ปีการศึกษา 2530

การประยุกต์ใช้งานเครื่องบันทึกและอ่านบัตรแม่เหล็ก
(เครื่องบันทึกเวลาเข้าออกในการทำงาน แบบบัตรแม่เหล็ก)

โดย

นาย กรกฎ จันทเตมีย์	271011
นาย กำธร บุญสงเคราะห์	271019
นาย เกรียงไกร สิริอดุลย์วิทย์	271025
นาย ดีวิชา ทวีพรตระกูล	271061

อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์ พลผดุง ผ่ดุงกุล

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2530

ภาควิชา อิเลคทรอนิคส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การประยุกต์ใช้งานเครื่องบันทึกและอ่านบัตรแม่เหล็ก

(เครื่องบันทึกเวลาเข้าออกในการทำงาน แบบบัตรแม่เหล็ก)

ผู้จัดทำ

1. นาย กรกฎ จันทเตมีย์ 271011
2. นาย กำธร บุญสงเคราะห์ 271019
3. นาย เกรียงไกร สิริอดุลย์วิทย์ 271025
4. นาย ดีวิชา ทวีพรตระกูล 271061

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ พลผดุง ผดุงกุล)

การประยุกต์ใช้งานเครื่องบันทึกและอ่านบัตรแม่เหล็ก

นาย กรกฎ จันทเตมีย์ 27.1011
นาย กำธร บุญลงเคราะห์ 27.1019
นาย เกรียงไกร สิริอดุลย์วิทย์ 27.1025
นาย ดีวิชา ทวีพรตระกูล 27.1061

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ พลผดุง ผดุงกุล

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ เป็นการนำเอา เครื่องบันทึกบัตรแม่เหล็ก(MAGNETIC CARD RECORDER) และ เครื่องอ่านบัตรแม่เหล็ก (MAGNETIC CARD READER) มาใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ เพื่อประยุกต์ใช้ใน ระบบบันทึกเวลาเข้าออกของพนักงานตามโรงงานต่าง ๆ โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นโดยเน้นเกี่ยวกับความประหยัดในการออกแบบระบบ ความแม่นยำในการจัดเก็บข้อมูล การรักษาความปลอดภัย และความสะดวกรวดเร็วในการนำไปใช้งาน และความเป็นไปได้ในการนำไปใช้แทนระบบบันทึกแบบเก่าที่ใช้บัตรกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

THE APPLICATION OF MAGNETIC CARD READER AND RECORDER

KORAKOT JANTATEMEE

GUMDHORN BOONSONGKOR

KRIANGKRAI SIRIADULVIT

DEEVICHA TAWEEPORNTRAKUL

POLPHADUNG PHADUNGKUL : ADVISOR

ACADEMIC YEAR 1987

ABSTRACT

THE MAGNETIC CARD READER AND RECORDER ARE BROUGHT TO JOIN TOGETHER WITH THE COMPUTER SYSTEM IN ORDER TO USE IN THE TIME RECORDING SYSTEM IN FACTORIES. THE PURPOSE OF THIS PROJECT ALSO BE CONCERNED WITH THE DEVELOPEMENT OF THE TIME RECORDING SYSTEM TO HAVE MORE EFFICIENCY AND ESSPECIALLY DEALING WITH COST, ACCURACY AND SAFETY IN STORING DATA AND THE CONVENIENCE OF AN USAGE OF THIS SYSTEM. IN ADDITION TO PROVING THE POSSIBILITY TO USE THIS NEW TIME RECORDING SYSTEM INSTEAD OF THE OLD ONE.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
ABSTRACT	2
บทที่ 1 บทนำ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 หลักการทั่วไป	4
2.2 หลักการทำงานของระบบบันทึกเวลาแบบบัตรแม่เหล็ก	4
2.3 โครงสร้างและการทำงานของไอซีเบอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในโครงงานนี้	8
2.3.1 ซีพียู Z-80	8
2.3.2 หน่วยความจำแรม	10
2.3.3 หน่วยความจำรอม	10
2.3.4 ไอซีนาฬิกาเบอร์ 146818	12
2.4 ระบบการสื่อสารข้อมูล	24
2.4.1 ระบบการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน	25
2.4.2 ระบบการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	25
บทที่ 3 หลักการออกแบบและการสร้าง	39
3.1 ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์	39
3.2 หน่วยความจำ	41
3.3 ไอซีนาฬิกาเบอร์ 146818	41
3.4 ไอซีติดต่ออินพุท-เอาท์พุทแบบขนานเบอร์ 8255	44
3.5 ไอซีติดต่ออินพุท-เอาท์พุทแบบอนุกรมเบอร์ 8251	46
3.6 เครื่องพิมพ์ขนาดเล็ก	49
3.7 แหล่งจ่ายไฟสำรอง	54
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	63
บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	68
กิตติกรรมประกาศ	72
หนังสืออ้างอิง	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูป 2.1	หลักการทั่วไปของเครื่องบันทึกเวลาที่ใช้บัตรแม่เหล็ก	5
รูป 2.2	แสดงโครงสร้างของระบบการทำงานของเครื่องบันทึกเวลาแบบบัตรแม่เหล็กที่สมบูรณ์	6
รูป 2.3	แสดงขาสัญญาณต่าง ๆ ของไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z-80	9
รูป 2.4	แสดงขาสัญญาณต่าง ๆ ของหน่วยความจำแรมเบอร์ 6264	11
รูป 2.5	แสดงขาสัญญาณต่าง ๆ ของหน่วยความจำอีพรอมเบอร์ 2732	11
รูป 2.6	บล็อกไดอะแกรมแสดงโครงสร้างภายในของไอซีนาฬิกาเบอร์ 146818	13
รูป 2.7	แสดงขาสัญญาณต่าง ๆ ของไอซีนาฬิกาเบอร์ 146818	14
รูป 2.9	แสดงรายละเอียดของตำแหน่งแอดเดรสต่าง ๆ ของหน่วยความจำภายในไอซีเบอร์ 146818	17
รูป 2.10	แสดงไดอะแกรมเวลาของไซเคิลการอ่านข้อมูล	23
รูป 2.11	แสดงไดอะแกรมเวลาของไซเคิลการเขียนข้อมูล	23
รูป 2.12	แสดงลักษณะขาสัญญาณของไอซี 8255	26
รูป 2.13	แสดงลักษณะข้อมูลการส่งแบบอนุกรม	28
รูป 2.14	บล็อกไดอะแกรมแสดงภารทำงานของระบบ UART	28
รูป 2.15	แสดงไลน์คอนโทรลรีจิสเตอร์ของไอซี 8250	30
รูป 2.16	แสดงโมเดมคอนโทรลรีจิสเตอร์ของไอซี 8250	31
รูป 2.17	แสดงโครงสร้างของอินเตอร์รัพท์อีนาเบิ้ลรีจิสเตอร์ของไอซี 8250	31
รูป 2.18	แสดงไลน์สเตตัสรีจิสเตอร์ภายในไอซี 8250	33
รูป 2.19	แสดงขาสัญญาณต่าง ๆ ของไอซี 8251	34
รูป 2.20	แสดงความหมายของบิทต่าง ๆ ของคำสั่งเลือกโหมดของไอซี 8251	36
รูป 2.21	แสดงความหมายแต่ละบิทของคำสั่งการทำงานของไอซี 8251	37
รูป 2.22	แสดงบิทของริจิสเตอร์แสดงสถานะของไอซี 8251	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

		หน้า
รูป 3.1	แสดงวงจร Z-80 ที่ใช้งานจริง	40
รูป 3.2	แสดงการดีโค้ดแอดเดรสของหน่วยความจำและอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุท	42
รูป 3.3	แสดงการเชื่อมต่อระบบหน่วยความจำเข้ากับ Z-80	43
รูป 3.4	แสดงการเชื่อมต่อไอซีนาฬิกาเบอร์ 146818 เข้ากับ Z-80	45
รูป 3.5	แลดงการเชื่อมต่อไอซี 8255 ในวงจรจริง	47
รูป 3.6	แสดงการเชื่อมต่อไอซี 8251 ในวงจรจริง	48
รูป 3.7	แสดงขี่โลหะที่ใช้ในการหาตำแหน่งของตัวอักษร	51
รูป 3.8	แสดงโลหะที่ใช้ตรวจสอบตำแหน่งของตัวอักษร	51
รูป 3.9	รูปสัญญาณที่วัดได้ที่ตำแหน่ง 1 และ 2	51
รูป 3.10	แสดงวงจรควบคุมการพิมพ์	52
รูป 3.11	แหล่งจ่ายไฟสำรอง	55
รูป 3.12	FLOW CHART แสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องบันทึกเวลา	56
รูป 3.13	ฟังก์ชั่นการทำงานต่าง ๆ ในโปรแกรม การบันทึกข้อมูลลงบัตรแม่เหล็ก	61
รูป 3.14	ฟังก์ชั่นการทำงานในโปรแกรมสำหรับเครื่องบันทึกเวลา	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	แสดงการเซทสถานะโลจิกของขา CKFS	16
ตารางที่ 2.2	แสดงรูปแบบของข้อมูลเวลา วันที่ เดือน และปี	16
ตารางที่ 2.3	แสดงการกำหนดจำนวนของวงจรหารความถี่	20
ตารางที่ 2.4	แสดงการกำหนดความถี่ของสัญญาณที่ขา SQW และช่วงการอินเทอรัพท์แบบซ้ำ	20
ตารางที่ 2.5	แสดงความหมายของแต่ละบิทของคำสั่งควบคุมของไอซี เบอร์ 8255	26
ตารางที่ 2.6	แสดงรายละเอียดของรีจิสเตอร์ในไอซี 8255	30
ตารางที่ 2.7	แสดงการกำหนดค่าของบอดเรทของการส่งข้อมูล	31
ตารางที่ 2.8	แสดงหน้าที่ของขาสัญญาณต่าง ๆ ของไอซี 8251	34
ตารางที่ 2.9	แสดงการกำหนดสัญญาณที่ขาของไอซี 8251 เพื่อทำการเลือกพอร์ท	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

