทจากคีย์บอร์ดอยู่ตลอดเวลา และในขณะที่ทำการตรวจสอบอินพุทจากคีย์บอร์ดนั้น ถ้าเกิดมีอินเทอร์รับจากส่วนอินพุทของอินเตอร์เฟสชิ้น Z-80 ซีพียูก็จะทำการอ่านอินพุทจากอินเตอร์เฟสเข้ามา หรือถ้ามีคีย์บอร์ดถูกกด Z-80 ซีพียูก็จะทำการอ่านอินพุทจากคีย์บอร์ดเข้ามา เมื่อ Z-80 ซีพียูอ่านอินพุทเข้ามาแล้ว ก็จะทำการตรวจสอบระหัสของอินพุทนั้นว่าเป็นระหัสควบคุมหรือเป็นระหัสของตัวอักษรภาษาอังกฤษหรือเป็นระหัสของตัวอักษรภาษาไทย ซึ่งถ้าเป็นระหัสควบคุมก็จะไปทำการปฏิบัติโปรแกรมย่อยควบคุมแล้วก็จะวนกลับไปอ่านอินพุทใหม่ หรือถ้าเป็นระหัสตัวอักษรภาษาอังกฤษก็จะไปทำการปฏิบัติโปรแกรมย่อยภาษาอังกฤษแล้วก็จะวนกลับไปอ่านอินพุทใหม่ หรือถ้าเป็นระหัสตัวอักษรภาษาไทยก็จะไปทำการปฏิบัติโปรแกรมย่อยภาษาไทยแล้วก็จะวนกลับไปอ่านอินพุทใหม่อีก ซึ่งซอร์ฟแวร์หลักจะปฏิบัติวนอยู่เช่นนี้เรื่อยไป

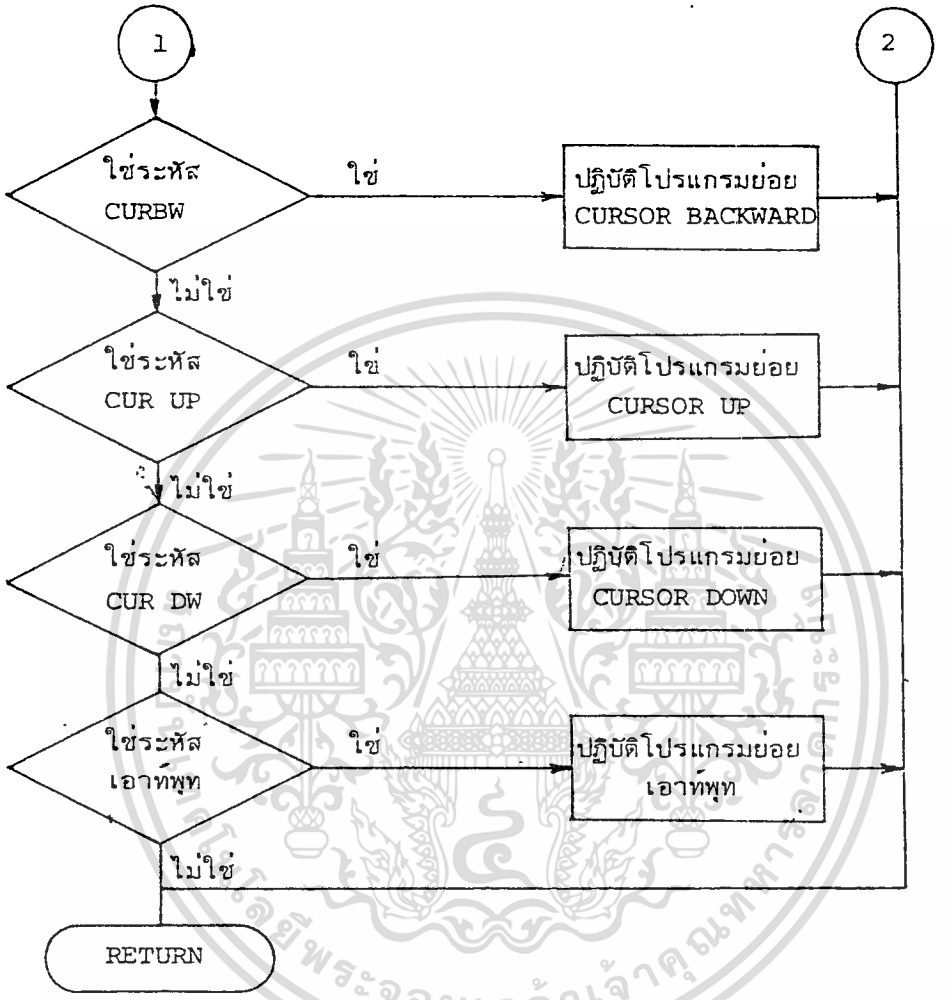
4.2.1 โปรแกรมย่อยควบคุม

เมื่อ Z-80 ซีพียูทำการอ่านอินพุทและตรวจได้ว่าเป็นระหัสควบคุมแล้ว ก็จะเข้าสู่โปรแกรมย่อยควบคุมซึ่งมีโฟลว์ชาร์ทแสดงในรูป 4.12 ในส่วนของโปรแกรมย่อยควบคุมนี้ก็จะมีการตรวจระหัสควบคุมอินพุทที่เข้ามาอีกครั้งหนึ่ง เพื่อทำการแยกชนิดของระหัสควบคุม ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการออกแบบไว้ให้มีระหัสควบคุมทั้งหมด 12 ชนิดคือ

- Line Feed
- Carriage Return
- Back Space
- Home
- Clear Screen
- Scrolling Up
- Scrolling Down
- Cursor Forward



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.12 แสดงโฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อยควบคุม

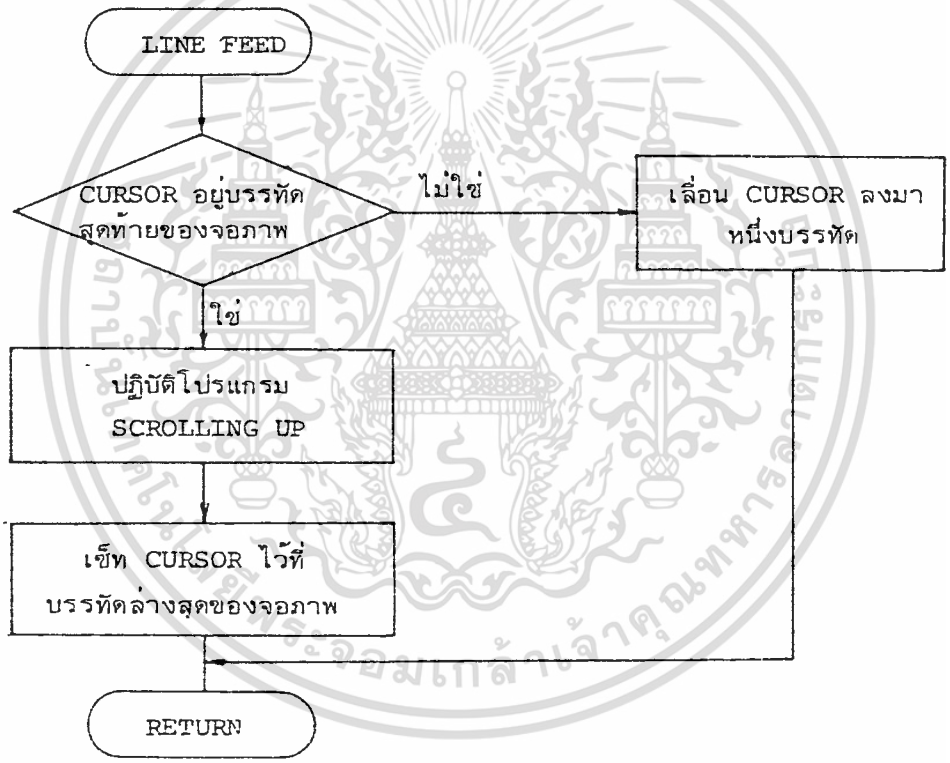
- Cursor Up
- Cursor Down
- Output

เมื่อ Z-80 ซีพียูทำการแยกชนิดของระหัสควบคุมได้แล้วว่าเป็นระหัสควบคุม-ชนิดไหน ก็จะไปปฏิบัติโปรแกรมย่อยควบคุมชนิดนั้นอีกทีหนึ่ง แล้วจึงกลับสู่โปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4.2.1.1 โปรแกรมย่อย LINE FEED

โปรแกรมย่อย LINE FEED มีการทำงานโดยจะตรวจสอบตำแหน่งของ Cursor ว่าอยู่ที่บรรทัดสุดท้ายของจอภาพหรือเปล่า ถ้าใช่ก็จะไปปฏิบัติโปรแกรมย่อย SCROLLING UP แล้วเซ็ท Cursor ไว้ที่บรรทัดล่างสุดของจอภาพ แต่ถ้าตรวจสอบตำแหน่งของ Cursor ได้ว่าไม่ใช่อยู่ที่บรรทัดสุดท้ายของจอภาพ ก็จะทำการเลื่อน Cursor ลงมาหนึ่งบรรทัด ดังแสดงโฟลว์ชาร์ทในรูป 4.13

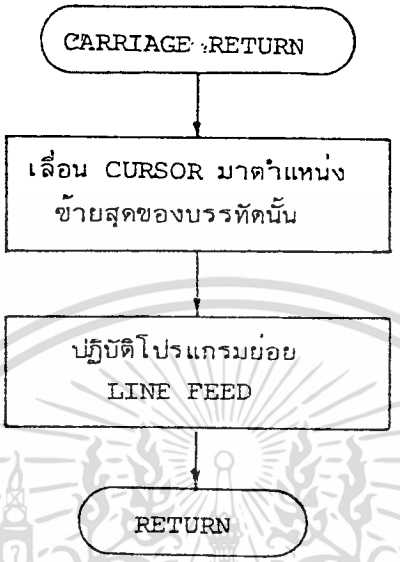


รูป 4.13 แสดงโฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย LINE FEED

4.2.1.2 โปรแกรมย่อย CARRIAGE RETURN

โปรแกรมย่อย CARRIAGE RETURN มีการทำงานโดยจะเลื่อนตำแหน่งของ Cursor มาไว้ที่ซ้ายสุดของบรรทัดนั้น แล้วปฏิบัติโปรแกรมย่อย LINE FEED ดังแสดงโฟลว์ชาร์ทในรูป 4.14

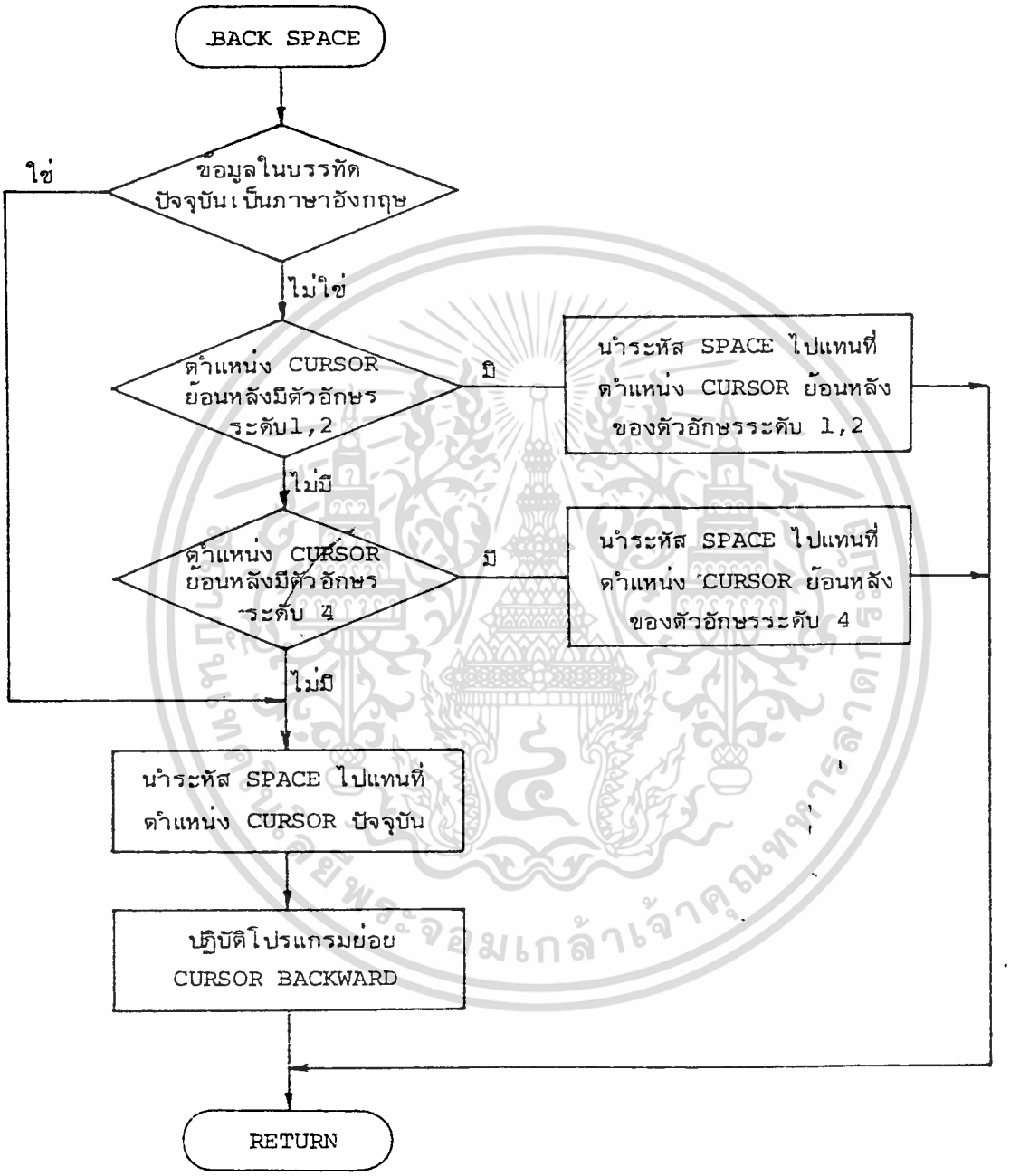
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูป 4.14 แสดงโฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย CARRIAGE RETURN

4.2.1.3 โปรแกรมย่อย BACK SPACE

โปรแกรมย่อย BACK SPACE มีการทำงานโดยจะตรวจสอบข้อมูลในบรรทัดนั้นก่อนว่าเป็นภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย ถ้าเป็นภาษาอังกฤษก็จะนำเอารหัส SPACE ไปเก็บแทนที่ตำแหน่ง Cursor ปัจจุบัน แล้วไปปฏิบัติโปรแกรมย่อย CURSOR BACKWARD แต่ถ้าเป็นภาษาไทยก็จะทำการตรวจสอบต่อว่าที่ตำแหน่งข้อนหลัง Cursor หนึ่งตำแหน่งนั้นมีรหัสตัวอักษรภาษาไทยระดับ 1 หรือระดับ 2 หรือระดับ 4 ไหม ถ้ามีก็จะนำเอารหัส SPACE ไปเก็บแทนที่ แต่ถ้าไม่มีก็จะนำเอารหัส SPACE ไปเก็บแทนที่ตำแหน่ง Cursor ปัจจุบัน แล้วไปปฏิบัติโปรแกรมย่อย CURSOR BACKWARD ดังแสดงโฟลว์ชาร์ทในรูป 4.15