เครื่องบันทึกเวลาเข้าออกในการทำงาน แบบบัตรกระดาษที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันนั้น ยังขาดความสะดวกในการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูล เพราะว่าต้องใช้แรงงานคนมาทำการประมวลผลข้อมูลที่อยู่บนบัตรกระดาษทีละใบ ซึ่งจะทำให้เกิดความล่าช้า และเป็นการเสียเวลามาก

ในโครงงานนี้เป็นการนำเอาเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็ก มาประยุกต์ใช้งานเป็นเครื่องบันทึกเวลา ซึ่งจะประกอบร่วมกับส่วนของวงจรนาฬิกา และใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวควบคุมระบบการทำงานในการบันทึกเวลา และจัดทำการเก็บข้อมูลเพื่อส่งไปให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ทำการประมวลผล เช่นให้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยคำนวณจำนวนครั้งของการมาทำงานสาย หรือการขาดงาน และช่วยในการคำนวณเงินเดือน หรือค่าจ้างของพนักงาน ซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว และเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายได้เป็นอย่างมาก

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จะได้กล่าวถึง ทฤษฎีและหลักการในการออกแบบเครื่องบันทึกเวลาที่ใช้บัตรแม่เหล็ก และผลการทดลองต่าง ๆ พร้อมทั้งสรุปผล ซึ่งจะทำให้ท่านผู้อ่านเข้าใจ ระบบการทำงานของเครื่องบันทึกเวลาแบบบัตรแม่เหล็กได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 หลักการทั่วไป

ในการออกแบบระบบบันทึกเวลาเข้าออกในการทำงาน แบบบัตรแม่เหล็กนั้น จะต้องมีส่วนประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญ ดังนี้คือ

1. ส่วนของการอ่านข้อมูลจากบัตรแม่เหล็ก
   - ในบัตรแม่เหล็ก จะเก็บข้อมูลรหัสประจำตัวของพนักงาน ซึ่งจะเป็นส่วนที่ทำให้ทราบว่า ข้อมูลเวลาที่บันทึกไว้เป็นของพนักงานคนใด
2. ส่วนนาฬิกา
   - เป็นส่วนที่ใช้ในการสร้างข้อมูลเวลา
3. ส่วนของการอ่านข้อมูลเวลาและทำการเก็บบันทึกไว้
   - เป็นส่วนที่ทำการเก็บข้อมูลรหัสของพนักงาน และข้อมูลเวลาเพื่อนำไปใช้งาน

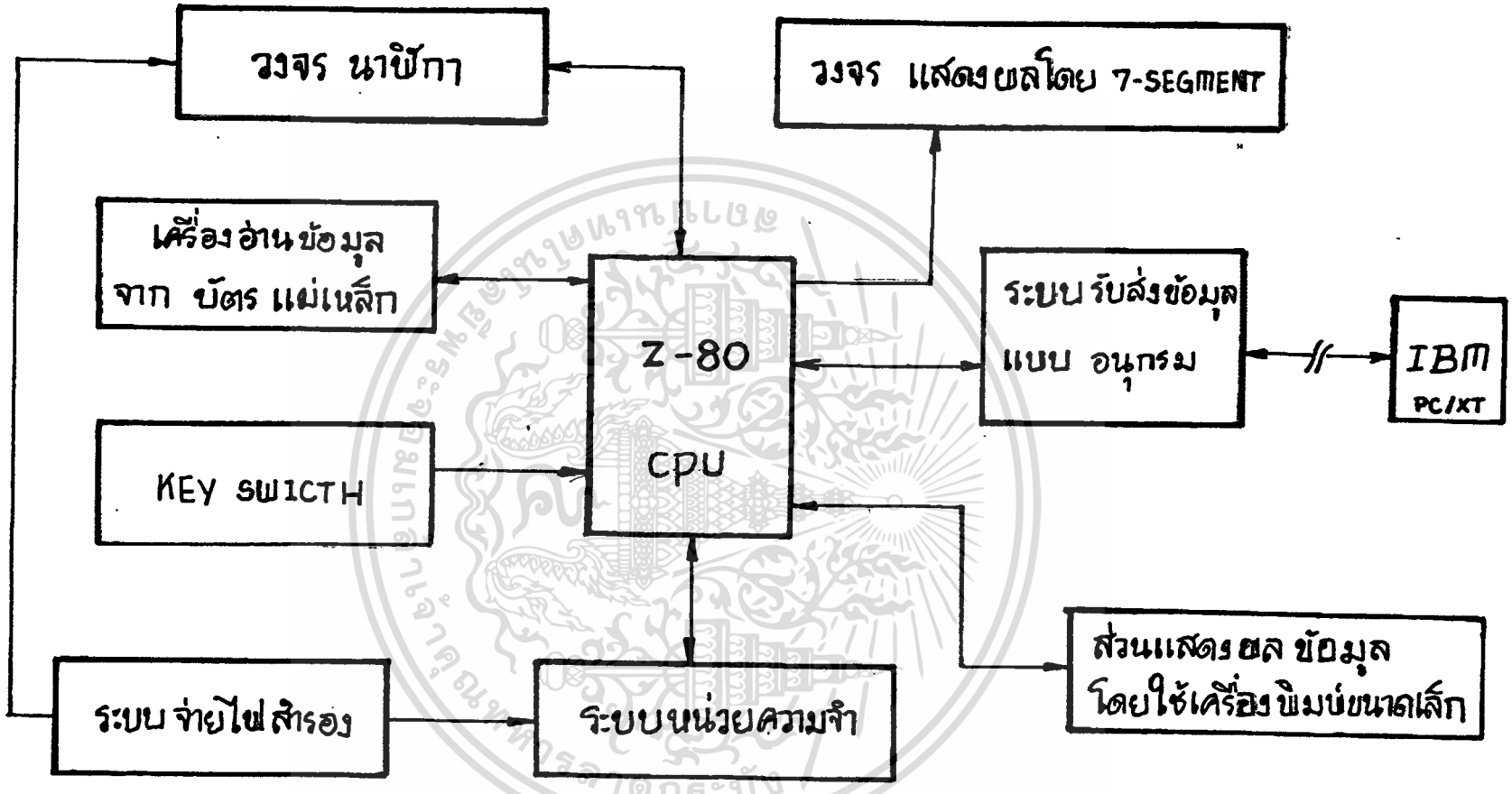
2.2 หลักการทำงานของระบบบันทึกเวลาแบบบัตรแม่เหล็ก

ในการออกแบบระบบบันทึกเวลาที่ใช้ในโครงงานนี้ เราได้นำเอาไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบ โดยจะทำหน้าที่ ติดต่อกับเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็ก และนาฬิกา เพื่อเก็บข้อมูลรหัสประจำตัว และข้อมูลเวลา นอกจากนี้ยังใช้เป็นตัวควบคุมในการแสดงผล และจัดการส่งข้อมูลไปให้เครื่องพิมพ์ รวมทั้งทำการติดต่อรับส่งข้อมูลกับไมโครคอมพิวเตอร์โดยผ่านวงจรรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม เพื่อนำข้อมูลไปให้ไมโครคอมพิวเตอร์ทำการประมวลผล

จากหลักการทำงานดังกล่าวข้างต้น สามารถเขียนโครงสร้างของระบบการทำงานของเครื่องบันทึกเวลาแบบบัตรแม่เหล็กที่สมบูรณ์ ได้ดังในรูป 2.2 ซึ่งจะสังเกตเห็นว่ามีการเพิ่มบล็อกไดอะแกรมบางส่วนเข้ามา คือ ส่วนของคีย์สวิทช์ที่ให้ผู้ใช้ทำการโต้ตอบกับเครื่องบันทึกเวลา และส่วนของวงจรไฟเลี้ยงที่ใช้ป้องกันข้อมูลมิให้สูญหายและช่วยให้นาฬิกายังคงเดินต่อไปได้ในขณะที่แหล่งจ่ายไฟหลักที่ใช้เลี้ยงวงจรเกิดดับไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 2.1 หลักการทั่วไปของเครื่องบันทึกเวลาที่ใช้บัตรแม่เหล็ก



รูป 2.2 แสดงโครงสร้างของระบบการทำงานของเครื่องบันทึกเวลา
แบบบัตรแม่เหล็กที่สมบูรณ์

สำหรับหน้าที่การทำงานในแต่ละส่วนของระบบ สามารถสรุปได้ดังนี้

- ไมโครโปรเซสเซอร์ มีหน้าที่เป็นศูนย์กลางการควบคุมการทำงานของส่วนต่าง ๆ ภายในระบบ เช่น การควบคุมการส่งข้อมูลระหว่าง เครื่องอ่าน บัตรแม่เหล็ก และหน่วยความจำ ควบคุมการแสดงผลออกทางไดโอดเปล่งแสง 7 ส่วน (7-SEGMENT LED) เป็นต้น โดยที่ผู้ออกแบบระบบสามารถเขียนโปรแกรมสั่งให้ไมโครโปรเซสเซอร์ทำงานต่าง ๆ ได้ตามต้องการ

- เครื่องอ่านบัตรแม่เหล็ก ทำหน้าที่ในการอ่านข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่บนบัตรแม่เหล็ก เช่น รหัสประจำตัวพนักงาน รหัสโรงงาน เป็นต้น แล้วทำการส่งต่อให้แก่ไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อนำข้อมูลไปประมวลผล

- ระบบหน่วยความจำ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็นสองประเภท คือ หน่วยความจำรอม (ROM) กับหน่วยความจำแรม (RAM) สำหรับหน่วยความจำรอมนั้น มีหน้าที่ในการเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดเอาไว้ ส่วนหน่วยความจำแรมนั้น ใช้สำหรับเก็บรักษาข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลที่ได้จากการอ่านบัตรแม่เหล็ก ข้อมูลเวลาเข้า - ออก ของพนักงานแต่ละคน เป็นต้น สำหรับหน่วยความจำแรมนี้จำเป็นจะต้องมีไฟเลี้ยงสำรอง (BACK UP) ด้วย เพื่อป้องกันข้อมูลสูญหายเมื่อไฟเลี้ยงของระบบหลักเกิดขัดข้อง

- วงจรนาฬิกา เป็นวงจรบอกเวลาของระบบ ซึ่งในโครงงานได้ใช้ชิพซัพพอร์ทเบอร์ 146818

- วงจรแสดงผลโดยใช้ไดโอดเปล่งแสง 7 ส่วน วงจรนี้มีหน้าที่ในการแสดงข้อมูลเวลา ข้อมูลประจำตัวพนักงาน ที่อยู่บนบัตรแม่เหล็ก นอกจากนี้ยังสามารถแสดงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นเนื่องจากการรูดบัตรที่ไม่ถูกต้องได้

- เครื่องพิมพ์ขนาดเล็ก (PRINTER) ทำหน้าที่พิมพ์ข้อมูลรหัสประจำตัว และข้อมูลเวลาที่ไมโครโปรเซสเซอร์ส่งมาให้ ลงบนกระดาษ ซึ่งจะใช้เป็นแหล่งสำรองของข้อมูลรหัสประจำตัว และข้อมูลเวลาได้อีกทางหนึ่ง เผื่อว่าข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำเกิดเสียหายในขณะที่ยังไม่ได้ทำการส่งข้อมูลไปให้ไมโครคอมพิวเตอร์

- วงจรรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม มีหน้าที่ในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องเครื่องบันทึกเวลา กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC/XT เพื่อที่จะสามารถรับส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลระหว่างกันได้ โดยผ่านทางสายโทรศัพท์ซึ่งมีความยาวสูงสุดประมาณ 1 กิโลเมตร ในการออกแบบวงจรส่วนนี้ ได้เลือกใช้อุปกรณ์ซิฟซัพพอร์ทเบอร์ 8250 และ 8251

- คีย์สวิทช์ มีหน้าที่ในการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับเครื่องบันทึกเวลา เช่น ใช้ในการตั้งเวลาให้กับวงจรนาฬิกา ใช้ในการตอบรับ เพื่อลงเวลาในการเข้าทำงาน หรือ เลิกงาน

2.3 โครงสร้างและการทำงานของไอซีเบอร์ต่าง ๆ ที่ใช้โครงงานนี้

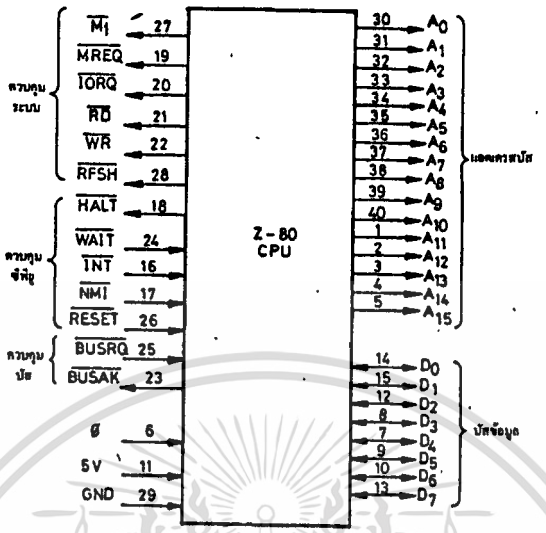
เนื่องวงจรเครื่องบันทึกเวลานี้ ได้มีการนำเอาไอซีเบอร์ต่าง ๆ มาใช้งาน ดังนั้นในหัวข้อนี้จะได้อธิบายโครงสร้าง และ วิธีการใช้งานไอซีหลัก ๆ เพื่อที่จะให้ท่านผู้อ่านได้เข้าใจการทำงานของวงจรนี้ได้ดียิ่งขึ้น รายละเอียดของไอซีเบอร์ต่าง ๆ มีดังนี้คือ

2.3.1 ซีพียูเบอร์ Z-80

เป็นซีพียู (CPU) (CENTRAL PROCESSOR UNIT) 8 บิท ที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบัน โดยสามารถอ้างแอดเดรส (ADDRESS) ได้ถึง 64 กิโลไบท์ (K BYTE) เนื่องจากมีขาแอดเดรสอยู่ 16 ขา (A0 - A15) และยังสามารถอ้างพอร์ท (PORT) ได้ถึง 256 พอร์ท โดยใช้ขาแอดเดรส A0 - A7 ในการใช้งานขาแอดเดรสนั้น จะใช้งานร่วมกับขา MREQ และ IORQ และแสดงสถานะการทำงานอ่าน (READ) และเขียน (WRITE) ข้อมูลโดยอาศัยสัญญาณจากขา RD และ WR ซึ่งขาต่าง ๆ ของซีพียูเบอร์ Z-80 นี้ได้แสดงไว้ดังรูปที่ 2.3

จุดเด่นของ Z-80 นี้อยู่ที่มี วงจรรีเฟรช (REFRESH) อยู่ภายในตัวมันเอง โดยจะอ้างแอดเดรสผ่านทางขา A0 - A6 และแสดงสถานะการรีเฟรชโดยขา RFSH จะมีโลจิกเป็น " 0 " และ Z-80 ยังมีขา INT เพื่อใช้ในการอินเทอรัพท์การทำงานของซีพียู เราสามารถควบคุมให้ซีพียูละเลยการขออินเทอรัพท์ทางขา INT ได้โดยการใช้ซอฟท์แวร์ (SOFTWART) เซทค่าอินเทอรัพท์ฟลิปฟลอป (IFF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.3 แสดงขาสัญญาณต่าง ๆ ของไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z-80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายใน Z-80 ประกอบด้วย

- รีจิสเตอร์ (REGISTER) หลัก 8 ตัวด้วยกันคือ A,F,B,C,D,E,H และ L ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิท และยังสามารถนำรีจิสเตอร์เหล่านี้ มาประกอบกันเป็นรีจิสเตอร์คู่ขนาด 16 บิท ได้คือ AF,BC,DE และ HL ซึ่งรีจิสเตอร์หลักนี้ใช้ในการประมวลผลหลักของ ซีพียู

- รีจิสเตอร์สำรอง เป็นรีจิเตอร์ที่ใช้เก็บข้อมูลไว้ชั่วคราว ในกรณีที่รีจิสเตอร์หลักทำงานอย่างอื่นก่อน ซึ่งมีอยู่ 8 ตัว คือ A',F',B',C',D',E',H'และ L'

- รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะอย่าง เช่น โปรแกรมเคาวน์เตอร์ (PC) (PROGRAM COUNTER) ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์ 16 บิท ที่ใช้อ้างแอดเดรสในสภาวะการในการเฟทช์ (FETCH) ข้อมูล สแตกพอยท์เตอร์ (SP) (STACK POINTER) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิทเช่นกัน ซึ่งมีประโยชน์มากในกรณีเรียกโปรแกรมย่อย เป็นต้น

ในการควบคุมการทำงานของ Z-80 นั้น กระทำได้โดยการโปรแกรมคำสั่งชุดการทำงานลงในหน่วยความจำรอม (ROM)

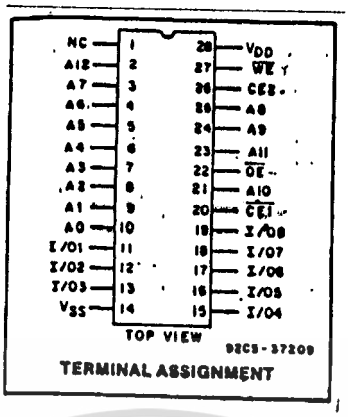
2.3.2หน่วยความจำประเภทแรม (RAM)

เป็นหน่วยความจำประเภท โวลาไทล์ (VOLATILE) ซึ่งหน่วยความจำชนิดนี้จำเป็นจะต้องมีไฟเลี้ยงป้อนให้ตลอดเวลา จึงจะสามารถเก็บรักษาข้อมูลไว้ได้ โดยหน่วยความจำประเภทนี้สามารถทำการอ่าน และเขียนข้อมูลได้ทันที ซึ่งสามารถแบ่งย่อยได้อีก 2 ประเภทคือ แรมแบบไดนามิก (DYNAMIC RAM) ซึ่งต้องมีขบวนการรีเฟรชข้อมูลอยู่ตลอดเวลา มิฉะนั้นข้อมูลที่เก็บจะหายไป และ แรมแบบสแตติค (STATIC RAM) ซึ่งไม่ต้องมีขบวนการรีเฟรช สำหรับในโครงงานนี้ได้ใช้แรมแบบสแตติคเบอร์ 6264 ซึ่งเป็นแรมขนาด 8K x 8 บิท ซึ่งใช้ในการเก็บข้อมูลที่ได้จากการรูดบัตรและพารามิเตอร์ (PARAMETER) ต่าง ๆ และขาต่าง ๆ ของแรม 6264 ได้แสดงไว้ดังรูปที่ 2.4

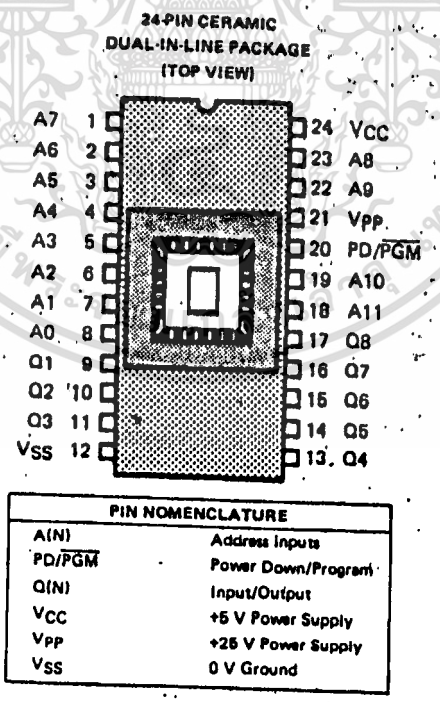
2.3.3 หน่วยความจำประเภทรอม (ROM)