รูป 4.15 แสดงโฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย BACK SPACE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

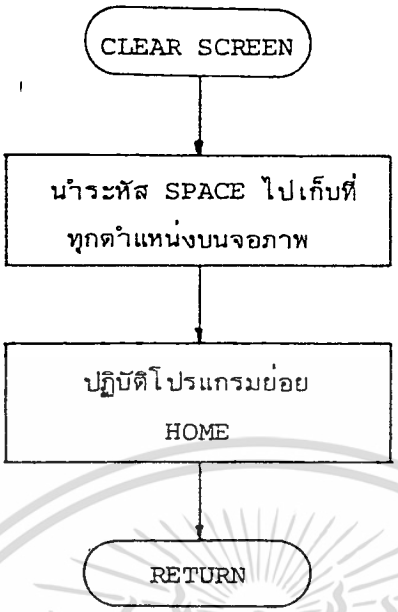
4.2.1.4 โปรแกรมย่อย HOME

โปรแกรมย่อย HOME มีการทำงานโดยจะเลื่อน Cursor ไปที่ตำแหน่งแรกสุดของบรรทัดแรกบนจอภาพ โดยข้อมูลต่าง ๆ ในจอภาพยังคงเดิม ดังแสดงโฟลว์ชาร์ทในรูป 4.16

รูป 4.16 แสดงโฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย HOME

4.2.1.5 โปรแกรมย่อย CLEAR SCREEN

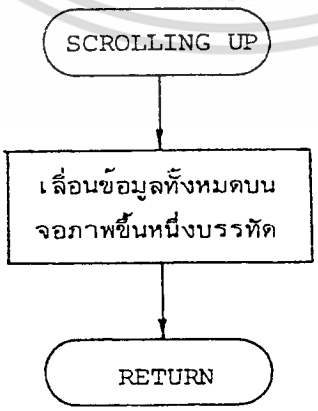
โปรแกรมย่อย CLEAR SCREEN มีการทำงานโดยจะนำรหัสของ SPACE ไปเก็บที่ทุกตำแหน่งบนจอภาพ แล้วไปปฏิบัติโปรแกรมย่อย HOME ดังแสดงโฟลว์ชาร์ทในรูป 4.17



รูป 4.17 แสดงโฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย CLEAR SCREEN

4.2.1.6 โปรแกรมย่อย SCROLLING UP

โปรแกรมย่อย SCROLLING UP มีการทำงานโดยจะทำการเคลื่อนย้ายข้อมูลทั้งหมดในจอภาพขึ้นหนึ่งบรรทัด ซึ่งบรรทัดบนสุดของจอภาพจะถูกเคลื่อนย้ายเข้าไปเก็บที่บรรทัดสุดท้ายของหน่วยความจำหน้าสอง และข้อมูลบรรทัดแรกสุดของหน่วยความจำหน้าสองจะถูกเคลื่อนย้ายเข้าไปเก็บที่บรรทัดล่างสุดของหน่วยความจำของจอภาพ ดังแสดงโฟลว์ชาร์ทในรูป 4.18

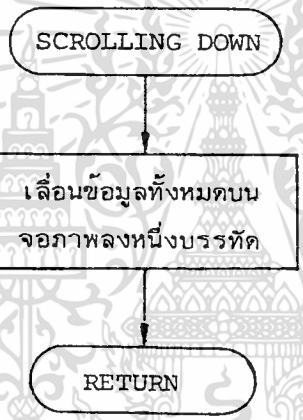


รูป 4.18 แสดงโฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย SCROLLING UP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.7 โปรแกรมย่อย SCROLLING DOWN

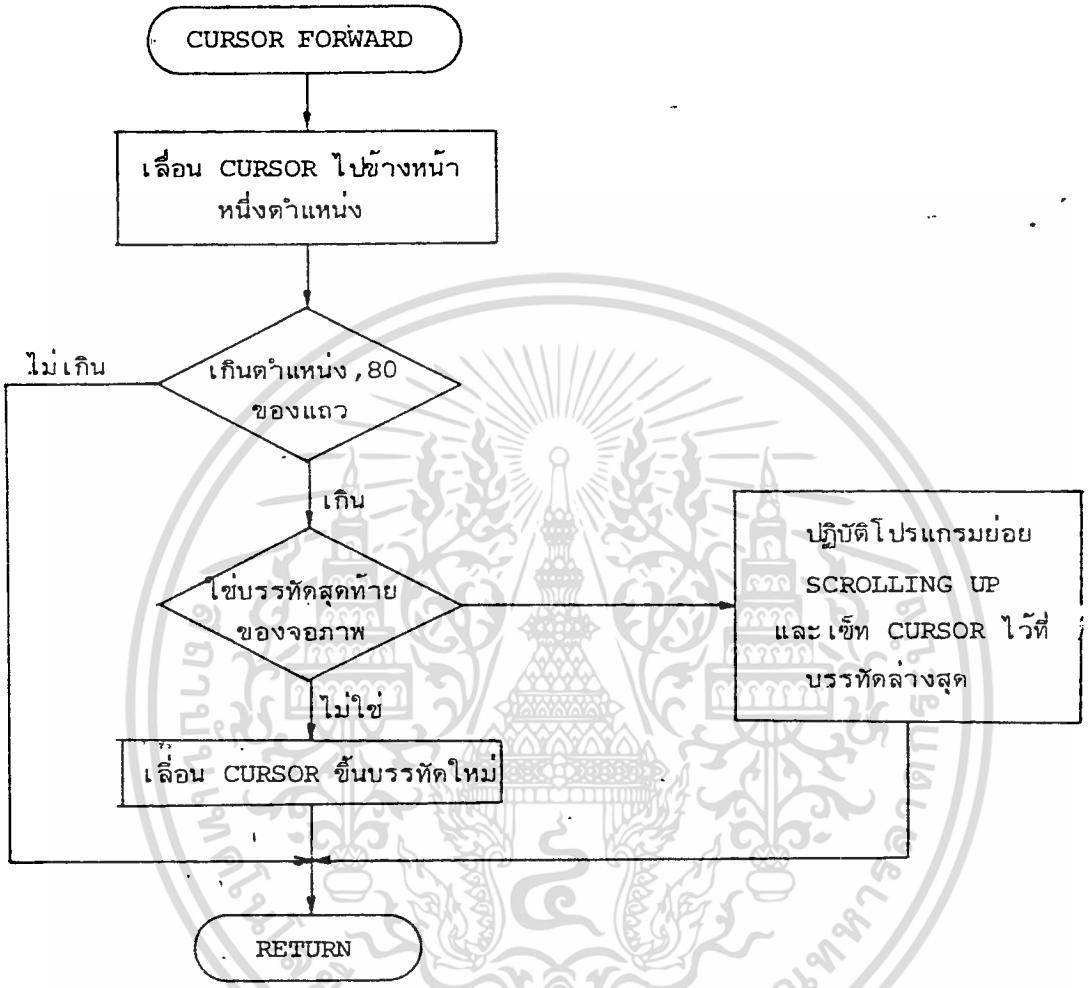
โปรแกรมย่อย SCROLLING DOWN มีการทำงานโดยจะทำการเคลื่อนย้ายข้อมูลทั้งหมดในจอภาพลงมาหนึ่งบรรทัด ซึ่งบรรทัดล่างสุดของจอภาพจะถูกเคลื่อนย้ายเข้าไปเก็บที่บรรทัดแรกสุดของหน่วยความจำหน้าสอง และข้อมูลบรรทัดล่างสุดของหน่วยความจำหน้าสอง จะถูกเคลื่อนย้ายเข้าไปเก็บที่บรรทัดแรกสุดของหน่วยความจำของจอภาพ ดังแสดงโฟลว์ชาร์ทในรูป 4.19



รูป 4.19 แสดงโฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย SCROLLING DOWN

4.2.1.8 โปรแกรมย่อย CURSOR FORWARD

โปรแกรมย่อย CURSOR FORWARD มีการทำงานโดยจะเลื่อน Cursor ไปข้างหน้าหนึ่งตำแหน่ง แล้วทำการตรวจสอบว่าเกินตำแหน่งที่ 80 หรือเปล่า ถ้าเกินจะตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งว่าใช่บรรทัดสุดท้ายของจอภาพหรือเปล่า ถ้าใช่ก็ปฏิบัติโปรแกรมย่อย SCROLLING UP แต่ถ้าไม่ใช่บรรทัดสุดท้ายของจอภาพก็จะเลื่อน Cursor ลงหนึ่งบรรทัด ดังแสดงในโฟลว์ชาร์ทรูป 4.20

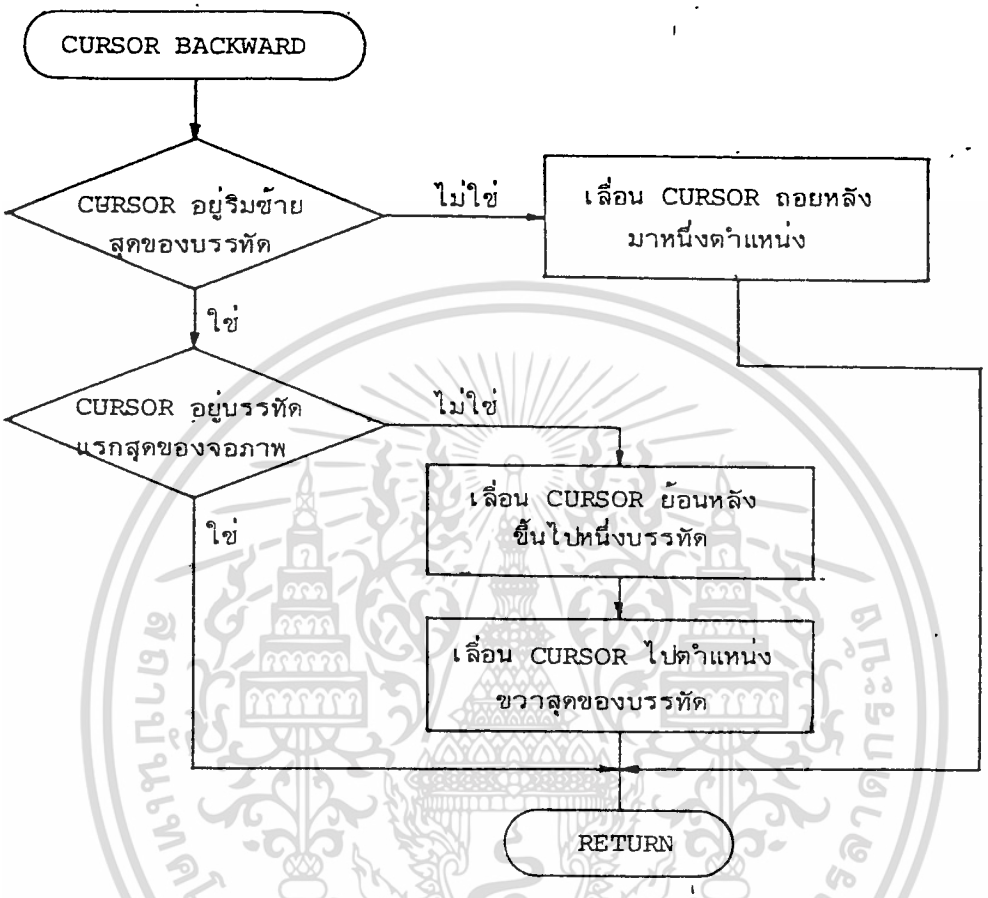


รูป 4.20 แสดงโฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย CURSOR FORWARD

4.2.1.9 โปรแกรมย่อย CURSOR BACKWARD

โปรแกรมย่อย CURSOR BACKWARD มีการทำงานโดยจะเลื่อน Cursor ไปข้างหลังหนึ่งตำแหน่ง โดยก่อนกระทำการเลื่อน Cursor นั้นจะตรวจสอบตำแหน่งของ Cursor ว่าอยู่ริมซ้ายสุดของบรรทัดหรือเปล่า ถ้าอยู่จะตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งว่านี้อยู่บรรทัดบนสุดของจอภาพหรือเปล่า ถ้าไม่ใช่ก็เลื่อน Cursor ถอยหลังขึ้นไปหนึ่งบรรทัด ดังแสดงในโฟลว์ชาร์ทในรูป 4.21

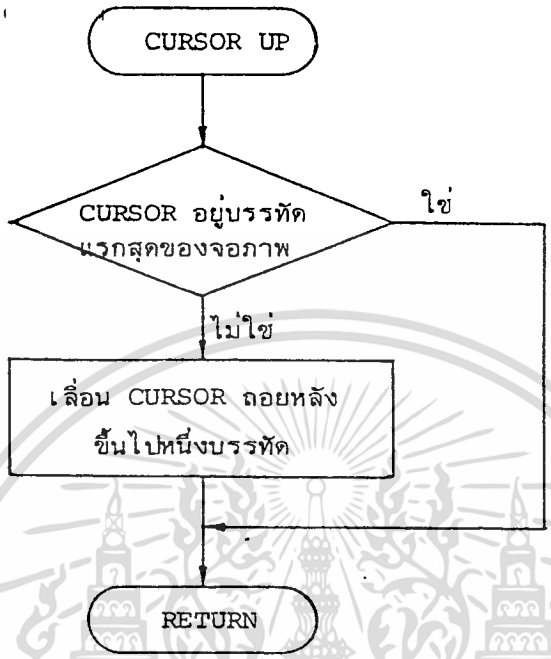
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูป 4 .21 แสดงโฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย CURSOR BACKWARD

4.2.1.10 โปรแกรมย่อย CURSOR UP

โปรแกรมย่อย CURSOR UP มีการทำงานโดยจะตรวจสอบตำแหน่งของ Cursor ว่าอยู่บรรทัดแรกสุดของจอภาพหรือเปล่า ถ้าไม่ใช่ก็จะเลื่อน Cursor ถอยหลังขึ้นไปหนึ่งบรรทัด ดังแสดงในโฟลว์ชาร์ทรูป 4.22

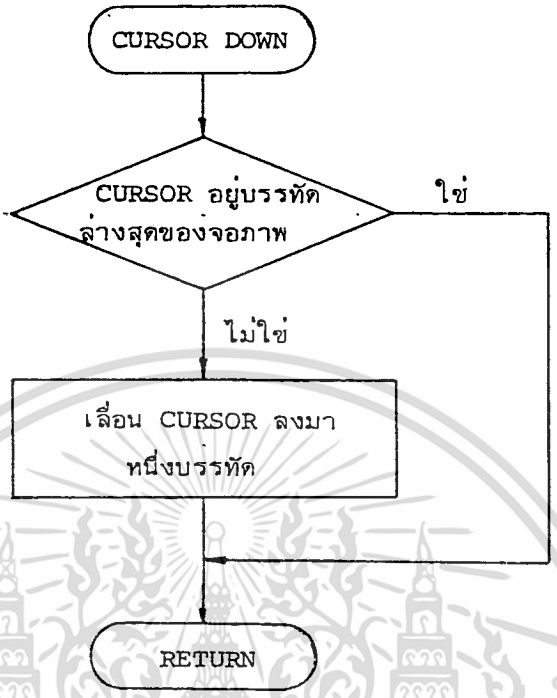


รูป 4.22 แสดงโฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย CURSOR UP

4.2.1.11 โปรแกรมย่อย CURSOR DOWN

โปรแกรมย่อย CURSOR DOWN มีการทำงานโดยจะตรวจสอบตำแหน่งของ Cursor ว่าอยู่บรรทัดล่างสุดของจอภาพหรือเปล่า ถ้าไม่ใช่ก็จะเลื่อน Cursor ลงมาหนึ่งบรรทัด ดังแสดงในโฟลว์ชาร์ทรูป 4.23

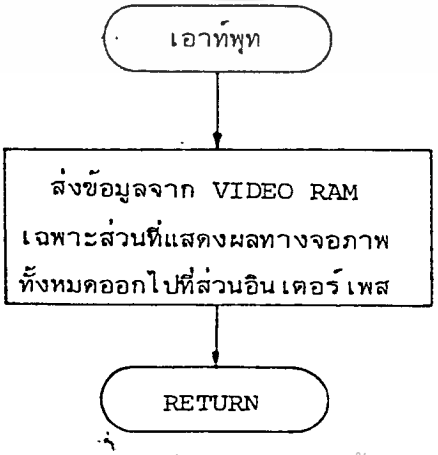
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูป 4.23 แสดงโฟล์วชาร์ทของโปรแกรมย่อย CURSOR DOWN

4.2.1.12 โปรแกรมย่อย OUTPUT

โปรแกรมย่อย OUTPUT มีการทำงานโดยจะส่งข้อมูลจากหน่วยความจำของจอภาพเฉพาะหน้าหนึ่ง ออกไปทางส่วนอินเตอร์เฟสในระบบตรวจสอบสัญญาณ ดังแสดงในโฟล์วชาร์ทในรูป 4.24



รูป 4.24 แสดงโฟล์วชาร์ทของโปรแกรมย่อย OUTPUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 โปรแกรมย่อยภาษาอังกฤษ

โปรแกรมย่อยภาษาอังกฤษมีการทำงานโดยจะนำระหัสอินพุทตัวอักษรภาษาอังกฤษนี้ไปเก็บแทนที่ตำแหน่งของ Cursor ในหน่วยความจำของจอภาพ แล้วปฏิบัติโปรแกรมย่อย CURSOR FORWARD ดังแสดงในโฟลว์ชาร์ทรูป 4.25

รูป 4.25 แสดงโฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อยภาษาอังกฤษ

4.2.3 โปรแกรมย่อยภาษาไทย

โปรแกรมย่อยภาษาไทยมีการทำงานโดย เมื่อระหัสอินพุทตัวอักษรภาษาไทยถูกอ่านเข้ามา จะทำการตรวจสอบข้อมูลในบรรทัดปัจจุบันของ Cursor ว่ามีภาษาไทยหรือยัง ถ้ายังไม่มีภาษาไทยอยู่เลย ก็จะทำการจัดบรรทัดบนจอภาพให้อยู่ในลักษณะของภาษาไทย ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ออกแบบไว้ใช้ 3 บรรทัดของภาษาอังกฤษต่อ 1 บรรทัดของภาษาไทย หลังจากนั้นก็จะทำการตรวจสอบระหัสอินพุทอีกครั้งหนึ่งว่าเป็นระหัสของตัวอักษรระดับไหนซึ่งมีทั้งหมด 4 ระดับคือ

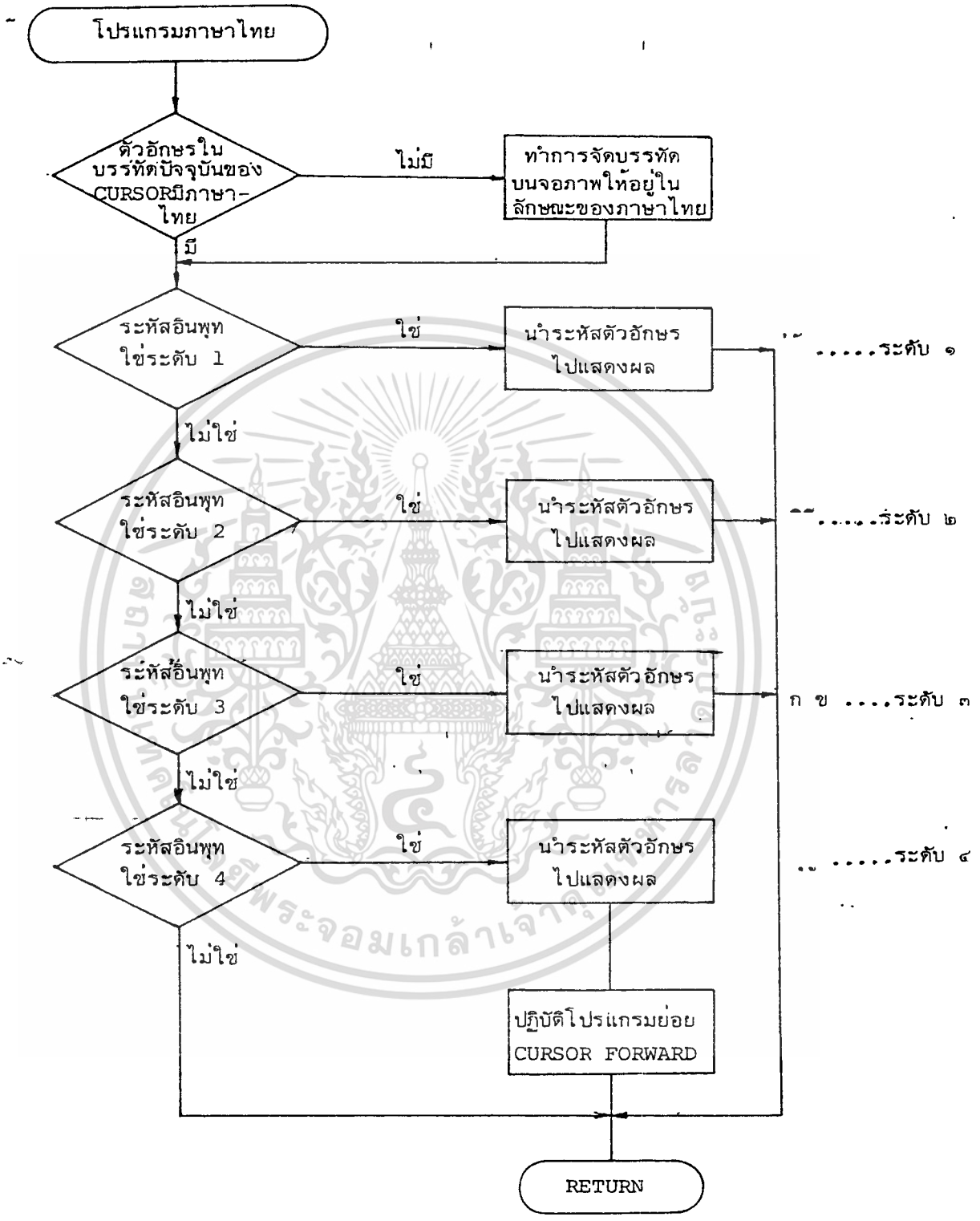
- ระดับ 1 คือ พวกวรรณยุกต์เช่น ไม้เอก ไม้โท เป็นต้น
- ระดับ 2 คือ พวกสระบางชนิดเช่น สระอิ สระอี เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระดับ 3 คือ พวกพยัญชนะทั้งหมด
- ระดับ 4 คือ พวกสระอุ สระอู

สำหรับระดับ 1 และระดับ 2 ออกแบบไว้ให้อยู่ในบรรทัดเดียวกัน เมื่อตรวจสอบได้แล้วว่าเป็นตัวอักษรระดับไหน ก็นำระหัสนั้นไปเก็บยังหน่วยความจำของจอภาพหรือแสดงผลออกมาทางจอภาพนั่นเอง ให้ถูกต้องตามระดับของตัวอักษรนั้น ดังแสดงในโฟลว์-ชาร์ทรูป 4 .26

จากหลักการของซอร์ฟแวร์ทั้งหมดที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า เราใช้ซอร์ฟแวร์นี้ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด ตั้งแต่การอ่านระหัสอินพุทเข้ามา แล้วทำการตรวจ-สอบระหัสอินพุท แล้วทำการแสดงผล ดังนั้นการพัฒนาระบบนี้จึงทำได้ง่ายในกรณีที่ต้องการพัฒนาระบบให้มีหน้าที่พิเศษต่าง ๆ มากกว่านี้ ก็เพียงเขียนซอร์ฟแวร์ขึ้นเท่านั้นเอง ซึ่งนี้คือข้อดีของการใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เข้าควบคุมการทำงานของระบบ ส่วนรายระเอียดของโปรแกรมที่ออกแบบเขียนขึ้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ แสดงในภาคผนวก.



รูป 4.26 แสดงโฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อยภาษาไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 5

บทสรุป

จากที่กล่าวมาตั้งแต่ต้น วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการวิจัยออกแบบสร้างซีอาร์ทีเทอร์มินอล ขึ้นมาหนึ่งเครื่อง ซึ่งภายในนั้นประกอบด้วยส่วนสำคัญทั้งหมด 4 ส่วนคือ

1. ส่วนของคีย์บอร์ด ในวิทยานิพนธ์ได้ทำการวิจัย ออกแบบวงจรควบคุมคีย์บอร์ดขึ้น มีลักษณะพิเศษคือ ผู้ใช้สามารถโปรแกรมระหัสของแต่ละคีย์ได้ โดยการโปรแกรมระหัสที่ต้องการลงไปในหน่วยความจำ ชนิด EPROM ตามแอดเดรสของคีย์นั้น ๆ

2. ส่วนของวงจรควบคุม ซีอาร์ที ในวิทยานิพนธ์ได้ทำการวิจัย ออกแบบวงจรควบคุมซีอาร์ทีขึ้น มีลักษณะพิเศษคือ สามารถนำไปใช้กับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิท ทั่ว ๆ ไปได้ การจัดหน่วยความจำในวงจรควบคุมซีอาร์ทีนั้น จัดให้มีลักษณะเหมือนกับหน่วยความจำของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ มีแอดเดรส ตั้งแต่ 6000 ถึง 6FFF ลักษณะของการแสดงผลเป็นตัวอักษรนั้นเพียงแต่นำระหัส ASCII ของตัวอักษรไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่แอดเดรสสัมพันธ์กับตำแหน่งบนจอภาพ นอกจากนี้ยังมีการออกแบบรูปแบบของตัวอักษรไทย มีการกำหนดระหัสของตัวอักษรภาษาไทย แทรกอยู่ในวงจรควบคุมซีอาร์ทีนี้ด้วย ทำให้สามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรภาษาไทยได้

3. ส่วนของไมโครโปรเซสเซอร์ ในวิทยานิพนธ์ได้ทำการวิจัย นำเอาไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 ซีพียู มาประยุกต์ใช้ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด มีลักษณะพิเศษคือ ออกแบบใช้ซอร์ฟแวร์ควบคุมการทำงานโดยเฉพาะในส่วนของภาษาไทย ออกแบบซอร์ฟแวร์ควบคุมการจัดระดับของ สระ พยัญชนะ และวรรณยุกต์ ให้มีการแสดงผลถูกต้องตามหลักภาษาไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ส่วนของอินเตอร์เฟส ในวิทยานิพนธ์ได้ทำการวิจัยนำ Z-80 PIO มาใช้ร่วมกับ Z-80 ซีพียู เป็นส่วนของอินเตอร์เฟส ใช้สำหรับติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ มีลักษณะพิเศษคือ ออกแบบใช้ซอร์ฟแวร์ควบคุมการส่งหรือรับข้อมูลจากภายนอก ให้เป็นชนิดตรวจสอบสัญญาณ (Handshaking)

จากทั้งหมดในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เราได้ซีอาร์ทีเทอร์มินอล ที่มีการทำงานโดยรับอินพุทจากคีย์บอร์ด ไปเก็บไว้ยังหน่วยความจำพร้อมกับแสดงผลเป็นตัวอักษรออกมาทางจอภาพ ซึ่งอินพุทที่มาจากคีย์บอร์ดนั้นอาจจะเป็นภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษก็ได้ ในกรณีที่เป็นภาษาไทยจะมีการจัดระดับของตัวอักษรบนจอภาพโดยอัตโนมัติ ส่วนการแสดงผลเป็นตัวอักษรนั้นก็จะแสดงผลต่อเนื่องเป็นข้อความตามอินพุทที่เข้ามา เปรียบเสมือนกับว่ามีเครื่องพิมพ์ดีดภาษาไทยและภาษาอังกฤษอยู่ในเครื่องเดียวกัน แต่แทนที่จะพิมพ์ออกมาทางกระดาษกลับใช้การแสดงผลออกมาทางจอภาพแทน และข้อความทั้งหมดที่แสดงบนจอภาพนั้นพร้อมที่จะส่งออกไปภายนอก ถ้าได้รับระหัสคำสั่งจากคีย์บอร์ด นอกจากนี้ยังสามารถรับอินพุทจากภายนอกได้ และอินพุทที่รับเข้ามานี้จะถูกนำไปเก็บไว้ยังหน่วยความจำพร้อมกับแสดงผลเป็นตัวอักษรออกมาทางจอภาพ ซึ่งการทำงานหลังจากรับอินพุทจากภายนอกเข้ามาแล้วจะเหมือนกับการทำงานเมื่อรับอินพุทจากคีย์บอร์ด

ผู้ทำวิจัยเห็นว่า ซีอาร์ที เทอร์มินอล ภาษาไทยนี้มีประโยชน์มาก ควรจะมีการสนับสนุนการวิจัยอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น

1. เมื่อมีซีอาร์ที เทอร์มินอล ภาษาไทยแล้ว ก็น่าจะพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ให้รับคำสั่งเป็นภาษาไทยได้ และสามารถส่งผลลัพธ์ออกมาเป็นภาษาไทยได้เช่นเดียวกัน หรือมองอีกมุมหนึ่งคือทำให้ผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ติดต่อกับเครื่องเป็นภาษาไทยได้ ในระยะแรกอาจจะพัฒนาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เฉพาะงานก็ได้

2. ในปัจจุบันมีหลายหน่วยงาน แม้แต่หน่วยงานของรัฐบาลเองก็มีการนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้สำหรับเก็บข้อมูลต่าง ๆ ในกรณีที่มีซีอาร์ทีเทอร์มินอลภาษาไทยนี้ ก็น่าจะพัฒนาให้เครื่องคอมพิวเตอร์รับข้อมูลต่างๆ จากเทอร์มินอลนี้ไปเก็บได้ ซึ่งลักษณะของข้อมูลนั้นอาจจะเป็นข้อความภาษาไทยก็ได้ และในทางกลับกัน เมื่อเราต้องการดูข้อความต่าง ๆ ที่ถูกนำไปเก็บนั้น ก็สามารถสั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่งข้อความนั้น ๆ ออกมาแสดงผลทางจอภาพได้

3. อาจจะดัดแปลงนำเอา ซีอาร์ที เทอร์มินอลภาษาไทยนี้ไปใช้กับระบบโทรพิมพ์ก็ได้ เมื่อต้องการส่งข้อความออกไป ก็เพียงใช้คีย์บอร์ดป้อนอินพุทเป็นข้อความที่ต้องการส่งแสดงออกมาทางจอภาพ เมื่อได้ข้อความที่ถูกต้องแล้ว ถึงจะส่งข้อความนั้นออกไป และในทางกลับกันการรับข้อมูลจากโทรพิมพ์เครื่องอื่นเข้ามา ก็จะนำข้อมูลไปเก็บไว้ยังหน่วยความจำพร้อมกับแสดงผลออกมาทางจอภาพ หรือจะส่งข้อมูลนั้นออกไปพิมพ์ก็ได้

จากตัวอย่างที่กล่าวมานี้ เป็นเพียงแนวความคิดที่น่าจะเป็นไปได้ ถ้ามีการค้นคว้า ทำการวิจัยอย่างจริงจัง และนอกเหนือจากนี้อาจจะมีการดัดแปลงนำไปใช้งานอย่างอื่นได้อีกมากมาย ดังนั้นผู้เขียนวิทยานิพนธ์นี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่า วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงจะมีประโยชน์บ้างไม่มากก็น้อย สำหรับผู้สนใจหรือผู้ที่กำลังทำงานวิจัยเกี่ยวกับทางด้านนี้อยู่

หนังสืออ้างอิง

1) Lance A. Leventhal, "Introduction to Microprocessor: Software, Hardware, Programming", Prentice-Hall, New Jersey,1978.