เป็นหน่วยความจำประเภทนอนโวลาไทล์ (NON VOLATILE) ซึ่งหน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.4 แสดงขาสัญญาณต่าง ๆ ของหน่วยความจำแรมเบอร์ 6264



รูป 2.5 แสดงขาสัญญาณต่าง ๆ ของหน่วยความจำอีพรอมเบอร์ 2732

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความจำชนิดนี้สามารถเก็บรักษาข้อมูลได้ แม้ในขณะที่ไม่มีไฟเลี้ยงป้อนอยู่ แต่หน่วยความจำประเภทนี้สามารถทำการอ่านได้เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถเขียนข้อมูลได้ ซึ่งในโครงงานนี้ใช้รอมแบบสามารถล้าง แล้วโปรแกรมใหม่ได้ (EPROM) เบอร์ 2732 ซึ่งเป็นรอมขนาด 4K x 8 บิท ซึ่งใช้ในการเก็บมอนิเตอร์โปรแกรม (MONITOR PROGRAM) สำหรับควบคุมการทำงานของ Z-80 สำหรับขาต่าง ๆ ของรอม 2732 ได้แสดงไว้ดังรูปที่ 2.5

2.3.4 ไอซีนาฬิกาเบอร์ 146818

เป็นไอซีนาฬิกาที่ใช้กับไมโครโปรเซสเซอร์ สามารถให้ข้อมูลเวลาได้อย่างครบถ้วน ทั้งข้อมูลชั่วโมง นาที และวินาที และยังสามารถโปรแกรมให้ทำงานแบบ 12 ชั่วโมง หรือ 24 ชั่วโมงก็ได้ ในกรณีที่ใช้งานแบบ 12 ชั่วโมงนั้น จะมีรหัสบอกว่าเป็นช่วงเช้า (A.M.) หรือ ช่วงบ่าย (P.M.) นอกจากนี้ยังมีข้อมูลวันในสัปดาห์ วันที่ เดือน และปี ซึ่งสามารถทำเป็นปฏิทิน 100 ปีได้

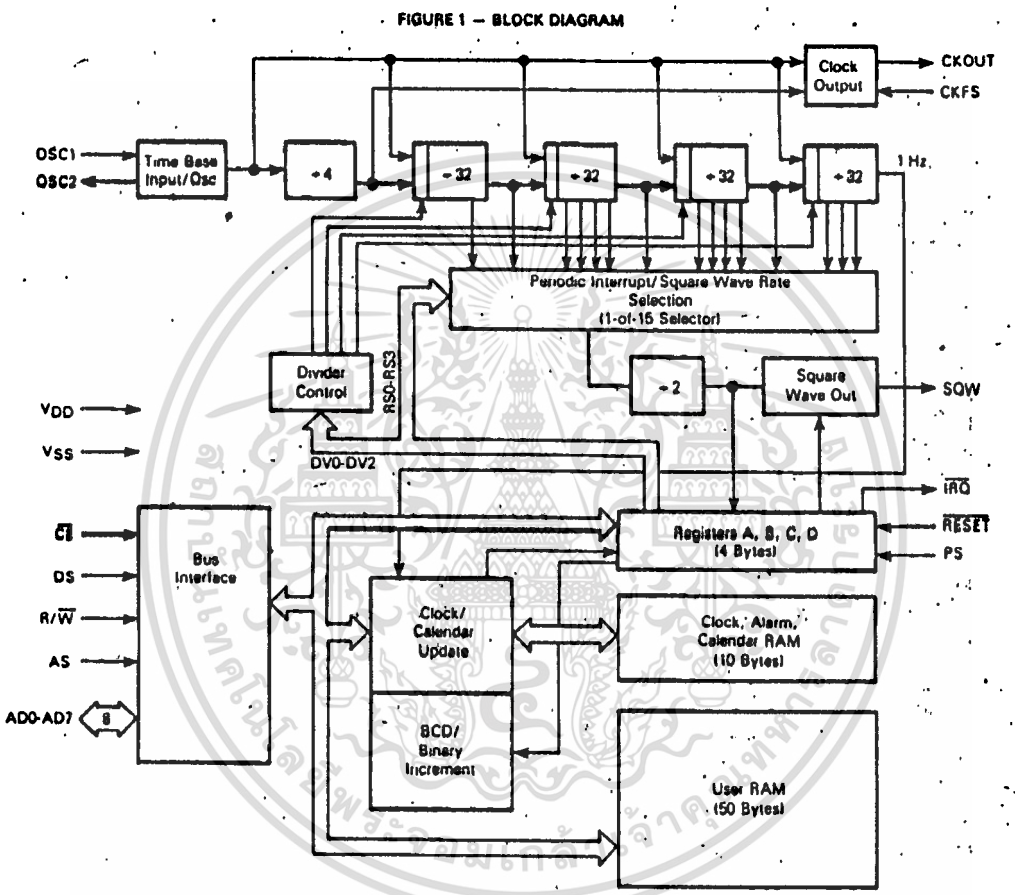
ในการใช้งานไอซี 146818 นั้น ซีพียูสามารถติดต่อโดยถือไอซีนี้เป็นพอร์ทอินพุท-เอาท์พุท หรือเป็นหน่วยความจำก็ได้ ซึ่งโครงสร้างของไอซี 146818 ได้แสดงไว้ดังบล็อกไดอะแกรมในรูป 2.6 และขาสัญญาณต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในรูป 2.7

จากบล็อกไดอะแกรมในรูป 2.6 แสดงให้เห็นโครงสร้างภายในไอซีซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. ส่วนสร้างสัญญาณฐานเวลา
2. ส่วนของวงจรหารความถี่ และส่วนควบคุมการหารความถี่
3. ส่วนของการสร้างและเปลี่ยนแปลงข้อมูลเวลา
4. ส่วนของหน่วยความจำแบบแรมขนาด 64 ไบท์ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

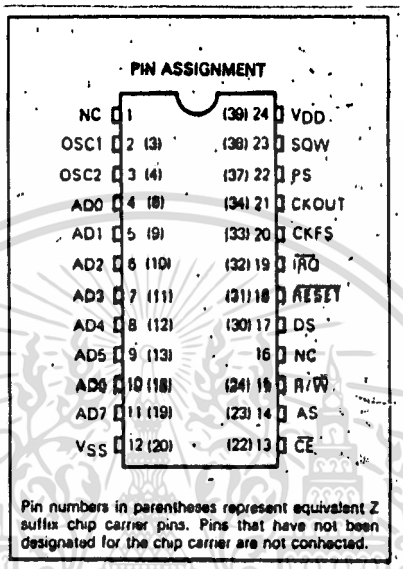
- ส่วนของรีจิสเตอร์ A,B,C และ D
- ส่วนของหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลเวลา และข้อมูล วัน วันที่ เดือน ปี ขนาด 10 ไบท์
- ส่วนของหน่วยความจำที่ใช้งานทั่วไปขนาด 50 ไบท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.6 บล็อกไดอะแกรมแสดงโครงสร้างภายในของไอซีนาฬิกาเบอร์ 146818

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.7 แสดงขาสัญญาณต่าง ๆ ของไอซีนาฬิกาเบอร์ 146818

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

5. ส่วนของวงจรติดต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์

รายละเอียดของขาสัญญาณต่าง ๆ

- ขา OSC1,OSC2 ขา OSC1 เป็นขาอินพุทของสัญญาณฐานเวลา (TIME BASE) ซึ่งเป็นสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมจากวงจรภายนอก หรือขา OSC1 ใช้งานร่วมกับ OSC2 ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และ คริสตอล (CRYSTAL) ในการกำเนิดสัญญาณฐานเวลาขึ้นมาเอง

- ขา CKOUT เป็นขาเอาท์พุทของสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งความถี่ของสัญญาณนี้สามารถควบคุมให้มีค่าเท่ากับ ความถี่ของสัญญาณฐานเวลา หรือ ความถี่เป็นหนึ่งในสี่ของสัญญาณฐานเวลา ซึ่งได้จากการเซทสถานะลอจิกของขา CKFS ดังแสดงไว้ในตาราง 2.1 ซึ่งสัญญาณจากขานี้ สามารถนำไปใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาให้กับไมโครโปรเซสเซอร์ได้

- ขา SQW เป็นขาเอาท์พุทของสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมที่มีค่าเปลี่ยนแปลงได้ 15 ความถี่ โดยเลือกความถี่ได้จากการโปรแกรมค่าในรีจิสเตอร์ A และการควบคุมให้เกิดสัญญาณนี้หรือไม่ ได้จากการโปรแกรม บิท SQWE ในรีจิสเตอร์ B

- ขา AD0-AD7 เป็นขาสัญญาณที่ใช้ร่วมกัน (MULTIPLEX) ระหว่างบัสแอดเดรสกับบัสข้อมูล โดยในไซเคิลแรกจะทำหน้าที่เป็นบัสแอดเดรส และในไซเคิลอื่น ๆ จะทำหน้าที่เป็นบัสข้อมูล

- ขา AS เป็นขาสัญญาณอินพุทที่บอกให้ไอซี 146818 ทำการแลทช์ค่าแอดเดรส จากขา AD0-AD5 ในช่วงขอบขาลง

- ขา DS เป็นขาสัญญาณอินพุท เมื่อสัญญาณนี้เปลี่ยนจาก "1" เป็น "0" ไอซี 146818 ก็จะทำการส่งข้อมูลจากหน่วยความจำภายในตัวมันออกมายังขา AD0-AD7

- ขา PS เป็นขาสัญญาณอินพุท ใช้ในการควบคุม บิท VRT (VALID RAM AND TIME) ในรีจิสเตอร์ D เมื่อขานี้มีสถานะเป็น "0" จะทำให้ บิท VRT มีค่าลอจิกเป็น "0" และเมื่อขานี้มีสถานะเป็น "1" ก็จะทำให้ บิท VRT มีค่าลอจิกเป็น "1" ด้วย ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบว่าหน่วยความจำภายในใช้งานได้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Time Base (OSC1) Frequency	Clock Frequency Select Pin (CKFS)	Clock Frequency Output Pin (CKOUT)
4 194304 MHz	High	4 194304 MHz
4 194304 MHz	Low	1 048576 MHz
1.048576 MHz	High	1 048576 MHz
1.048576 MHz	Low	262 144 kHz
32 768 kHz	High	32 768 kHz
32 768 kHz	Low	8 192 kHz

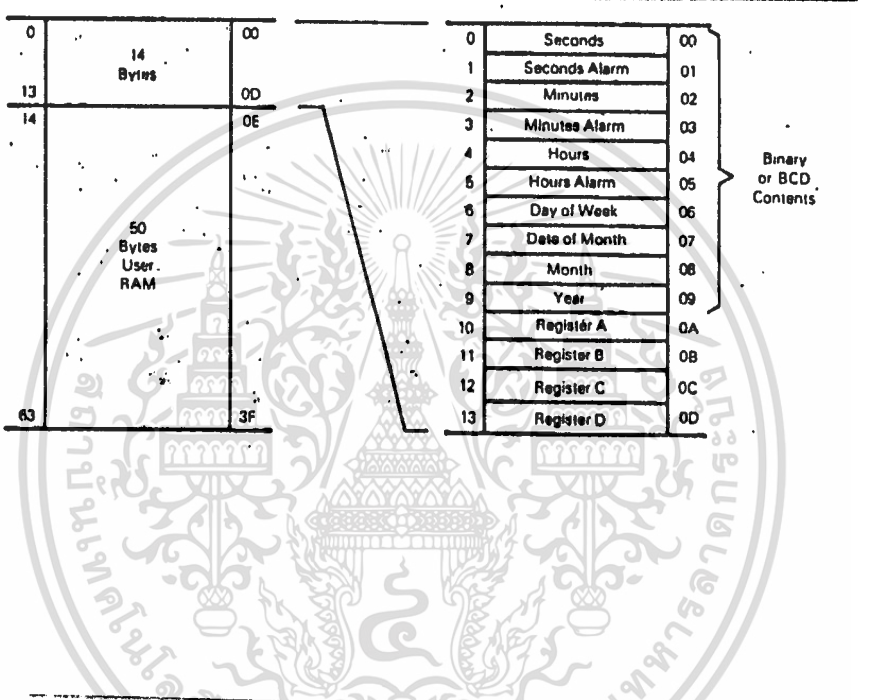
ตาราง 2.1 แสดงการเซทสถานะโลจิกของขา CKFS

Address Location	Function	Decimal Range	Range		Example*	
			Binary Data Mode	BCD Data Mode	Binary Data Mode	BCD Data Mode
0	Seconds	0-59	$00-$3B	$00-$59	15	21
1	Seconds Alarm	0-59	$00-$3B	$00-$59	15	21
2	Minutes	0-59	$00-$3B	$00-$59	3A	58
3	Minutes Alarm	0-59	$00-$3B	$00-$59	3A	58
4	Hours (12 Hour Mode)	1-12	$01-$0C (AM) and $81-$8C (PM)	$01-$12 (AM) and $81-$92 (PM)	05	05
	Hours (24 Hour Mode)	0-23	$00-$17	$00-$23	05	05
5	Hours Alarm (12 Hour Mode)	1-12	$01-$0C (AM) and $81-$8C (PM)	$01-$12 (AM) and $81-$92 (PM)	05	05
	Hours Alarm (24 Hour Mode)	0-23	$00-$17	$00-23	05	05
6	Day of the Week Sunday = 1	1-7	$01-$07	$01-$07	05	06
7	Date of the Month	1-31	$01-$1F	$01-$31	0F	15
8	Month	1-12	$01-$0C	$01-$12	02	02
9	Year	0-99	$00-$63	$00-$99	4F	79

*Example: 5:58:21 Thursday 15 February 1979 (time is AM)

ตาราง 2.2 แสดงรูปแบบของข้อมูลเวลา วันที่ เดือน และปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.9 แสดงรายละเอียดของตำแหน่งแอดเดรสต่าง ๆ ของหน่วยความจำภายในไอซีเบอร์ 146818

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งต่าง ๆ ของหน่วยความจำ

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าภายในไอซี 146818 มีหน่วยความจำแบบแรมขนาด 64 ไบท์ ในการที่ไมโครโปรเซสเซอร์จะสามารถติดต่อกับหน่วยความจำภายในไอซี เพื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลนั้น ไมโครโปรเซสเซอร์จำเป็นที่จะต้องทราบตำแหน่งของข้อมูลที่ต้องการติดต่อด้วย เช่น ถ้าไมโครโปรเซสเซอร์ต้องการอ่านข้อมูลนาที ก็จะต้องติดต่อกับหน่วยความจำตำแหน่งที่ 02H หรือ ถ้าต้องการเขียนข้อมูลนาทีเพื่อ กำหนดเวลาที่จะปลุก (ALARM) ก็จะต้องติดต่อกับหน่วยความจำตำแหน่งที่ 03H เป็นต้น สำหรับรายละเอียดของตำแหน่งแอดเดรสต่าง ๆ ของหน่วยความจำได้แสดงไว้ในรูป 2.9

การกำหนดรูปแบบของข้อมูลเวลา วันที่ เดือน และปี

ในการกำหนดรูปแบบของข้อมูลเวลา วันที่ เดือน และปี เราสามารถกำหนดได้สองรูปแบบ คือ กำหนดให้เป็นข้อมูลแบบเลขฐานสอง (BINARY) หรือกำหนดให้เป็นข้อมูลแบบที่ใช้รหัสฐานสองแทนเลขฐานสิบ (BINARY CODED DECIMAL) หรือข้อมูลแบบบีซีดี (BCD) ตัวอย่างเช่น เดือนธันวาคม หรือเดือน 12 ถ้าใช้รูปแบบข้อมูลเป็นเลขฐานสอง ก็จะได้ 00001100 หรือเขียนเป็นเลขฐานสิบหก ได้เป็น 0CH และถ้าใช้รูปแบบข้อมูลเป็นเลขบีซีดี ก็จะเขียนได้เป็น 00010010 หรือเขียนเป็นเลขฐานสิบหกได้เป็น 12H การกำหนดรูปแบบของข้อมูล สามารถแสดงได้ดังตาราง 2.2

รีจิสเตอร์ในหน่วยความจำ

รีจิสเตอร์ภายในหน่วยความจำของไอซี 146818 จะทำหน้าที่กำหนดรูปแบบของข้อมูล และควบคุมการทำงานของไอซี

- รีจิเตอร์ A เป็นรีจิสเตอร์ที่สามารถเขียนและอ่านข้อมูลได้ ยกเว้นบิท UIP

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
UIP	DV2	DV1	DV0	RS3	RS2	RS1	RS0

บิท UIP ถ้ามีค่าเป็น " 1 " เป็นการบอกให้ทราบว่า วงจรนาฬิการภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซี กำลังจะมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเวลา ดังนั้น ถ้าเราทำการอ่านข้อมูลเวลาในช่วงนี้อาจจะได้ข้อมูลที่คลาดเคลื่อน และถ้าเมื่อบิท UIP มีค่าเป็น " 0 " แสดงว่า ช่วงนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเวลา และจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงภายในเวลา 244ไมโครวินาที ซึ่งทำให้เราสามารถอ่านข้อมูลเวลาในช่วงนี้ได้อย่างถูกต้อง

บิท DV2,DV1,DV0 ข้อมูลทั้งสามบิทนี้ ใช้ควบคุมวงจรหารความถี่ภายในไอซี ในกรณีที่เราให้สัญญานฐานเวลาแก่ไอซีค่าหนึ่ง เราจำเป็นจะต้องควบคุมให้วงจรหารความถี่ ทำการหารความถี่ของสัญญานฐานเวลาให้เหลือความถี่เพียง 1 เฮิร์ตซ์ เพื่อที่จะนำไปใช้นับการเดินของนาฬิกา ตัวอย่างเช่น ถ้าสัญญานฐานเวลามีค่า 4.194304 เมกกะเฮิร์ตซ์ เมื่อผ่านวงจรหารความถี่ทั้งหมด 22 ภาค ก็จะเหลือความถี่เพียง 1 เฮิร์ตซ์ แต่ถ้าสัญญานฐานเวลามีค่าความถี่เป็น 1.048576 เมกกะเฮิร์ตซ์ ก็จำเป็นที่จะต้องควบคุมให้เหลือวงจรหารความถี่เพียง 20 ภาค และถ้าสัญญานฐานเวลามีค่าความถี่เป็น 32.768 กิโลเฮิร์ตซ์ ก็จะต้องควบคุมวงจรหารความถี่เหลือเพียง 15 ภาค ดังนั้น เราจึงใช้บิท DV2 ,DV1 ,DV0 ในการกำหนดจำนวนของวงจรหารความถี่ ซึ่งเราสามารถกำหนดค่าได้ตามตาราง 2.3

บิท RS3,RS2,RS1,RS0 ใช้ในการควบคุมวงจรหารความถี่ เพื่อให้ความถี่สัญญานรูปสี่เหลี่ยม ที่ออกมาทางขา SQW มีค่าตามที่เราต้องการ และยังใช้ในการควบคุมอัตราการส่งสัญญาน อินเทอรัพท์ เป็นช่วง ๆ (PERIODIC INTERRUPT) ว่าในการอินเทอรัพท์ในแต่ละครั้ง มีช่วงระยะเวลาห่างกันเท่าไหร่ การกำหนดค่าความถี่ของคลื่นรูปสี่เหลี่ยมที่ออกมาทางขา SQW และการกำหนดช่วงเวลา ในการอินเทอรัพท์ซ้ำกันเป็นช่วง ๆ นั้น สามารถกำหนดได้ตามตาราง 2.4

- รีจิสเตอร์ B เป็นรีจิสเตอร์ที่สามารถเขียน และอ่านข้อมูลได้

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
SET	PIE	AIE	UIE	SQWE	DM	24/12	DSE

บิท SET ใช้ในการเซทค่าของข้อมูลเวลา และวัน เดือน ปี เมื่อเราต้องการจะตั้งเวลา เราจะต้องให้บิท SET มีค่าเป็น " 1 " ซึ่งจะทำให้ข้อมูลเวลาไม่เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Time-Base Frequency	Divider Bits Register A			Operation Mode	Divider Reset	Bypass First N-Divider Bits
	DV2	DV1	DV0			
4.194304 MHz	0	0	0	Yes	–	N = 0
1.048576 MHz	0	0	1	Yes	–	N = 2
32.768 kHz	0	1	0	Yes	–	N = 7
Any	1	1	0	No	Yes	–
Any	1	1	1	No	Yes	–

Note: Other combinations of divider bits are used for test purposes only.