2) Bruce A.Artwick, "Microcomputer Interfacing", Prentice-Hall, New Jersey,1980.

3) Max J. Schindler, "Microprocessor Software Design", Software Editor Electronic Design .

4) Pat Kawakami and Rick McCarthy, "Signetics Logic-TTL Data Manual", Uniplan, San Francisco, 1978.

5) Don Lancaster "TTL Cookbook", Howard W. Sams, Indiana 1977.

6) Mitchell Waite and Michael Pardee "Microcomputer Primer", Howard W. Sams, Indiana, 1980.

7) Texas Instruments "Model 911 Video Display Termind Installation and Operation", Manual No.945423-9701, Revised 15 January,1979.

8) Intel, "Component Data Catalog", Intel Corporation,1980.

9) LSi, "ADM-3 Dumb Terminal Maintenance Manual", Lear Siegler,Inc, California, 1977.

10) NEC, "N6300 Model 50 Maintenance Manual", NEC, Japan,1980.

11) NEC, "N6300 Model 50 Reference Notes FMN-6044-1, "NEC, Japan,1980.

12) William Barden, Jr., "The Z-80 Microcomputer Handbook", Howard W. Sams, Indiana , 1979.

13) IBM System/370 Reference Summary, New York,1976.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางระหัส ASCII 8 บิท ภาษาอังกฤษ-ภาษาไทย

รูปแบบของตัวอักษรภาษาอังกฤษ

รูปแบบของตัวอักษรภาษาไทย

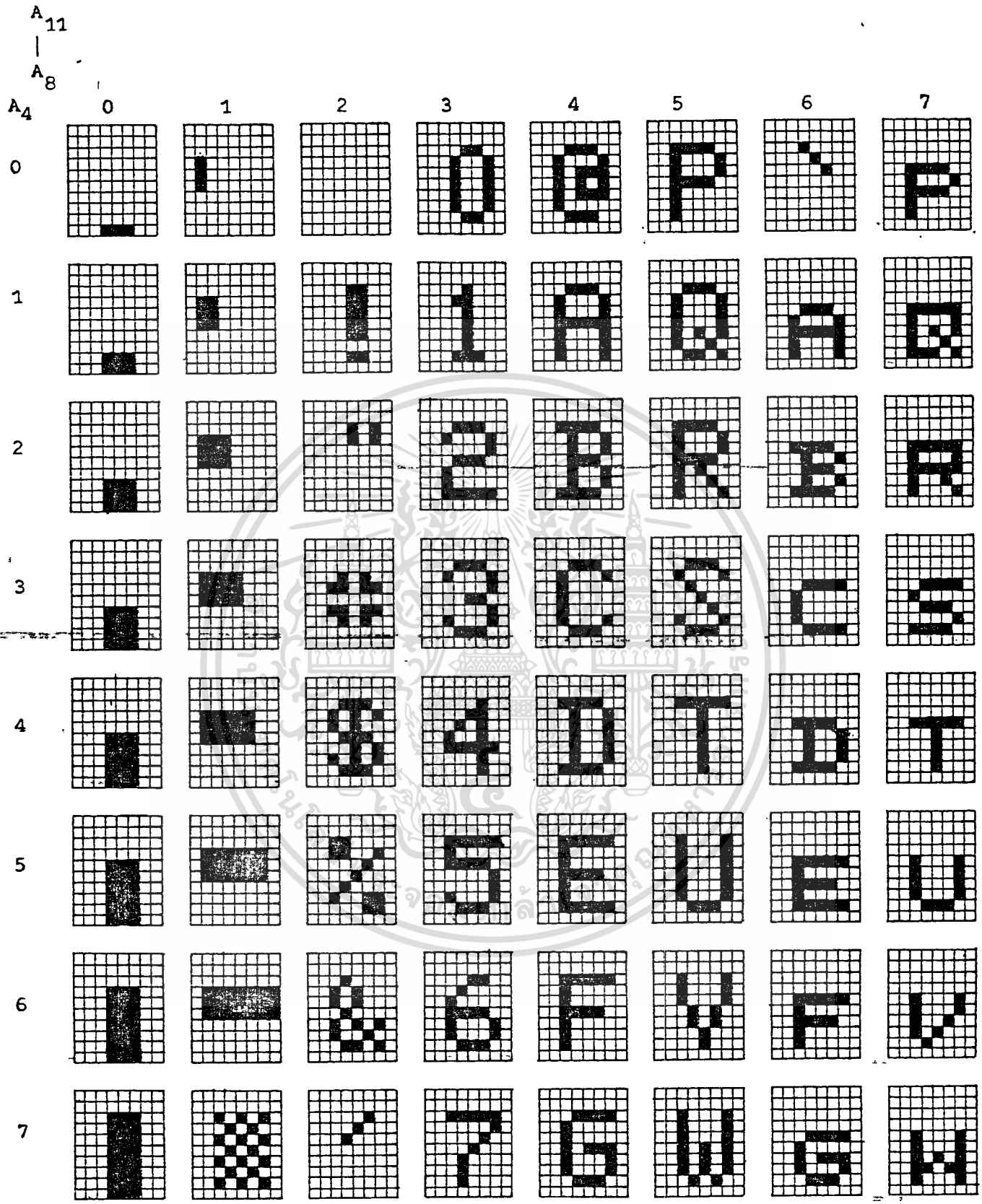
โปรแกรมควบคุมการทำงานทั้งหมด

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางระหัส ASCII 8 บิท ภาษาอังกฤษ-ภาษาไทย

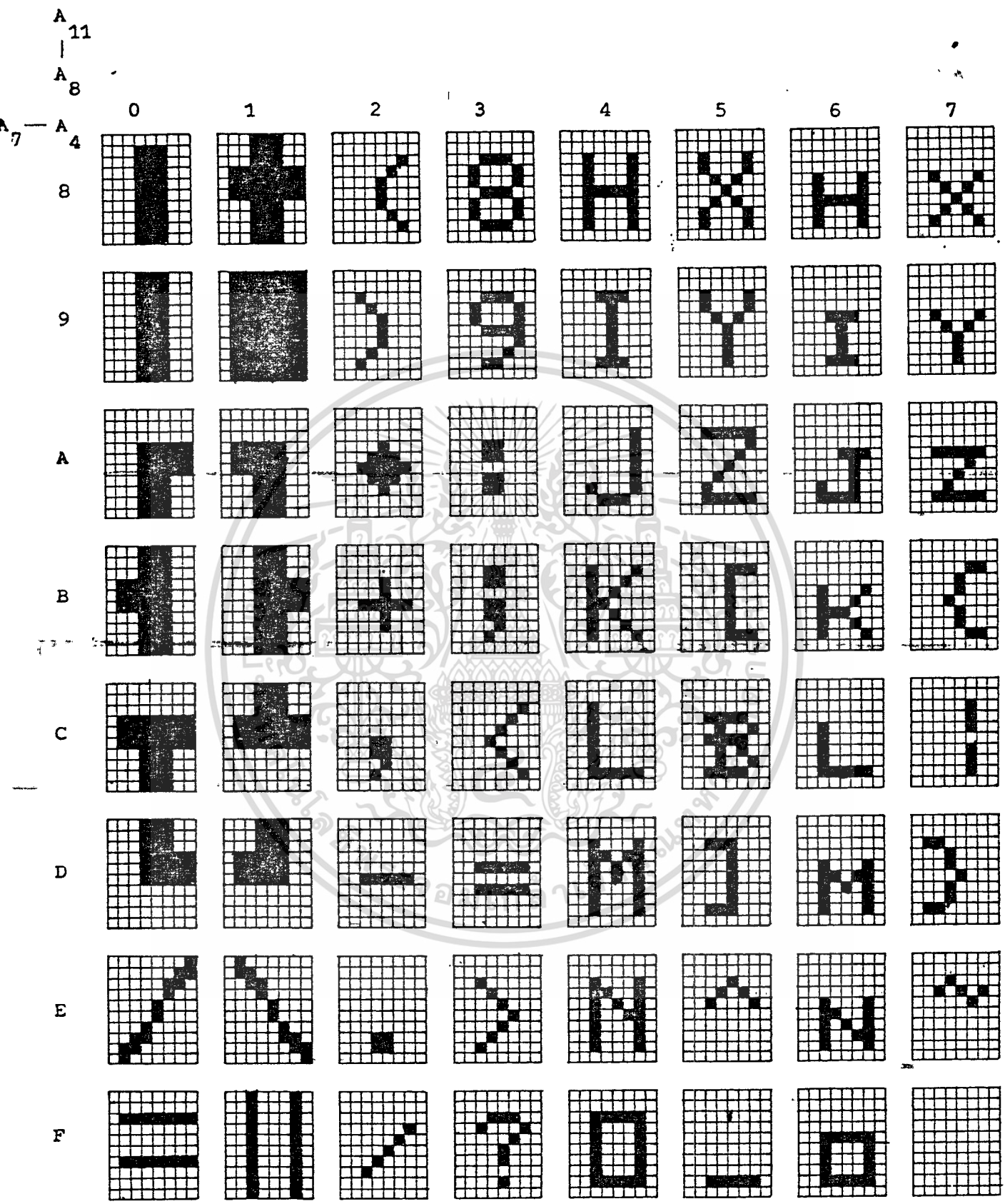
4 บิทบน / 4 บิทล่าง	b_8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
	b_7	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
	b_6	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
	b_5	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
b_4 b_3 b_2 b_1		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0 0 0 0	0	NUL	DLE	SP	0	@	P	\	p	ก	ฑ	ม	า	ิ	ี	ึ	HOME
0 0 0 1	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q	ข	ฒ	ย	ำ	ิ	ี	ึ	else
0 0 1 0	2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r	ฃ	ณ	ร	ิ	ิ	ี	ึ	selup
0 0 1 1	3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s	ค	ด	ฤ	ิ	ิ	ี	ึ	seldw
0 1 0 0	4	EOT	DC4	$	4	D	T	d	t	ฅ	ต	ฦ	ิ	ิ	ี	ึ	eurfw
0 1 0 1	5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u	ฆ	ถ	ว	ิ	ิ	ี	ึ	eurbw
0 1 1 0	6	ALK	SYN	&	6	F	V	f	v	ง	ท	ศ	ิ	ิ	ี	ึ	eurup
0 1 1 1	7	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w	จ	ธ	ษ	ิ	ิ	ี	ึ	eurdw
1 0 0 0	8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x	ฉ	น	ส	ิ	ิ	ี	ึ	
1 0 0 1	9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y	ช	บ	ห	ิ	ิ	ี	ึ	
1 0 1 0	A	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z	ซ	ป	ฬ	ิ	ิ	ี	ึ	
1 0 1 1	B	VT	ESC	+	;	K	[	k	{	ฌ	ผ	อ	ิ	ิ	ี	ึ	
1 1 0 0	C	FF	FS	,	<	L	\	l	|	ญ	ฝ	ฮ	ิ	ิ	ี	ึ	
1 1 0 1	D	CR	GS	-	=	M	]	m	}	ฎ	พ	ฯ	ิ	ิ	ี	ึ	
1 1 1 0	E	SO	RS	.	>	N	^	n	~	ฏ	ฟ	ะ	ิ	ิ	ี	ึ	
1 1 1 1	F	SI	US	/	?	O	_	o		ฐ	ภ	ั	ิ	ิ	ี	ึ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



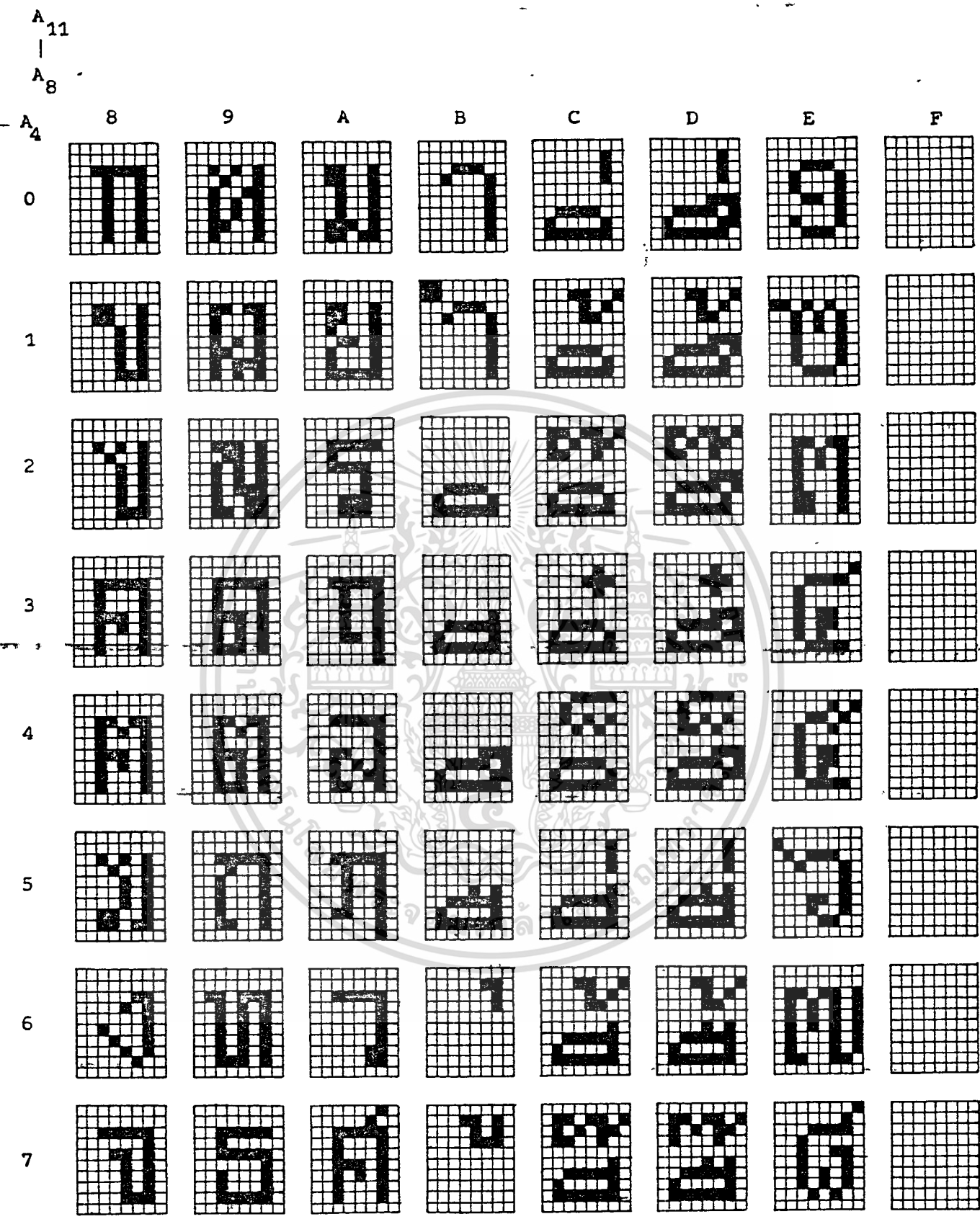
รูปแบบของตัวอักษรภาษาอังกฤษ และแสดงแอดเดรสของตัวอักษรในไอซีตัวกำเนิดอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแบบของตัวอักษรภาษาอังกฤษ และแสดงแอดเดรสของตัวอักษรในไอซีตัวกำเนิดอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแบบของตัวอักษรภาษาไทย และแสดงแอดเดรสของตัวอักษรในไอซีตัวกำเนิดอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A11
|
A8