ตาราง 2.3 แสดงการกำหนดลำนวนของวงจรหารความถี่

Select Bits Register A				4.194304 or 1.048576 MHz Time Base		32.768 kHz Time Base	
RS3	RS2	RS1	RS0	Periodic Interrupt Rate (PI)	SQW Output Frequency	Periodic Interrupt Rate (PI)	SQW Output Frequency
0	0	0	0	None	None	None	None
0	0	0	1	30.517 μs	32.768 kHz	3.90625 ms	256 Hz
0	0	1	0	61.035 μs	16.384 kHz	7.8125 ms	128 Hz
0	0	1	1	122.070 μs	8.192 kHz	122.070 μs	8.192 kHz
0	1	0	0	244.141 μs	4.096 kHz	244.141 μs	4.096 kHz
0	1	0	1	488.281 μs	2.048 kHz	488.281 μs	2.048 kHz
0	1	1	0	976.562 μs	1.024 kHz	976.562 μs	1.024 kHz
0	1	1	1	1.953125 ms	512 Hz	1.953125 ms	512 Hz
1	0	0	0	3.90625 ms	256 Hz	3.90625 ms	256 Hz
1	0	0	1	7.8125 ms	128 Hz	7.8125 ms	128 Hz
1	0	1	0	15.625 ms	64 Hz	15.626 ms	64 Hz
1	0	1	1	31.25 ms	32 Hz	31.25 ms	32 Hz
1	1	0	0	62.5 ms	16 Hz	62.5 ms	16 Hz
1	1	0	1	125 ms	8 Hz	125 ms	8 Hz
1	1	1	0	250 ms	4 Hz	250 ms	4 Hz
1	1	1	1	500 ms	2 Hz	500 ms	2 Hz

ตาราง 2.4 แสดงการกำหนดความถี่ของสัญญาณที่ขา SQW และช่วงเวลาในการอินเทอรัพท์แบบซ้ำ ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลง (นาฬิกาหยุดทำงาน) ตามการเปลี่ยนแปลงของสัญญานนาฬิกา (1 เฮิรตซ์) เมื่อเราทำการกำหนดข้อมูลต่าง ๆ เสร็จแล้ว ก็ให้บิท SET มีค่าเป็น " Ø " ซึ่งจะทำให้นาฬิกาทำงานต่อจากเวลาที่เราตั้งขึ้นใหม่

บิท PIE ใช้ในการควบคุม การเกิดการอินเทอรัพท์ซ้ำเป็นช่วง ๆ ถ้าบิท PIE มีค่าเป็น " Ø " ก็จะไม่มีการอินเทอรัพท์ซ้ำเป็นช่วง ๆ

บิท AIE ใช้ในการควบคุม การอินเทอรัพท์เมื่อเกิดการปลุก เมื่อบิทนี้ถูกเซทเป็น " 1 " ขณะที่เกิดการปลุก ก็จะทำให้ไอซีส่งสัญญาน IRQ ไปอินเทอรัพท์ไมโครโปรเซสเซอร์ และถ้าบิทนี้มีค่าเป็น " Ø " ก็จะไม่มีการอินเทอรัพท์

บิท UIE ใช้ในการควบคุม การอินเทอรัพท์เมื่อการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเวลาสิ้นสุดลง เมื่อบิทนี้เป็น " 1 " ในขณะที่สิ้นสุดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเวลา ก็จะทำให้ไอซีส่งสัญญานไปอินเทอรัพท์ไมโครโปรเซสเซอร์

บิท SQWE ใช้ในการควบคุม ขาสัญญาน SQW เมื่อบิทนี้มีค่าเป็น "1" จะทำให้มีสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมออกที่ขา SQW โดยมีความถี่ตามที่กำหนดไว้ในบิท RS3 ,RS2 ,RS1 และ RSØ

บิท DM ใช้ในการเลือกรูปแบบของข้อมูลเวลา

- ถ้าบิทนี้มีค่าเป็น "1" จะเป็นการเลือกข้อมูลแบบ เลขฐานสอง
- ถ้าบิทนี้มีค่าเป็น "Ø" จะเป็นการเลือกข้อมูลแบบ บีซีดี

บิท 24/12 ใช้ในการเลือกการทำงานของนาฬิกา ว่าจะให้นาฬิกาทำงานแบบ 24 ชั่วโมง หรือ 12 ชั่วโมง

- ถ้าบิทนี้มีค่าเป็น "1" เป็นการเลือกให้นาฬิกาทำงานแบบ 24 ชั่วโมง
- ถ้าบิทนี้มีค่าเป็น "Ø" เป็นการเลือกให้นาฬิกาทำงานแบบ 12 ชั่วโมง

- รีจิสเตอร์ C เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้อ่านข้อมูลได้อย่างเดียว และหลังจากที่ทำการอ่านข้อมูลในรีจิสเตอร์ C ไปแล้วจะทำให้ข้อมูลทุกบิท์ในรีจิสเตอร์ C มีค่าเป็น " Ø "

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	BØ
IRQF	PF	AF	UF	Ø	Ø	Ø	Ø

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิท IRQF เป็นบิทที่ใช้แสดงสถานะการเกิดสัญญานอินเทอรรัพท์ โดยถ้าบิทนี้มีค่าเป็น "1" ไอซีก็จะทำการส่งสัญญาน IRQ ไปอินเทอรัพท์ไมโครโปรเซสเซอร์

บิทนี้จะมีค่าเป็น "1" เมื่อ

บิท PF และ บิท PIE มีค่าเป็น "1"

หรือ บิท AF และ บิท AIE มีค่าเป็น "1"

หรือ บิท UF และ บิท UIE มีค่าเป็น "1"

ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการพีชคณิตของบูลีนได้ดังนี้คือ

IRQF = PF.PIE + AF.AIE + UF.UIE

บิท PF เป็นบิทที่ใช้แสดงสถานะของการส่งอินเตอร์รัพท์ซ้ำเป็นช่วง ๆ ซึ่งเมื่อถึงเวลาที่กำหนดในการส่งอินเตอร์รัพท์ ก็จะทำให้บิทนี้มีค่าเป็น "1"

บิท AF ใช้แสดงสถานะเมื่อเกิดการปลุก โดยบิทนี้จะถูกเซทเป็น "1"

บิท UF ใช้แสดงสถานะเมื่อสิ้นสุดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเวลา โดยบิทนี้จะถูกเซทเป็น "1"

บิท B0-B3 ทั้งสามบิทนี้จะมีค่าเป็น "0" เสมอ ไม่สามารถนำมาใช้งานได้

- รีจิสเตอร์ D เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้อ่านข้อมูลได้เพียงอย่างเดียว

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
VRT	0	0	0	0	0	0	0

บิท VRT ใช้ในการตรวจหน่วยความจำภายในว่าสามารถใช้งานได้หรือไม่ ซึ่งจะต้องใช้งานร่วมกับขา PS ดังได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น

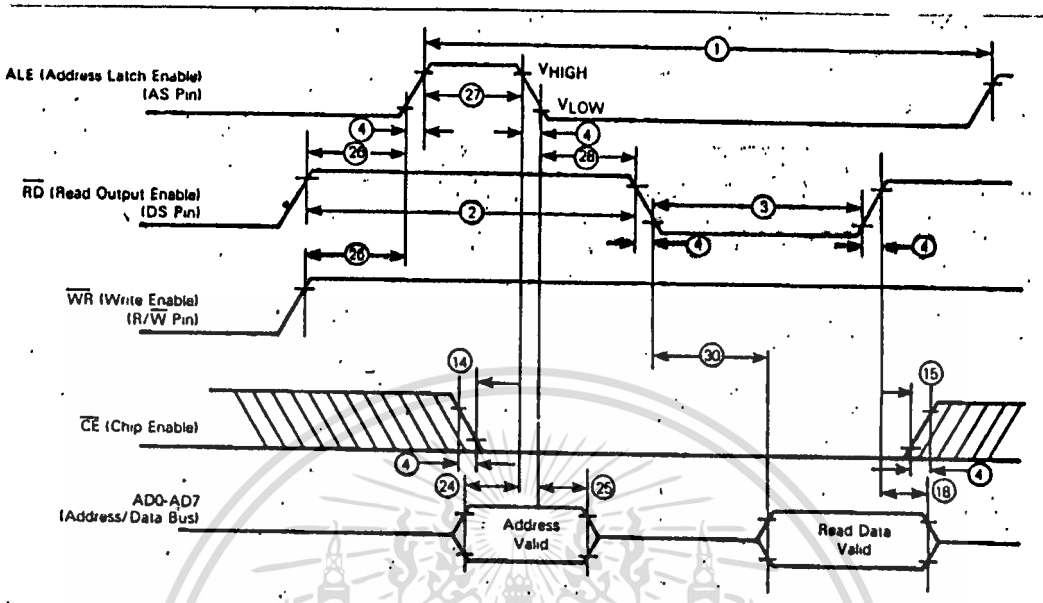
บิท B0-B6 จะมีค่าเป็น "0" เสมอ ไม่สามารถนำมาใช้งานได้

การทำงานของไอซี 146818 นี้ได้แสดงในไดอะแกรมเวลา (TIMING DIAGRAM) ดังรูป 2.10 และ 2.11

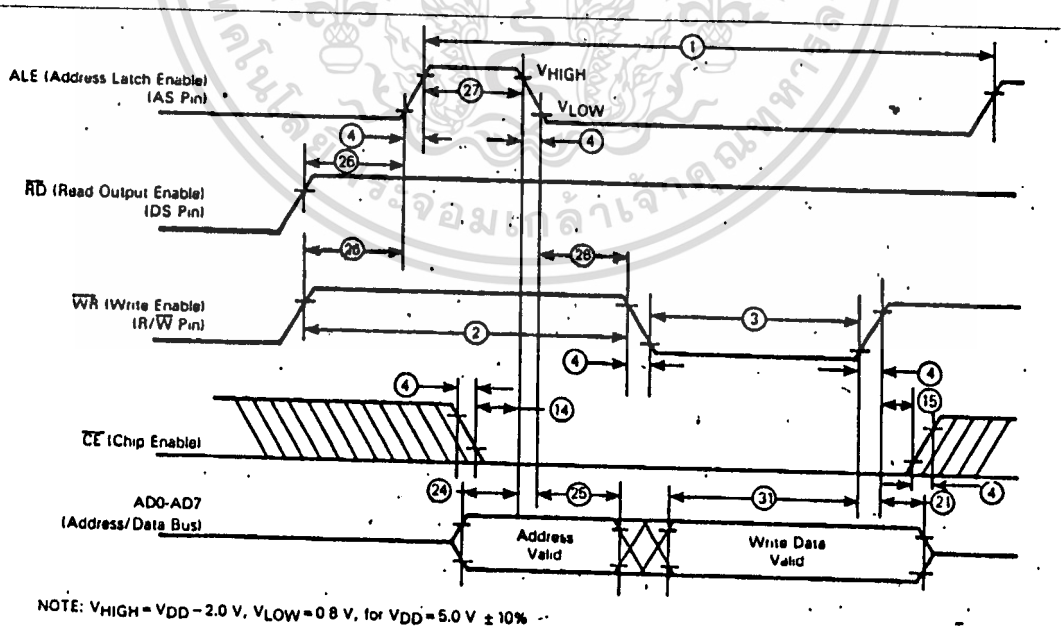
ไดอะแกรมเวลาของไซเคิลการอ่านข้อมูล

1. ในตอนแรก ไมโครโปรเซสเซอร์จะต้องส่งข้อมูลแอดเดรสให้กับขาสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.10 แสดงไดอะแกรมเวลาของ ไซเคิลการอ่านข้อมูล



รูป 2.11 แสดงไดอะแกรมเวลาของ ไซเคิลการเขียนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AD0-AD7 แต่ข้อมูลที่จะใช้เป็นแอดเดรส มีเพียง AD0-AD5 เท่านั้น ส่วนขาสัญญาณ AD6 และ AD7 ไม่ได้นำมาใช้

2. ต่อจากนั้นไมโครโปรเซสเซอร์จะส่งสัญญาณมาที่ขา AS ทำให้มีการเปลี่ยนลอจิก "0" เป็น ลอจิก "1" เป็นการบอกให้ไอซีทำการดีมัลติเพลกซ์ขาสัญญาณที่เข้ามาทางขา AD0-AD5 และเมื่อสัญญาณที่ขา AS เปลี่ยนจากลอจิก "1" กลับมาเป็นลอจิก "0" ไอซี 146818 ก็จะทำการแลทช์ค่าแอดเดรส AD0-AD5 เก็บไว้ภายในโดยแอดเดรสนี้ จะเป็นตัวกำหนดตำแหน่งของ หน่วยความจำภายในไอซีที่ไมโครโปรเซสเซอร์ต้องการจะติดต่อด้วย

3. หลังจากนั้น ไมโครโปรเซสเซอร์จะส่งสัญญาณอ่าน (READ) มาที่ขา DS ของไอซี 146818

4. ไอซี 146818 ก็จะส่งข้อมูลในแอดเดรสของหน่วยความจำภายในออกมาทางขาสัญญาณ AD0-AD7 เข้าสู่บัสข้อมูล

5. ไมโครโปรเซสเซอร์จะทำการอ่านข้อมูลจากบัสข้อมูลเพื่อนำไปประมวลผล

ไดอะแกรมเวลาของไซเคิลการเขียนข้อมูล

1. ในตอนแรกจะทำงานเหมือนกับไซเคิลการอ่านคือ ส่งค่าแอดเดรสให้กับไอซี 146818

2. หลังจากนั้นไมโครโปรเซสเซอร์ จะส่งข้อมูลที่จะเขียนลงในหน่วยความจำออกมาที่บัสข้อมูล และส่งสัญญาณเขียน (WRITE) ซึ่งแอคทิฟ "0" มาที่ขา R/W ของไอซี

3. ไอซีจะทำการรับเอาข้อมูลจากบัสข้อมูล ผ่านทางขาสัญญาณ AD0-AD7 เข้าไปเก็บไว้ภายในหน่วยความจำของไอซี

หมายเหตุ : ทุกครั้งที่ไมโครโปรเซสเซอร์ทำการติดต่อกับไอซี 146818 จะต้องให้ขาสัญญาณ CE แอคทิฟ คือ มีสถานะเป็น "0" เสมอ

2.4 ระบบการสื่อสารข้อมูล

ในระบบสื่อสารข้อมูลได้แบ่งเป็น 2 ระบบใหญ่ด้วยกัน คือ ระบบการสื่อสารแบบขนาน (PARALLEL COMMUNICATION SYSTEM) และระบบการสื่อสารแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ ห้ามมิให้ผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุกรม (SERIAL COMMUNICATION SYSTEM) ซึ่งในแต่ละระบบจะมีข้อดีและข้อเสียต่างกัน ซึ่งในการนำไปใช้ จะต้องมีการศึกษารายละเอียดของแต่ละระบบ เพื่อจะได้นำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสม

2.4.1 ระบบการสื่อสารแบบขนาน

เป็นระบบที่มีการสื่อสารได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีการส่งข้อมูลได้ครั้งละหลายบิทในเวลาเดียวกัน เช่น ในการส่งข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องพิมพ์ (PRINTER) โดยมีไอซีที่สนับสนุนการสื่อสารระบบนี้มากมาย เช่น ไอซี Z-80PIO ไอซี 8155 ไอซี 8212 ไอซี 8255 ซึ่งในโครงงานนี้ได้ใช้ไอซี 8255 เนื่องจากมีความเหมาะสม และราคาถูก เมื่อเทียบกับจำนวนพอร์ทที่ได้ใช้งาน

ไอซี 8255 PPI (PROGRAMMABLE PERIPHERAL INTERFACE)

เป็นไอซีที่มีขนาด 40 ขา ดังรูป 2.12 มีจำนวนพอร์ท 4 พอร์ท คือ พอร์ท A พอร์ท B พอร์ท C และคอนโทรลพอร์ท (CONTROL PORT) ซึ่งสามารถเลือกโปรแกรมให้ทำงานได้ 3 โหมดด้วยกัน คือ โหมด 0 โหมด 1 และโหมด 2 โดยการส่งคำสั่งควบคุม (CONTROL WORD) ไปยังคอนโทรลพอร์ท ซึ่งความหมายแต่ละบิทของคำสั่งควบคุมสามารถดูได้จากตาราง 2.5

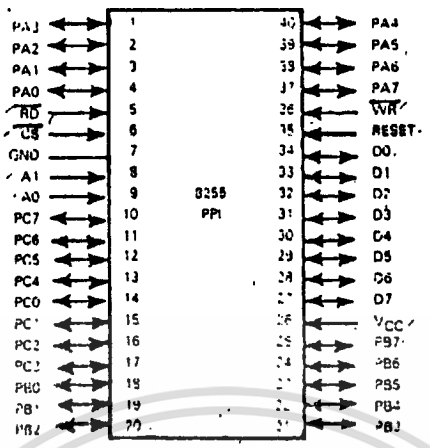
ในโครงงานนี้ ได้โปรแกรมให้ไอซี 8255 ทำงานในโหมด 0 โดยให้พอร์ท A และ พอร์ท C ส่วนบน ทำหน้าที่เป็นอินพุทพอร์ท ส่วนพอร์ท B และพอร์ท C ส่วนล่าง ทำหน้าที่เป็นเอาท์พุทพอร์ท

2.4.2 ระบบการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

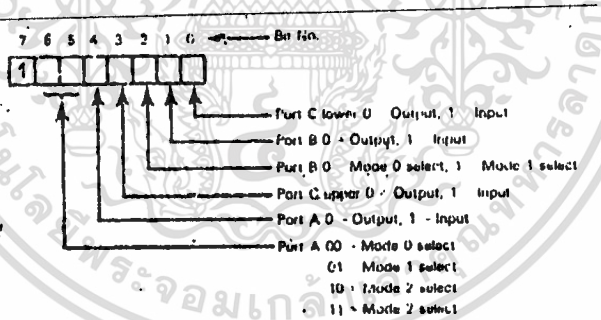
เป็นระบบที่มักจะใช้ในการส่งข้อมูลเป็นระยะทางไกล ๆ เนื่องจากสามารถที่จะลดค่าใช้จ่ายของการใช้สายส่งให้น้อยลง เช่น การส่งข้อมูลผ่านทางสายโทรศัพท์ ในการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมนี้ได้แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ระบบย่อย ๆ คือ การรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส (SYNCHRONOUS) และการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (ASYNCHRONOUS)