A4

	8	9	A	B	C	D	E	F
8								
9								
A								
B								
C								
D								
E								
F								

รูปแบบของตัวอักษรภาษาไทย และแสดงแอดเดรสของตัวอักษรในไอซีตัวกำเนิดอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CROMEMCO Z80 MACRO ASSEMBLER VERSION 03.07
*** MTHESIS ***

      (0000)      0001            ORG     0000H
0000  31F01F      0002  START     LD      SP,1FF0H
0003  DD21F01C    0003            LD      IX,1CF0H
0007  3E00        0004            LD      A,00H
0009  ED47        0005            LD      I,A
000B  32001C      0006            LD      (1C00H),A
000E  3E0F        0007            LD      A,0FH
0010  D321        0008            OUT     (21H),A
0012  3E1E        0009            LD      A,1EH
0014  D321        0010            OUT     (21H),A
0016  3E4F        0011            LD      A,4FH
0018  180A        0012            JR      START2
      (001E)      0013            ORG     001EH
001E  19          0014            DB      19H
001F  08          0015            DB      08H
0020  0C          0016            DB      0CH
0021  08          0017            DB      08H
      (0024)      0018            ORG     0024H
0024  D323        0019  START2     OUT     (23H),A
0026  3E20        0020            LD      A,20H
0028  D323        0021            OUT     (23H),A
002A  FB          0022            EI
002B  ED5E        0023            IM2
002D  CD0F01      0024  MAIN1     CALL    CLSTA
0030  DB18        0025            IN      A,(18H)
0032  CD3F00      0026            CALL    CLCRT
0035  CD0601      0027  KEY1      CALL    KEYIN
0038  F3          0028            DI
0039  CDC301      0029            CALL    MAIN
003C  FB          0030            EI
003D  18F6        0031            JR      KEY1
003F  210060      0032  CLCRT     LD      HL,6000H
0042  010110      0033            LD      BC,1001H
0045  3E20        0034            LD      A,20H
0047  77          0035  XXX       LD      (HL),A
0048  23          0036            INC     HL
0049  0D          0037            DEC     C
004A  20FB        0038            JR      NZ,XXX
004C  05          0039            DEC     B
004D  20F8        0040            JR      NZ,XXX
004F  210060      0041            LD      HL,6000H
0052  4E          0042            LD      C,(HL)
0053  0617        0043            LD      B,17H
0055  70          0044            LD      (HL),B
0056  C9          0045            RET
0057  CD5D00      0046  SCLUP1    CALL    SCLUP
005A  C3C201      0047            JP      KEY
                  0048
005D  71          0049  SCLUP     LD      (HL),C          ; SUBROUTINE
005E  E5          0050            PUSH    HL              ; SCROLLING
005F  FD21001D    0051            LD      IY,1D00H        ; UP
0063  FD360017    0052            LD      (IY+0H),17H
0067  21D060      0053            LD      HL,60D0H
006A  115060      0054            LD      DE,6050H
006D  013000      0055  SCRA      LD      BC,0030H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CROMEMCO Z80 MACRO ASSEMBLER VERSION 03.07
*** MTHESIS ***

0070  EDB0          0056            LDIR
0072  FD3500        0057            DEC     (IY+0)
0075  2808          0058            JR      Z,NEXT
0077  015000        0059            LD      BC,0050H
007A  CD0101        0060            CALL    SCRY
007D  18EE          0061            JR      SCRA
007F  FD360017      0062  NEXT      LD      (IY+0),17H
0083  21206C        0063            LD      HL,6C20H
0086  11006C        0064            LD      DE,6C00H
0089  012000        0065  SCRA1     LD      BC,0020H
008C  EDB0          0066            LDIR
008E  FD3500        0067            DEC     (IY+0)
0091  20F6          0068            JR      NZ,SCRA1
0093  210060        0069  NEXT1     LD      HL,6000H
0096  11D06B        0070            LD      DE,6BD0H
0099  013000        0071            LD      BC,0030H
009C  EDB0          0072            LDIR
009E  11E06E        0073            LD      DE,6EE0H
00A1  012000        0074            LD      BC,0020H
00A4  EDB0          0075            LDIR
00A6  FD360017      0076            LD      (IY+0),17H
00AA  218060        0077            LD      HL,6080H
00AD  110060        0078            LD      DE,6000H
00B0  CDD307        0079  SCRA2     CALL    SCLDY
00B3  FD3500        0080            DEC     (IY+0)
00B6  2808          0081            JR      Z,NEXT2
00B8  013000        0082            LD      BC,0030H
00BB  CD0101        0083            CALL    SCRY
00BE  18F0          0084            JR      SCRA2
00C0  21C11C        0085  NEXT2     LD      HL,1CC1H
00C3  11C01C        0086            LD      DE,1CC0H
00C6  013000        0087            LD      BC,0030H
00C9  EDB0          0088            LDIR
00CB  3E00          0089            LD      A,00H
00CD  32EF1C        0090            LD      (1CEFH),A
00D0  21806B        0091            LD      HL,6B80H
00D3  0650          0092            LD      B,50H
00D5  3620          0093  YY        LD      (HL),20H
00D7  23            0094            INC     HL
00D8  10FB          0095            DJNZ    YY
00DA  E1            0096            POP     HL
00DB  CD5902        0097            CALL    LDSTA
00DE  FDCB007E      0098            BIT     7,(IY+0H)
00E2  2819          0099            JR      Z,SCRA3
00E4  FDCB017E      0100            BIT     7,(IY+1H)
00E8  280C          0101            JR      Z,SCRA4
00EA  010001        0102            LD      BC,0100H
00ED  09            0103            ADD     HL,BC
00EE  DD3401        0104            INC     (IX+1H)
00F1  DD3401        0105            INC     (IX+1H)
00F4  1807          0106            JR      SCRA3
00F6  018000        0107  SCRA4     LD      BC,0080H
00F9  09            0108            ADD     HL,BC
00FA  DD3401        0109            INC     (IX+1H)
00FD  4E            0110  SCRA3     LD      C,(HL)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CROMEMCO Z80 MACRO ASSEMBLER VERSION 03.07
*** MTHESIS ***

00FE  3617          0111            LD      (HL),17H
0100  C9            0112            RET
0101  09            0113  SCRY      ADD     HL,BC
0102  EB            0114            EX      DE,HL
0103  09            0115            ADD     HL,BC
0104  EB            0116            EX      DE,HL
0105  C9            0117            RET
                    0118
0106  DB12          0119  KEYIN     IN      A,(12H)         ; READ
0108  CB7F          0120            BIT     7,A             ; INPUT
010A  20FA          0121            JR      NZ,KEYIN        ; FROM
010C  DB18          0122            IN      A,(18H)         ; KEYBOARD
010E  C9            0123            RET
                    0124
010F  E5            0125  CLSTA     PUSH    HL              ; SUBROUTINE
0110  C5            0126            PUSH    BC              ; CLEAR
0111  21C01C        0127            LD      HL,1CC0H        ; STATUS
0114  0631          0128            LD      B,31H
0116  3600          0129  YY1       LD      (HL),00H
0118  23            0130            INC     HL
0119  10FB          0131            DJNZ    YY1
011B  3601          0132            LD      (HL),01
011D  C1            0133            POP     BC
011E  E1            0134            POP     HL
011F  C9            0135            RET
                    0136
0120  23            0137  CHECK     INC     HL
0121  DD3400        0138            INC     (IX+0)
0124  3E50          0139            LD      A,50H
0126  DDBE00        0140            CP      (IX+0)
0129  2030          0141            JR      NZ,CCC
012B  DD360000      0142            LD      (IX+0),00H
012F  CD5902        0143            CALL    LDSTA
0132  FDCB007E      0144            BIT     7,(IY+0)
0136  280C          0145            JR      Z,ENG
0138  11B000        0146  THAI      LD      DE,0B0H
013B  19            0147            ADD     HL,DE
013C  DD3401        0148            INC     (IX+1H)
013F  DD3401        0149            INC     (IX+1H)
0142  1807          0150            JR      BB
0144  113000        0151  ENG       LD      DE,30H
0147  19            0152            ADD     HL,DE
0148  DD3401        0153            INC     (IX+1H)
014B  3E19          0154  BB        LD      A,19H
014D  DDBE01        0155            CP      (IX+1)
0150  200D          0156            JR      NZ,CHE1
0152  CD5D00        0157            CALL    SCLUP
0155  DD3501        0158            DEC     (IX+1H)
0158  21806B        0159            LD      HL,6B80H
015B  4E            0160  CCC       LD      C,(HL)
015C  3617          0161            LD      (HL),17H
015E  C9            0162            RET
015F  FDCB017E      0163  CHE1      BIT     7,(IY+1H)
0163  28F6          0164            JR      Z,CCC
0165  118000        0165            LD      DE,80H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CROMEMCO Z80 MACRO ASSEMBLER VERSION 03.07
*** MTHESIS ***

0168  DD3401        0166            INC     (IX+1H)
016B  18EE          0167            JR      CCC
016D  71            0168  CURDW     LD      (HL),C          ; SUBROUTINE
016E  CD5902        0169            CALL    LDSTA           ; CURSOR
0171  FDCB007E      0170            BIT     7,(IY+0H)       ; DOWN
0175  201F          0171            JR      NZ,DWTHA
0177  3E18          0172            LD      A,18H
0179  DDBE01        0173            CP      (IX+1H)
017C  282D          0174            JR      Z,CCC4
017E  FDCB017E      0175            BIT     7,(IY+1H)
0182  280C          0176            JR      Z,CDW1
0184  010001        0177  CDWY      LD      BC,0100H
0187  09            0178  CDWZ      ADD     HL,BC
0188  DD3401        0179            INC     (IX+1H)
018B  DD3401        0180  CDWX      INC     (IX+1H)
018E  181B          0181            JR      CCC4
0190  018000        0182  CDW1      LD      BC,0080H
0193  09            0183            ADD     HL,BC
0194  18F5          0184            JR      CDWX
0196  3E17          0185  DWTHA     LD      A,17H
0198  DDBE01        0186            CP      (IX+1H)
019B  280E          0187            JR      Z,CCC4
019D  FDCBFE7E      0188            BIT     7,(IY-2H)
01A1  28E1          0189            JR      Z,CDWY
01A3  018001        0190            LD      BC,0180H
01A6  DD3401        0191            INC     (IX+1H)
01A9  18DC          0192            JR      CDWZ
01AB  4E            0193  CCC4      LD      C,(HL)
01AC  3617          0194            LD      (HL),17H
01AE  C3C201      R 0195            JP      KEY
                    0196
01B1  3E4F          0197  CURFW     LD      A,4FH           ; SUBROUTINE
01B3  DDBE00        0198            CP      (IX+0H)         ; CURSOR
01B6  2808          0199            JR      Z,CURF1         ; FORWARD
01B8  71            0200            LD      (HL),C
01B9  23            0201            INC     HL
01BA  DD3400        0202            INC     (IX+0H)
01BD  4E            0203            LD      C,(HL)
01BE  3617          0204            LD      (HL),17H
01C0  1800          0205  CURF1     JR      KEY
                    0206
                    0207
                    0208
01C2  C9            0209  KEY       RET
01C3  FE10          0210  MAIN      CP      10H             ; MAIN
01C5  CAE107        0211            JP      Z,OUT1
01C8  FE20          0212            CP      20H
01CA  380F          0213            JR      C,CTRL
01CC  FEE9          0214            CP      0E9H
01CE  301B          0215            JR      NC,SCTRL
01D0  CB7F          0216  CHD       BIT     7,A
01D2  C22505        0217            JP      NZ,THAID
01D5  77            0218            LD      (HL),A
01D6  CD2001        0219            CALL    CHECK
01D9  18E7          0220            JR      KEY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
01DB  FE0A        0221  CTRL    CP      0AH
01DD  2834        0222          JR      Z,LINEF
01DF  FE0D        0223          CP      0DH
01E1  CA7102      0224          JP      Z,CARET
01E4  FE08        0225          CP      08H
01E6  CA8B02      0226          JP      Z,BACKS
01E9  18D7        0227          JR      KEY
01EB  FEF0        0228  SCTRL   CP      0F0H
01ED  CA7F06      0229          JP      Z,HOME
01F0  FEF1        0230          CP      0F1H
01F2  28CF        0231          JR      Z,MAIN
01F4  FEF2        0232          CP      0F2H
01F6  CA5700      0233          JP      Z,SCLUP1
01F9  FEF3        0234          CP      0F3H
01FB  CA0707      0235          JP      Z,SCLDW
01FE  FEF4        0236          CP      0F4H
0200  28AF        0237          JR      Z,CURFW
0202  FEF5        0238          CP      0F5H
0204  CAA706      0239          JP      Z,CURBW
0207  FEF6        0240          CP      0F6H
0209  CAB906      0241          JP      Z,CURUP
020C  FEF7        0242          CP      0F7H
020E  CA6D01      0243          JP      Z,CURDW
0211  18AF        0244          JR      KEY
                  0245
0213  CD1A02      0246  LINEF   CALL    LF          ; SUBROUTINE
0216  3617        0247          LD      (HL),17H    ; LINE FEED
0218  18A8        0248          JR      KEY
021A  71          0249  LF      LD      (HL),C
021B  CD5902      0250          CALL    LDSTA
021E  FDCB007E    0251          BIT     7,(IY+0)
0222  2810        0252          JR      Z,ENG10
0224  3E17        0253          LD      A,17H
0226  DDBE01      0254          CP      (IX+1H)
0229  2022        0255          JR      NZ,ENG20
022B  CD5D00      0256          CALL    SCLUP
022E  71          0257          LD      (HL),C
022F  CD6902      0258  LF2     CALL    LINE1
0232  4E          0259          LD      C,(HL)
0233  C9          0260          RET
0234  3E18        0261  ENG10   LD      A,18H
0236  DDBE01      0262          CP      (IX+1H)
0239  280E        0263          JR      Z,LF1
023B  CD6902      0264          CALL    LINE1
023E  CD5902      0265  LF3     CALL    LDSTA
0241  FDCB007E    0266          BIT     7,(IY+0)
0245  4E          0267          LD      C,(HL)
0246  C8          0268          RET     Z
0247  18E6        0269          JR      LF2
0249  CD5D00      0270  LF1     CALL    SCLUP
024C  C9          0271          RET
024D  110001      0272  ENG20   LD      DE,0100H
0250  19          0273          ADD     HL,DE
0251  DD3401      0274          INC     (IX+1H)
0254  DD3401      0275          INC     (IX+1H)
```

การนี้เป็นการที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CROMEMCO Z80 MACRO ASSEMBLER VERSION 03.07
*** MTHESIS ***

0257  18E5          0276            JR      LF3
                    0277
                    0278
0259  3E19          0279  LDSTA     LD      A,19H           ; SUBROUTINE
025B  DD9601        0280            SUB     (IX+1)          ; LOAD
025E  DDE5          0281            PUSH    IX              ; STATUS
0260  D1            0282            POP     DE
0261  47            0283            LD      B,A
0262  7B            0284            LD      A,E
0263  90            0285            SUB     B
0264  5F            0286            LD      E,A
0265  D5            0287            PUSH    DE
0266  FDE1          0288            POP     IY
0268  C9            0289            RET
                    0290
                    0291
0269  118000        0292  LINE1     LD      DE,80H
026C  19            0293            ADD     HL,DE
026D  DD3401        0294            INC     (IX+1H)
0270  C9            0295            RET
                    0296
                    0297
0271  CD7C02        0298  CARET     CALL    CR1             ; SUBROUTINE
0274  CD1A02        0299            CALL    LF              ; CARRAIGE
0277  3617          0300            LD      (HL),17H        ; RETURN
0279  C3C201        0301            JP      KEY
                    0302
                    0303
027C  3620          0304  CR1       LD      (HL),20H
027E  7D            0305            LD      A,L
027F  DD9600        0306            SUB     (IX+0)
0282  6F            0307            LD      L,A
0283  DD360000      0308            LD      (IX+0),00H
0287  4E            0309            LD      C,(HL)
0288  3617          0310            LD      (HL),17H
028A  C9            0311            RET
                    0312
028B  0E20          0313  BACKS     LD      C,20H           ; SUBROUTINE
028D  CD5902        0314            CALL    LDSTA           ; BACK
0290  FDCB007E      0315            BIT     7,(IY+0H)       ; SPACE
0294  2006          0316            JR      NZ,THAIB
0296  CD3103        0317            CALL    ENGBS
0299  C3C201        0318            JP      KEY
                    0319
029C  3E60          0320  THAIB     LD      A,60H
029E  BC            0321            CP      H
029F  201D          0322            JR      NZ,BS5
02A1  3E80          0323            LD      A,80H
02A3  BD            0324            CP      L
02A4  2018          0325            JR      NZ,BS5
02A6  CD6B03        0326            CALL    CHTAI
02A9  DDCB027E      0327            BIT     7,(IX+2H)
02AD  200C          0328            JR      NZ,RETB
02AF  CD1203        0329            CALL    BBS2
02B2  3620          0330            LD      (HL),20H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CROMEMCO Z80 MACRO ASSEMBLER VERSION 03.07
*** MTHESIS ***

02B4  210060      0331           LD      HL,6000H
02B7  0E20        0332           LD      C,20H
02B9  3617        0333           LD      (HL),17H
02BB  C3C201      0334  RETB     JP      KEY
                  0335
02BE  3E00        0336  BS5      LD      A,00H
02C0  DDBE00      0337           CP      (IX+0H)
02C3  2025        0338           JR      NZ,BS6
02C5  CD6B03      0339           CALL    CHTAI
02C8  DDCB027E    0340           BIT     7,(IX+2H)
02CC  2817        0341           JR      Z,BS8
                  0342
02CE  CD2203      0343  BS9      CALL    BBS1
02D1  CD5902      0344           CALL    LDSTA
02D4  FDCB007E    0345           BIT     7,(IY+0H)
02D8  2806        0346           JR      Z,BBS4
02DA  118000      0347           LD      DE,0080H
02DD  CD6403      0348           CALL    BSY
02E0  4E          0349  BBS4     LD      C,(HL)
02E1  3617        0350           LD      (HL),17H
02E3  18D6        0351           JR      RETB
02E5  CD1203      0352  BS8      CALL    BBS2
02E8  18E4        0353           JR      BS9
                  0354
02EA  117F00      0355  BS6      LD      DE,7FH
02ED  19          0356           ADD     HL,DE
02EE  7E          0357           LD      A,(HL)
02EF  FE20        0358           CP      20H
02F1  2807        0359           JR      Z,BS10
02F3  3620        0360           LD      (HL),20H
02F5  B7          0361           OR      A
02F6  ED52        0362           SBC     HL,DE
02F8  18C1        0363           JR      RETB
                  0364
02FA  B7          0365  BS10     OR      A
02FB  ED52        0366           SBC     HL,DE
02FD  118100      0367           LD      DE,81H
0300  B7          0368           OR      A
0301  ED52        0369           SBC     HL,DE
0303  7E          0370           LD      A,(HL)
0304  FE20        0371           CP      20H
0306  2006        0372           JR      NZ,BS11
0308  19          0373           ADD     HL,DE
0309  CD4E03      0374           CALL    BS3
030C  18AD        0375           JR      RETB
030E  71          0376  BS11     LD      (HL),C
030F  19          0377           ADD     HL,DE
0310  18A9        0378           JR      RETB
0312  CD5902      0379  BBS2     CALL    LDSTA
0315  FD360000    0380           LD      (IY+0H),00H
0319  FD360100    0381           LD      (IY+1H),00H
031D  FD36FF00    0382           LD      (IY-1H),00H
0321  C9          0383           RET
0322  71          0384  BBS1     LD      (HL),C
0323  11B100      0385           LD      DE,00B1H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CROMEMCO Z80 MACRO ASSEMBLER VERSION 03.07
*** MTHESIS ***

0326  CD6403      0386            CALL    BSY
0329  DD3501      0387            DEC     (IX+1H)
032C  DD36004F    0388            LD      (IX+0H),4FH
0330  C9          0389            RET
0331  3E60        0390  ENGBS     LD      A,60H
0333  BC          0391            CP      H
0334  2011        0392            JR      NZ,BS1
0336  3E00        0393            LD      A,00H
0338  BD          0394            CP      L
0339  200C        0395            JR      NZ,BS1
033B  C9          0396            RET
033C  FDCBFF7E    0397  BSX       BIT     7,(IY-1H)
0340  2815        0398            JR      Z,BS2
0342  CD2203      0399            CALL    BBS1
0345  180C        0400            JR      BS4
0347  3E00        0401  BS1       LD      A,00H
0349  DDBE00      0402            CP      (IX+0H)
034C  28EE        0403            JR      Z,BSX
034E  71          0404  BS3       LD      (HL),C
034F  2B          0405            DEC     HL
0350  DD3500      0406            DEC     (IX+0H)
0353  4E          0407  BS4       LD      C,(HL)
0354  3617        0408            LD      (HL),17H
0356  C9          0409            RET
0357  71          0410  BS2       LD      (HL),C
0358  113100      0411            LD      DE,0031H
035B  CD6403      0412            CALL    BSY
035E  DD36004F    0413            LD      (IX+0H),4FH
0362  18EF        0414            JR      BS4
0364  B7          0415  BSY       OR      A
0365  ED52        0416            SBC     HL,DE
0367  DD3501      0417            DEC     (IX+1H)
036A  C9          0418            RET
                  0419
036B  F5          0420  CHTAI     PUSH    AF              ; SUBROUTINE
036C  C5          0421            PUSH    BC              ; CHECK DATA
036D  D5          0422            PUSH    DE              ; IN LINE,
036E  7D          0423            LD      A,L             ; THERE IS
036F  DD9600      0424            SUB     (IX+0H)         ; A THAI
0372  6F          0425            LD      L,A             ; CHARACTER
0373  0650        0426            LD      B,50H           ; OR NOT.
0375  97          0427            SUB     A
0376  B6          0428  CH1       OR      (HL)
0377  23          0429            INC     HL
0378  10FC        0430            DJNZ    CH1
037A  DD7702      0431            LD      (IX+2H),A
037D  B7          0432            OR      A
037E  115000      0433            LD      DE,0050H
0381  ED52        0434            SBC     HL,DE
0383  7D          0435            LD      A,L
0384  DD8600      0436            ADD     (IX+0H)
0387  6F          0437            LD      L,A
0388  D1          0438            POP     DE
0389  C1          0439            POP     BC
038A  F1          0440            POP     AF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CROMEMCO Z80 MACRO ASSEMBLER VERSION 03.07
*** MTHESIS ***

038B  C9            0441            RET
                    0442
                    0443
038C  FEAF          0444  CHELV     CP      0AFH            ; CHECK
038E  3826          0445            JR      C,LEV3          ; LEVEL
0390  281F          0446            JR      Z,LEV2          ; OF
0392  FEB2          0447            CP      0B2H            ; THAI
0394  3820          0448            JR      C,LEV3          ; CHARACTE
0396  FEB6          0449            CP      0B6H
0398  3817          0450            JR      C,LEV2
039A  FEB8          0451            CP      0B8H
039C  381D          0452            JR      C,LEV4
039E  FEBD          0453            CP      0BDH
03A0  3814          0454            JR      C,LEV3
03A2  FECE          0455            CP      0CEH
03A4  3806          0456            JR      C,LEV1
03A6  FEDB          0457            CP      0DBH
03A8  2802          0458            JR      Z,LEV1
03AA  180A          0459            JR      LEV3
03AC  DD360481      0460  LEV1      LD      (IX+4H),81H     ;THAI UP1
03B0  C9            0461            RET
03B1  DD360482      0462  LEV2      LD      (IX+4H),82H     ;THAI UP2
03B5  C9            0463            RET
03B6  DD360484      0464  LEV3      LD      (IX+4H),84H     ;THAI.
03BA  C9            0465            RET
03BB  DD360488      0466  LEV4      LD      (IX+4H),88H     ;THAI LO
03BF  C9            0467            RET
                    0468
03C0  21806A        0469  TH1       LD      HL,6A80H
03C3  11006B        0470            LD      DE,6B00H
03C6  015000        0471            LD      BC,0050H
03C9  EDB0          0472            LDIR
                    0473
03CB  21806A        0474            LD      HL,6A80H
03CE  0650          0475            LD      B,50H
03D0  3620          0476  TH3       LD      (HL),20H
03D2  23            0477            INC     HL
03D3  10FB          0478            DJNZ    TH3
                    0479
03D5  21006B        0480            LD      HL,6B00H
03D8  7D            0481            LD      A,L
03D9  DD8600        0482            ADD     (IX+0H)
03DC  6F            0483            LD      L,A
03DD  C9            0484            RET
03DE  CD5902        0485  SETST     CALL    LDSTA
03E1  FD36FF81      0486            LD      (IY-1H),81H
03E5  FD360083      0487            LD      (IY+0H),83H
03E9  FD360184      0488            LD      (IY+1H),84H
03ED  C9            0489            RET
                    0490
03EE  7D            0491  TH4       LD      A,L
03EF  DD9600        0492            SUB     (IX+0)
03F2  6F            0493            LD      L,A
03F3  E5            0494            PUSH    HL
03F4  118000        0495            LD      DE,0080H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CROMEMCO Z80 MACRO ASSEMBLER VERSION 03.07
*** MTHESIS ***

03F7  19          0496            ADD     HL,DE
03F8  EB          0497            EX      DE,HL
03F9  E1          0498            POP     HL
03FA  015000      0499            LD      BC,0050H
03FD  EDB0        0500            LDIR
                  0501
03FF  115000      0502            LD      DE,0050H
0402  B7          0503            OR      A
0403  ED52        0504            SBC     HL,DE
0405  0650        0505            LD      B,50H
0407  3620        0506  TH6       LD      (HL),20H
0409  23          0507            INC     HL
040A  10FB        0508            DJNZ    TH6
040C  115000      0509            LD      DE,0050H
040F  B7          0510            OR      A
0410  ED52        0511            SBC     HL,DE
0412  7D          0512            LD      A,L
0413  DD8600      0513            ADD     (IX+0H)
0416  6F          0514            LD      L,A
0417  118000      0515            LD      DE,80H
041A  19          0516            ADD     HL,DE
041B  C9          0517            RET
                  0518
                  0519
041C  B7          0520  TH15      OR      A
041D  ED52        0521            SBC     HL,DE
041F  DD7E03      0522  TH23      LD      A,(IX+3H)
0422  77          0523            LD      (HL),A
0423  19          0524            ADD     HL,DE
0424  C9          0525            RET
                  0526
0425  FEBC        0527  TH19      CP      0BCH
0427  3803        0528            JR      C,TH21
0429  C3ED05      0529            JP      TH22
042C  FEB2        0530  TH21      CP      0B2H
042E  2813        0531            JR      Z,TH31
0430  FEB3        0532            CP      0B3H
0432  282B        0533            JR      Z,TH32
0434  FEB4        0534            CP      0B4H
0436  283F        0535            JR      Z,TH33
0438  FEB5        0536            CP      0B5H
043A  2853        0537            JR      Z,TH34
043C  FEAF        0538            CP      0AFH
043E  2867        0539            JR      Z,TH35
0440  C3ED05      0540            JP      TH22
                  0541
0443  DD7E03      0542  TH31      LD      A,(IX+3H)
0446  FEBE        0543            CP      0BEH
0448  2875        0544            JR      Z,TH41
044A  FEBF        0545            CP      0BFH
044C  2876        0546            JR      Z,TH42
044E  FECA        0547            CP      0CAH
0450  2877        0548            JR      Z,TH43
0452  FECB        0549            CP      0CBH
0454  2878        0550            JR      Z,TH44
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0456  FECC          0551            CP      0CCH
0458  2879          0552            JR      Z,TH45
045A  36E9          0553            LD      (HL),0E9H
045C  C3ED05        0554            JP      TH22
                    0555
045F  DD7E03        0556  TH32       LD      A,(IX+3H)
0462  FEBE          0557            CP      0BEH
0464  2872          0558            JR      Z,TH51
0466  FEBF          0559            CP      0BFH
0468  2873          0560            JR      Z,TH52
046A  FECA          0561            CP      0CAH
046C  2874          0562            JR      Z,TH53
046E  FECB          0563            CP      0CBH
0470  2875          0564            JR      Z,TH54
0472  36C9          0565            LD      (HL),0C9H
0474  C3ED05        0566            JP      TH22
                    0567
0477  DD7E03        0568  TH33       LD      A,(IX+3H)
047A  FEBE          0569            CP      0BEH
047C  286E          0570            JR      Z,TH61
047E  FEBF          0571            CP      0BFH
0480  286F          0572            JR      Z,TH62
0482  FECA          0573            CP      0CAH
0484  2870          0574            JR      Z,TH63
0486  FECB          0575            CP      0CBH
0488  2871          0576            JR      Z,TH64
048A  36D4          0577            LD      (HL),0D4H
048C  C3ED05        0578            JP      TH22
                    0579
048F  DD7E03        0580  TH34       LD      A,(IX+3H)
0492  FEBE          0581            CP      0BEH
0494  2867          0582            JR      Z,TH71
0496  FEBF          0583            CP      0BFH
0498  2868          0584            JR      Z,TH72
049A  FECA          0585            CP      0CAH
049C  2869          0586            JR      Z,TH73
049E  FECB          0587            CP      0CBH
04A0  286A          0588            JR      Z,TH74
04A2  36D9          0589            LD      (HL),0D9H
04A4  C3ED05        0590            JP      TH22
                    0591
04A7  DD7E03        0592  TH35       LD      A,(IX+3H)
04AA  FEBE          0593            CP      0BEH
04AC  2863          0594            JR      Z,TH81
04AE  FEBF          0595            CP      0BFH
04B0  2864          0596            JR      Z,TH82
04B2  FECA          0597            CP      0CAH
04B4  2865          0598            JR      Z,TH83
04B6  FECB          0599            CP      0CBH
04B8  2866          0600            JR      Z,TH84
04BA  36DE          0601            LD      (HL),0DEH
04BC  C3ED05        0602            JP      TH22
                    0603
04BF  36C0          0604  TH41       LD      (HL),0C0H
04C1  C3ED05        0605            JP      TH22
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
04C4  36C1      0606  TH42    LD      (HL),0C1H
04C6  C3ED05    0607          JP      TH22
04C9  36C2      0608  TH43    LD      (HL),0C2H
04CB  C3ED05    0609          JP      TH22
04CE  36C3      0610  TH44    LD      (HL),0C3H
04D0  C3ED05    0611          JP      TH22
04D3  36C4      0612  TH45    LD      (HL),0C4H
04D5  C3ED05    0613          JP      TH22
                0614
04D8  36C5      0615  TH51    LD      (HL),0C5H
04DA  C3ED05    0616          JP      TH22
04DD  36C6      0617  TH52    LD      (HL),0C6H
04DF  C3ED05    0618          JP      TH22
04E2  36C7      0619  TH53    LD      (HL),0C7H
04E4  C3ED05    0620          JP      TH22
04E7  36C8      0621  TH54    LD      (HL),0C8H
04E9  C3ED05    0622          JP      TH22
                0623
04EC  36D0      0624  TH61    LD      (HL),0D0H
04EE  C3ED05    0625          JP      TH22
04F1  36D1      0626  TH62    LD      (HL),0D1H
04F3  C3ED05    0627          JP      TH22
04F6  36D2      0628  TH63    LD      (HL),0D2H
04F8  C3ED05    0629          JP      TH22
04FB  36D3      0630  TH64    LD      (HL),0D3H
                0631
04FD  36D5      0632  TH71    LD      (HL),0D5H
04FF  C3ED05    0633          JP      TH22
0502  36D6      0634  TH72    LD      (HL),0D6H
0504  C3ED05    0635          JP      TH22
0507  36D7      0636  TH73    LD      (HL),0D7H
0509  C3ED05    0637          JP      TH22
050C  36D8      0638  TH74    LD      (HL),0D8H
050E  C3ED05    0639          JP      TH22
                0640
0511  36DA      0641  TH81    LD      (HL),0DAH
0513  C3ED05    0642          JP      TH22
0516  36DB      0643  TH82    LD      (HL),0DBH
0518  C3ED05    0644          JP      TH22
051B  36DC      0645  TH83    LD      (HL),0DCH
051D  C3ED05    0646          JP      TH22
0520  36DD      0647  TH84    LD      (HL),0DDH
0522  C3ED05    0648          JP      TH22
                0649
                0650
0525  DD7703    0651  THAID   LD      (IX+3H),A
0528  CD8C03    0652          CALL    CHELV
052B  3E60      0653          LD      A,60H
052D  BC        0654          CP      H
052E  200A      0655          JR      NZ,THD0
0530  3E00      0656          LD      A,00H
0532  BD        0657          CP      L
0533  285A      0658          JR      Z,THD1
0535  3E80      0659          LD      A,80H
0537  BD        0660          CP      L
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0538  285D          0661              JR        Z,THD2
                    0662
053A  3E00          0663  THD0        LD        A,00
053C  DDBE00        0664              CP        (IX+0H)
053F  C2F005        0665              JP        NZ,THD3
0542  CD6B03        0666              CALL      CHTAI
0545  DDCB027E      0667              BIT       7,(IX+2H)
0549  C23406        0668              JP        NZ,THD4
054C  DDCB0456      0669              BIT       2,(IX+4H)
0550  2856          0670              JR        Z,THD5
                    0671
0552  3E18          0672  THD50       LD        A,18H
0554  DDBE01        0673              CP        (IX+1H)
0557  201D          0674              JR        NZ,THD7
0559  CD5D00        0675              CALL      SCLUP
055C  3620          0676              LD        (HL),20H
055E  CD5D00        0677              CALL      SCLUP
0561  3620          0678              LD        (HL),20H
0563  CDC003        0679              CALL      TH1
0566  DD3501        0680              DEC       (IX+1H)
                    0681
0569  CDDE03        0682  THD9        CALL      SETST
056C  DD7E03        0683  THD10       LD        A,(IX+3H)
056F  77            0684              LD        (HL),A
0570  CD2001        0685              CALL      CHECK
0573  C3C201        0686  RET         JP        KEY
                    0687
                    0688
0576  3E17          0689  THD7        LD        A,17H
0578  DDBE01        0690              CP        (IX+1H)
057B  200A          0691              JR        NZ,THD8
057D  CD5D00        0692              CALL      SCLUP
0580  3620          0693              LD        (HL),20H
0582  CDC003        0694              CALL      TH1
0585  18E2          0695              JR        THD9
                    0696
0587  CDEE03        0697  THD8        CALL      TH4
058A  DD3401        0698              INC       (IX+1H)
058D  18DA          0699              JR        THD9
                    0700
058F  DDCB0456      0701  THD1        BIT       2,(IX+4H)
0593  28DE          0702              JR        Z,RET
0595  18F0          0703              JR        THD8
                    0704
0597  DDCB0456      0705  THD2        BIT       2,(IX+4H)
059B  28D6          0706              JR        Z,RET
059D  CD6B03        0707              CALL      CHTAI
05A0  DDCB027E      0708              BIT       7,(IX+2H)
05A4  28E1          0709              JR        Z,THD8
05A6  18C4          0710              JR        THD10
                    0711
05A8  DDCB045E      0712  THD5        BIT       3,(IX+4H)
05AC  2811          0713              JR        Z,THD11
05AE  CD5902        0714              CALL      LDSTA
05B1  FDCBFF7E      0715              BIT       7,(IY-1H)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CROMEMCO Z80 MACRO ASSEMBLER VERSION 03.07
*** MTHESIS ***

05B5  28BC        0716            JR      Z,RET
05B7  113100      0717            LD      DE,31H
05BA  CD1C04      0718  THD40    CALL    TH15
05BD  18B4        0719            JR      RET
                  0720
05BF  DDCB044E    0721  THD11    BIT     1,(IX+4H)
05C3  280E        0722            JR      Z,THD12
05C5  CD5902      0723            CALL    LDSTA
05C8  FDCBFD7E    0724            BIT     7,(IY-3H)
05CC  28A5        0725            JR      Z,RET
05CE  113101      0726            LD      DE,31H+80H+80H
05D1  18E7        0727            JR      THD40
                  0728
05D3  CD5902      0729  THD12    CALL    LDSTA
05D6  FDCBFD7E    0730            BIT     7,(IY-3H)
05DA  2897        0731            JR      Z,RET
05DC  113101      0732            LD      DE,31H+80H+80H
05DF  B7          0733  THD33    OR      A
05E0  ED52        0734            SBC     HL,DE
05E2  7E          0735            LD      A,(HL)
05E3  FE20        0736            CP      20H
05E5  C22504      0737            JP      NZ,TH19
05E8  CD1F04      0738            CALL    TH23
05EB  1886        0739            JR      RET
                  0740
05ED  19          0741  TH22     ADD     HL,DE
05EE  1883        0742            JR      RET
                  0743
05F0  CD6B03      0744  THD3     CALL    CHTAI
05F3  DDCB027E    0745            BIT     7,(IX+2H)
05F7  200A        0746            JR      NZ,THD13
05F9  DDCB0456    0747            BIT     2,(IX+4H)
05FD  CA7305      0748            JP      Z,RET
0600  C35205      0749            JP      THD50
                  0750
0603  DDCB0456    0751  THD13    BIT     2,(IX+4H)
0607  2803        0752            JR      Z,THD14
0609  C36C05      0753            JP      THD10
                  0754
060C  DDCB045E    0755  THD14    BIT     3,(IX+4H)
0610  280E        0756            JR      Z,THD15
0612  117F00      0757            LD      DE,7FH
0615  19          0758            ADD     HL,DE
0616  DD7E03      0759            LD      A,(IX+3H)
0619  77          0760            LD      (HL),A
061A  B7          0761            OR      A
061B  ED52        0762            SBC     HL,DE
061D  C37305      0763            JP      RET
                  0764
0620  DDCB044E    0765  THD15    BIT     1,(IX+4H)
0624  2809        0766            JR      Z,THD16
0626  118100      0767            LD      DE,81H
0629  CD1C04      0768            CALL    TH15
062C  C37305      0769            JP      RET
                  0770
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
062F  118100      0771  THD16   LD      DE,81H
0632  18AB        0772          JR      THD33
                  0773
0634  DDCB0456    0774  THD4    BIT     2,(IX+4H)
0638  2885        0775          JR      Z,THD11
063A  C36C05      0776          JP      THD10
                  0777
063D  DDCB025E    0778  THD17   BIT     3,(IX+2H)
0641  2813        0779          JR      Z,THD18
0643  CD5902      0780          CALL    LDSTA
0646  FDCBFE7E    0781          BIT     7,(IY-2H)
064A  CA7305      0782          JP      Z,RET
064D  11B100      0783          LD      DE,31H+80H
0650  CD1C04      0784          CALL    TH15
0653  C37305      0785          JP      RET
                  0786
0656  DDCB044E    0787  THD18   BIT     1,(IX+4H)
065A  2813        0788          JR      Z,THD19
065C  CD5902      0789          CALL    LDSTA
065F  FDCBFC7E    0790          BIT     7,(IY-4H)
0663  CA7305      0791          JP      Z,RET
0666  11B101      0792          LD      DE,31H+80H+80H+80H
0669  CD1C04      0793          CALL    TH15
066C  C37305      0794          JP      RET
                  0795
066F  CD5902      0796  THD19   CALL    LDSTA
0672  FDCBFC7E    0797          BIT     7,(IY-4H)
0676  CA7305      0798          JP      Z,RET
0679  11B101      0799          LD      DE,31H+80H+80H+80H
067C  C3DF05      0800          JP      THD33
067F  3E00        0801  HOME    LD      A,00H           ; SUBROUTINE
0681  32F01C      0802          LD      (1CF0H),A       ; HOME
0684  71          0803          LD      (HL),C
0685  FD21D81C    0804          LD      IY,1CD8H
0689  FDCB007E    0805          BIT     7,(IY+0H)
068D  200E        0806          JR      NZ,HOME1
068F  210060      0807          LD      HL,6000H
0692  3E01        0808          LD      A,01H
0694  32F11C      0809          LD      (1CF1H),A
0697  4E          0810  HOME2   LD      C,(HL)
0698  3617        0811          LD      (HL),17H
069A  C3C201      0812          JP      KEY
069D  218060      0813  HOME1   LD      HL,6080H
06A0  3E02        0814          LD      A,02H
06A2  32F11C      0815          LD      (1CF1H),A
06A5  18F0        0816          JR      HOME2
06A7  3E00        0817  CURBW   LD      A,00H           ; SUBROUTINE
06A9  DDBE00      0818          CP      (IX+0H)         ; CURSOR
06AC  2808        0819          JR      Z,CURB1         ; BACKWARD
06AE  71          0820          LD      (HL),C
06AF  2B          0821          DEC     HL
06B0  DD3500      0822          DEC     (IX+0H)
06B3  4E          0823  CURB4   LD      C,(HL)
06B4  3617        0824          LD      (HL),17H
06B6  C3C201      0825  CURB1   JP      KEY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
06B9  71          0826  CURUP   LD      (HL),C          ; SUBROUTINE
06BA  CD6B03      0827          CALL    CHTAI           ; CURSOR
06BD  DDCB027E    0828          BIT     7,(IX+2H)       ; UP
06C1  2028        0829          JR      NZ,CURU1
06C3  3E01        0830          LD      A,01H
06C5  DDBE01      0831          CP      (IX+1H)
06C8  2005        0832          JR      NZ,CURU2
06CA  3617        0833  CURU6   LD      (HL),17H
06CC  C3C201      0834          JP      KEY
06CF  CD5902      0835  CURU2   CALL    LDSTA
06D2  FDCBFF7E    0836          BIT     7,(IY-1H)
06D6  2008        0837          JR      NZ,CURU3
06D8  118000      0838          LD      DE,80H
06DB  CD6403      0839          CALL    BSY
06DE  18D3        0840  CURU4   JR      CURB4
06E0  110001      0841  CURU3   LD      DE,80H+80H
06E3  CD6403      0842          CALL    BSY
06E6  DD3501      0843          DEC     (IX+1H)
06E9  18F3        0844          JR      CURU4
06EB  3E02        0845  CURU1   LD      A,02H
06ED  DDBE01      0846          CP      (IX+1H)
06F0  2002        0847          JR      NZ,CURU5
06F2  18D6        0848          JR      CURU6
06F4  CD5902      0849  CURU5   CALL    LDSTA
06F7  FDCBFE7E    0850          BIT     7,(IY-2H)
06FB  2002        0851          JR      NZ,CURU7
06FD  18E1        0852          JR      CURU3
06FF  118000      0853  CURU7   LD      DE,80H
0702  CD6403      0854          CALL    BSY
0705  18D9        0855          JR      CURU3
0707  71          0856  SCLDW   LD      (HL),C          ; SUBROUTINE
0708  E5          0857          PUSH    HL              ; SCROLLING
0709  FD21001D    0858          LD      IY,1D00H        ; DOWN
070D  FD360017    0859          LD      (IY+0H),17H
0711  21006B      0860          LD      HL,6B00H
0714  11806B      0861          LD      DE,6B80H
0717  CDD307      0862  SCLD2   CALL    SCLDY
071A  FD3500      0863          DEC     (IY+0H)
071D  2808        0864          JR      Z,SCLD1
071F  01D000      0865          LD      BC,00D0H
0722  CDD907      0866          CALL    SCLDX
0725  18F0        0867          JR      SCLD2
0727  21D06B      0868  SCLD1   LD      HL,6BD0H
072A  110060      0869          LD      DE,6000H
072D  013000      0870          LD      BC,0030H
0730  EDB0        0871          LDIR
0732  21E06E      0872          LD      HL,6EE0H
0735  012000      0873          LD      BC,0020H
0738  EDB0        0874          LDIR
073A  FD360017    0875          LD      (IY+0H),17H
073E  21506B      0876          LD      HL,6B50H
0741  11D06B      0877          LD      DE,6BD0H
0744  013000      0878  SCLD4   LD      BC,0030H
0747  EDB0        0879          LDIR
0749  FD3500      0880          DEC     (IY+0H)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
CROMEMCO Z80 MACRO ASSEMBLER VERSION 03.07
*** MTHESIS ***

074C  2808        0881            JR      Z,SCLD3
074E  01B000      0882            LD      BC,00B0H
0751  CDD907      0883            CALL    SCLDX
0754  18EE        0884            JR      SCLD4
0756  FD360017    0885  SCLD3     LD      (IY+0H),17H
075A  21C06E      0886            LD      HL,6EC0H
075D  11E06E      0887            LD      DE,6EE0H
0760  012000      0888  SCLD5     LD      BC,0020H
0763  EDB0        0889            LDIR
0765  FD3500      0890            DEC     (IY+0H)
0768  2808        0891            JR      Z,SCLD6
076A  014000      0892            LD      BC,0040H
076D  CDD907      0893            CALL    SCLDX
0770  18EE        0894            JR      SCLD5
0772  21EE1C      0895  SCLD6     LD      HL,1CEEH
0775  11EF1C      0896            LD      DE,1CEFH
0778  013000      0897            LD      BC,0030H
077B  EDB8        0898            LDDR
077D  3E00        0899            LD      A,00H
077F  32C01C      0900            LD      (1CC0H),A
0782  215060      0901            LD      HL,6050H
0785  0630        0902            LD      B,30H
0787  3620        0903  SCLD7     LD      (HL),20H
0789  23          0904            INC     HL
078A  10FB        0905            DJNZ    SCLD7
078C  21006C      0906            LD      HL,6C00H
078F  0620        0907            LD      B,20H
0791  3620        0908  SCLD8     LD      (HL),20H
0793  23          0909            INC     HL
0794  10FB        0910            DJNZ    SCLD8
0796  E1          0911            POP     HL
0797  CD5902      0912            CALL    LDSTA
079A  FDCB007E    0913            BIT     7,(IY+0H)
079E  282D        0914            JR      Z,SCLD9
07A0  3E02        0915            LD      A,02H
07A2  DDBE01      0916            CP      (IX+1H)
07A5  3809        0917            JR      C,SCLDA
07A7  018000      0918            LD      BC,0080H
07AA  19          0919            ADD     HL,DE
07AB  DD3401      0920            INC     (IX+1H)
07AE  181D        0921            JR      SCLD9
07B0  FDCBFF7E    0922  SCLDA     BIT     7,(IY-1)
07B4  280E        0923            JR      Z,SCLDB
07B6  010001      0924            LD      BC,0100H
07B9  B7          0925            OR      A
07BA  ED42        0926            SBC     HL,BC
07BC  DD3501      0927            DEC     (IX+1H)
07BF  DD3501      0928            DEC     (IX+1H)
07C2  1809        0929            JR      SCLD9
07C4  018000      0930  SCLDB     LD      BC,0080H
07C7  B7          0931            OR      A
07C8  ED42        0932            SBC     HL,BC
07CA  DD3501      0933            DEC     (IX+1H)
07CD  4E          0934  SCLD9     LD      C,(HL)
07CE  3617        0935            LD      (HL),17H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CROMEMCO Z80 MACRO ASSEMBLER VERSION 03.07
*** MTHESIS ***

07D0  C3C201      0936            JP      KEY
07D3  015000      0937  SCLDY     LD      BC,0050H
07D6  EDB0        0938            LDIR
07D8  C9          0939            RET
07D9  B7          0940  SCLDX     OR      A
07DA  ED42        0941            SBC     HL,BC
07DC  EB          0942            EX      DE,HL
07DD  ED42        0943            SBC     HL,BC
07DF  EB          0944            EX      DE,HL
07E0  C9          0945            RET
07E1  FB          0946  OUT1      EI                      ; SUBROUTINE
07E2  E5          0947            PUSH    HL              ; OUTPUT
07E3  C5          0948            PUSH    BC
07E4  D5          0949            PUSH    DE
07E5  3E0F        0950            LD      A,0FH
07E7  32001C      0951            LD      (1C00H),A
07EA  210060      0952            LD      HL,6000H
07ED  012050      0953            LD      BC,5020H
07F0  EDA3        0954  OT3       OUTI
07F2  3A001C      0955  OT4       LD      A,(1C00H)
07F5  FE00        0956            CP      00H
07F7  280E        0957            JR      Z,BREAK
07F9  DB12        0958            IN      A,(12H)
07FB  CB7F        0959            BIT     7,A
07FD  20F3        0960            JR      NZ,OT4
07FF  DB18        0961            IN      A,(18H)
0801  FE02        0962            CP      02H
0803  2802        0963            JR      Z,BREAK
0805  18EB        0964            JR      OT4
0807  D1          0965  BREAK     POP     DE
0808  C1          0966            POP     BC
0809  E1          0967            POP     HL
080A  FB          0968            EI
080B  C9          0969            RET
080C  3A001C      0970  INTIP     LD      A,(1C00H)       ; INTERRUPT
080F  FE00        0971            CP      00H             ; INPUT
0811  2004        0972            JR      NZ,IP1
0813  CDC301      0973            CALL    MAIN
0816  FB          0974            EI
0817  ED4D        0975  IP1       RETI
                  0976
0819  3A001C      0977  INTOP     LD      A,(1C00H)       ; INTERRUPT
081C  FE00        0978            CP      00H             ; OUTPUT
081E  2003        0979            JR      NZ,IOT2
0820  FB          0980  IOT4      EI
0821  ED4D        0981            RETI
                  0982
0823  EDA3        0983  IOT2      OUTI
0825  2802        0984            JR      Z,NEXA
0827  18F7        0985            JR      IOT4
                  0986
0829  113000      0987  NEXA      LD      DE,30H
082C  19          0988            ADD     HL,DE
082D  0650        0989            LD      B,50H
082F  7D          0990            LD      A,L
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CROMEMCO Z80 MACRO ASSEMBLER VERSION 03.07
*** MTHESIS ***

0830  FE00          0991            CP      00H
0832  20EC          0992            JR      NZ,IOT4
0834  7C            0993            LD      A,H
0835  FE6C          0994            CP      6CH
0837  20E7          0995            JR      NZ,IOT4
0839  3E00          0996            LD      A,00H
083B  32001C        0997            LD      (1C00H),A
083E  18E0          0998            JR      IOT4


ERRORS              :
RANGE COUNT         :
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CROMEMCO Z80 MACRO ASSEMBLER VERSION 03.07
*** MTHESIS ***
SYMBOL      VALUE   DEFN   REFERENCES

BACKS       028B    0313   0226
BB          014B    0154   0150
BBS1        0322    0384   0343 0399
BBS2        0312    0379   0329 0352
BBS4        02E0    0349   0346
BREAK       0807    0965   0957 0963
BS1         0347    0401   0392 0395
BS10        02FA    0365   0359
BS11        030E    0376   0372
BS2         0357    0410   0398
BS3         034E    0404   0374
BS4         0353    0407   0400 0414
BS5         02BE    0336   0322 0325
BS6         02EA    0355   0338
BS8         02E5    0352   0341
BS9         02CE    0343   0353
BSX         033C    0397   0403
BSY         0364    0415   0348 0386 0412 0839 0842 0854
CARET       0271    0298   0224
CCC         015B    0160   0141 0164 0167
CCC4        01AB    0193   0174 0181 0187
CDW1        0190    0182   0176
CDWX        018B    0180   0184
CDWY        0184    0177   0189
CDWZ        0187    0178   0192
CH1         0376    0428   0430
CHD         01D0    0216
CHE1        015F    0163   0156
CHECK       0120    0137   0219 0685
CHELV       038C    0444   0652
CHTAI       036B    0420   0326 0339 0666 0707 0744 0827
CLCRT       003F    0032   0026
CLSTA       010F    0125   0024
CR1         027C    0304   0298
CTRL        01DB    0221   0213
CURB1       06B6    0825   0819
CURB4       06B3    0823   0840
CURBW       06A7    0817   0239
CURDW       016D    0168   0243
CURF1       01C0    0205   0199
CURFW       01B1    0197   0237
CURU1       06EB    0845   0829
CURU2       06CF    0835   0832
CURU3       06E0    0841   0837 0852 0855
CURU4       06DE    0840   0844
CURU5       06F4    0849   0847
CURU6       06CA    0833   0848
CURU7       06FF    0853   0851
CURUP       06B9    0826   0241
DWTHA       0196    0185   0171
ENG         0144    0151   0145
ENG10       0234    0261   0252
ENG20       024D    0272   0255
ENGBS       0331    0390   0317
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CROMEMCO Z80 MACRO ASSEMBLER VERSION 03.07
*** MTHESIS ***
SYMBOL      VALUE   DEFN   REFERENCES

HOME        067F    0801   0229
HOME1       069D    0813   0806
HOME2       0697    0810   0816
INTIP       080C    0970
INTOP       0819    0977
IOT2        0823    0983   0979
IOT4        0820    0980   0985 0992 0995 0998
IP1         0817    0975   0972
KEY         01C2    0209   0047 0195 0205 0220 0227 0244 0248 0301 0318
                           0812 0825 0834 0936 0334 0686
KEY1        0035    0027   0031
KEYIN       0106    0119   0027 0121
LDSTA       0259    0279   0097 0143 0169 0250 0265 0314 0344 0379 0485
                           0729 0780 0789 0796 0835 0849 0912 0714 0723
LEV1        03AC    0460   0456 0458
LEV2        03B1    0462   0446 0450
LEV3        03B6    0464   0445 0448 0454 0459
LEV4        03BB    0466   0452
LF          021A    0249   0246 0299
LF1         0249    0270   0263
LF2         022F    0258   0269
LF3         023E    0265   0276
LINE1       0269    0292   0258 0264
LINEF       0213    0246   0222
MAIN        01C3    0210   0029 0231 0973
MAIN1       002D    0024
NEXA        0829    0987   0984
NEXT        007F    0062   0058
NEXT1       0093    0069
NEXT2       00C0    0085   0081
OT3         07F0    0954
OT4         07F2    0955   0960 0964
OUT1        07E1    0946   0211
RET         0573    0686   0702 0706 0716 0719 0725 0731 0739 0742 0748
                           0782 0785 0791 0794 0798 0763 0769
RETB        02BB    0334   0328 0351 0363 0375 0378
SCLD1       0727    0868   0864
SCLD2       0717    0862   0867
SCLD3       0756    0885   0881
SCLD4       0744    0878   0884
SCLD5       0760    0888   0894
SCLD6       0772    0895   0891
SCLD7       0787    0903   0905
SCLD8       0791    0908   0910
SCLD9       07CD    0934   0914 0921 0929
SCLDA       07B0    0922   0917
SCLDB       07C4    0930   0923
SCLDW       0707    0856   0235
SCLDX       07D9    0940   0866 0883 0893
SCLDY       07D3    0937   0079 0862
SCLUP       005D    0049   0046 0157 0256 0270 0675 0677 0692
SCLUP1      0057    0046   0233
SCRA        006D    0055   0061
SCRA1       0089    0065   0068
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CROMEMCO Z80 MACRO ASSEMBLER VERSION 03.07
*** MTHESIS ***
SYMBOL      VALUE   DEFN  REFERENCES

SCRA2       00B0    0079  0084
SCRA3       00FD    0110  0099 0106
SCRA4       00F6    0107  0101
SCRY        0101    0113  0060 0083
SCTRL       01EB    0228  0215
SETST       03DE    0485  0682
START       0000    0002
START2      0024    0019  0012
TH1         03C0    0469  0679 0694
TH15        041C    0520  0718 0768 0784 0793
TH19        0425    0527  0737
TH21        042C    0530  0528
TH22        05ED    0741  0529 0540 0554 0566 0578 0590 0602 0605 060
                          0613 0616 0618 0620 0622 0625 0627 0629 063
                          0639 0642 0644 0646 0648 0609 0611 0635 063
TH23        041F    0522  0738
TH3         03D0    0476  0478
TH31        0443    0542  0531
TH32        045F    0556  0533
TH33        0477    0568  0535
TH34        048F    0580  0537
TH35        04A7    0592  0539
TH4         03EE    0491  0697
TH41        04BF    0604  0544
TH42        04C4    0606  0546
TH43        04C9    0608  0548
TH44        04CE    0610  0550
TH45        04D3    0612  0552
TH51        04D8    0615  0558
TH52        04DD    0617  0560
TH53        04E2    0619  0562
TH54        04E7    0621  0564
TH6         0407    0506  0508
TH61        04EC    0624  0570
TH62        04F1    0626  0572
TH63        04F6    0628  0574
TH64        04FB    0630  0576
TH71        04FD    0632  0582
TH72        0502    0634  0584
TH73        0507    0636  0586
TH74        050C    0638  0588
TH81        0511    0641  0594
TH82        0516    0643  0596
TH83        051B    0645  0598
TH84        0520    0647  0600
THAI        0138    0146
THAIB       029C    0320  0316
THAID       0525    0651  0217
THD0        053A    0663  0655
THD1        058F    0701  0658
THD10       056C    0683  0710 0753 0776
THD11       05BF    0721  0713 0775
THD12       05D3    0729  0722
THD13       0603    0751  0746
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
CROMEMCO Z80 MACRO ASSEMBLER VERSION 03.07
*** MTHESIS ***
SYMBOL      VALUE   DEFN   REFERENCES

THD14       060C    0755   0752
THD15       0620    0765   0756
THD16       062F    0771   0766
THD17       063D    0778
THD18       0656    0787   0779
THD19       066F    0796   0788
THD2        0597    0705   0661
THD3        05F0    0744   0665
THD33       05DF    0733   0772 0800
THD4        0634    0774   0668
THD40       05BA    0718   0727
THD5        05A8    0712   0670
THD50       0552    0672   0749
THD7        0576    0689   0674
THD8        0587    0697   0691 0703 0709
THD9        0569    0682   0695 0699
XXX         0047    0035   0038 0040
YY          00D5    0093   0095
YY1         0116    0129   0131
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมย่อย		ชื่อย่อโปรแกรมย่อย
โปรแกรมย่อย	Line Feed	LINEF
โปรแกรมย่อย	Carriage Return	CARET
โปรแกรมย่อย	Back Space	BACKS
โปรแกรมย่อย	Home	HOME
โปรแกรมย่อย	Clear Screen	MAIN
โปรแกรมย่อย	Scrolling Up	SCLUP1
โปรแกรมย่อย	Scrolling Down	SCLDW
โปรแกรมย่อย	Cursor Forward	CURFW
โปรแกรมย่อย	Cursor Backward	CURBW
โปรแกรมย่อย	Cursor Up	CURUP
โปรแกรมย่อย	Cursor Down	CURDW
โปรแกรมย่อย	Output	OUT1
โปรแกรมย่อย	ภาษาไทย	THAID
โปรแกรมย่อย	ภาษาอังกฤษ	ENGLD