ในการรับส่งแบบข้อมูลแบบซิงโครนัสนั้น ทางด้านภาครับและภาคส่งจะทำการติดต่อกันอยู่ตลอดเวลา โดยในสภาวะปรกติทางด้านภาคส่ง จะส่งซิงค์คาแรคเตอร์ (SYNC CHARACTER) ไปอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเรียกสภาวะนี้ว่า ฮันท์โหมด (HUNT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.12 แสดงลักษณะขาสัญญาณของไอซี 8255



ตาราง 2.5 แสดงความหมายของแต่ละบิทของคำสั่งควบคุมของไอซี 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE) จำนวนชิงค์คาแรคเตอร์อาจมี 1 หรือ 2 คาแรคเตอร์ก็ได้

ส่วนการส่งแบบอะซิงโครนัสนั้น ทางภาคส่งและภาครับไม่จำเป็นต้องทำการติดต่อกันตลอดเวลา โดยสภาวะที่ไม่มีการส่งข้อมูลนั้น บนสายส่งจะอยู่ในสภาวะมาร์คกิ้งสเตท (MARKING STATE) และเมื่อมีข้อมูลบิทแรกส่งมา จะอยู่ในสภาวะสเปซซิ่งสเตท (SPACING STATE) รูปแบบการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั้นจะเป็นดังรูป 2.13 กล่าวคือ จะประกอบไปด้วย สตาร์ทบิท (START BIT) ดาต้าบิท (DATA BITS) พาริตี้บิท (PARITY BIT) และ สต็อปบิท (STOP BIT(S))

- สตาร์ทบิท เป็นบิทที่แสดงให้ทราบว่ามีการส่งข้อมูลมาแล้ว โดยจะมีสถานะตรงข้ามกับมาร์คกิ้งสเตท

- ดาต้าบิท คือ ข้อมูลที่ต้องการส่ง ปรกติจะมีอยู่ 5 ถึง 8 บิท

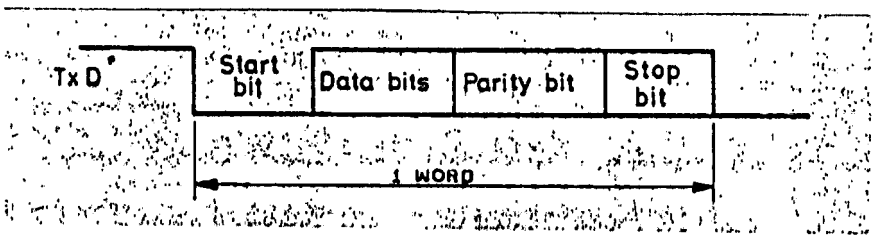
- พาริตี้บิท คือ บิทที่ใช้ในการตรวจสอบข้อมูลที่ได้รับว่าถูกต้องหรือไม่ โดยมีการใช้อยู่ 2 ลักษณะ คือ พาริตี้บิทคู่ (EVEN PARITY) และ พาริตี้บิทคี่ (ODD PARITY) ในพาริตี้บิทคี่ ถ้าข้อมูลรวมกันมีค่าเป็น 0 แล้วบิทนี้จะแสดงสถานะเป็น 1 ส่วนในพาริตี้บิทคู่ จะเป็นในทำนองกลับกัน กล่าวคือ ถ้าข้อมูลรวมกันมีค่าเป็น 1 แล้วบิทนี้จะแสดงสถานะเป็น 1

- สต็อปบิท เป็นบิทที่แสดงให้ทราบว่าข้อมูลได้ส่งมาครบ 1 คำ (WORD) แล้ว ปรกติจะมีจำนวน 1 , 1.5 หรือ 2 บิท

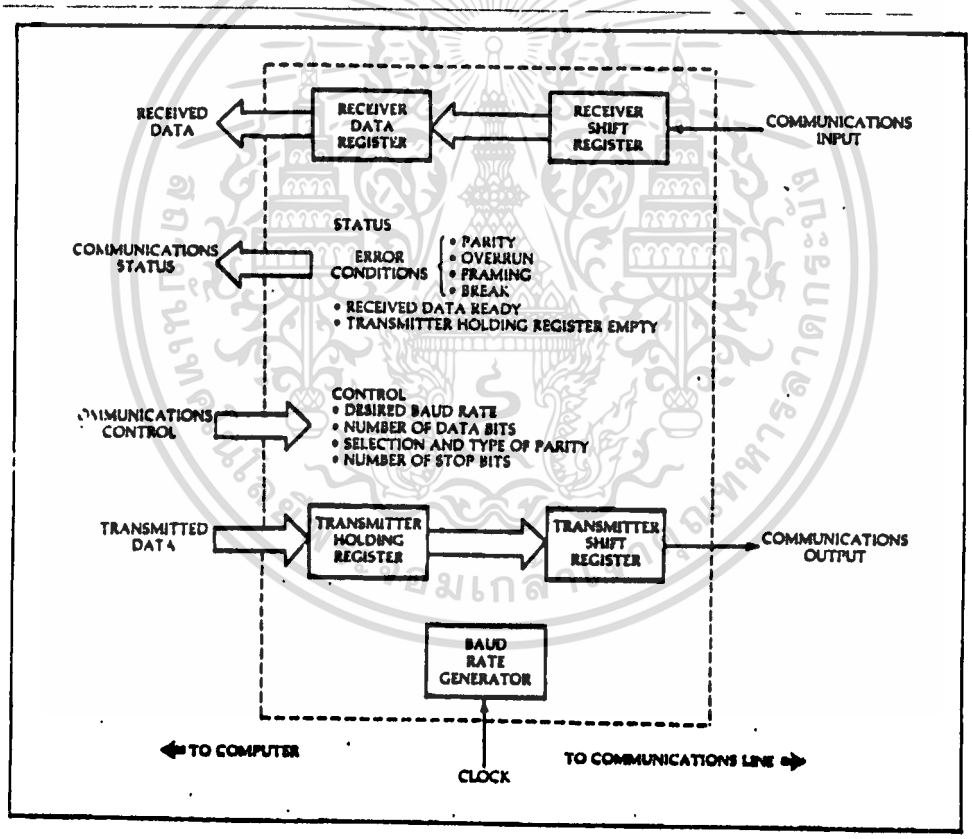
ในการส่งข้อมูลนั้น ภายในตัวรับและตัวส่งจะต้องมีการตกลงรูปแบบของโปรโตคอล (PROTOCOL) ให้เหมือนกัน และมีอัตราในการส่งข้อมูล (จำนวนบิทต่อวินาที) หรือที่เรียกว่า บอดเรท (BAUD RATE) เท่ากัน ระบบโปรโตคอลที่ใช้ในปัจจุบันจะถือมาตรฐาน UART (UNIVERSAL ASYNCHRONOUS RECEIVER TRANSMITTER) ซึ่งมีบล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานดังรูป 2.14

จากรูป ขณะที่ทำงานเป็นตัวส่งข้อมูล เมื่อต้องการส่งข้อมูล ก็จะทำการตรวจสอบสถานะการสื่อสาร (COMMUNICATION STATUS) ว่ารีจิสเตอร์พักข้อมูล (TRANSMITTER HOLDING REGISTER) ว่างหรือไม่ ถ้าว่างก็จะส่งข้อมูลแบบขนานเข้าไปพักยังรีจิสเตอร์พักข้อมูล แล้วสถานะการสื่อสารจะแสดงว่ารีจิสเตอร์พักข้อมูลไม่ว่าง ข้อมูลที่อยู่ในรีจิสเตอร์พักข้อมูลนั้นจะถูกส่งไปยัง รีจิสเตอร์แปลงข้อมูลทางด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.13 รูปที่แสดงลักษณะข้อมูลการส่งแบบอนุกรม



รูป 2.14 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบ UART

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่ง (TRANSMITTER SHIFT REGISTER) เพื่อทำการแปลงข้อมูลแบบขนานให้เป็นข้อมูลแบบอนุกรม แล้วส่งไปทางสายส่ง ขณะที่ข้อมูลจากรีจิสเตอร์พักข้อมูลถูกส่งไปยังรีจิสเตอร์แปลงข้อมูลทางด้านส่ง สถานะการส่งจะเปลี่ยนเป็นว่าง เพื่อแสดงว่ารีจิสเตอร์พักข้อมูลพร้อมที่จะรับข้อมูลตัวถัดไปแล้ว

ในกรณีที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับข้อมูลนั้น รีจิสเตอร์แปลงข้อมูลทางด้านรับ (RECEIVER SHIFT REGISTER) จะรับข้อมูลจากสายส่งเข้ามา และทำการเปลี่ยนข้อมูลแบบอนุกรมให้เป็นข้อมูลแบบขนาน แล้วส่งข้อมูลที่ได้ไปยัง รีจิสเตอร์รับข้อมูล (RECEIVER DATA REGISTER) แล้วส่งสัญญาณออกมาว่ามีการรับข้อมูลแล้ว พร้อมทั้งมีการแสดงสถานะการสื่อสารของตัวรับว่ามีข้อมูลอยู่ในรีจิสเตอร์รับข้อมูลแล้ว การตอบรับข้อมูลมีได้ 2 วิธี คือ การตรวจสอบสถานะการสื่อสารข้อมูลอยู่ตลอดเวลา เรียกวิธีนี้ว่าการโพลลิ่ง (POLLING) และการนำสัญญาณที่ได้ไปใช้ในการอินเตอร์รัพท์ซีพียู เพื่อให้ซีพียูมาทำการอ่านข้อมูลไป

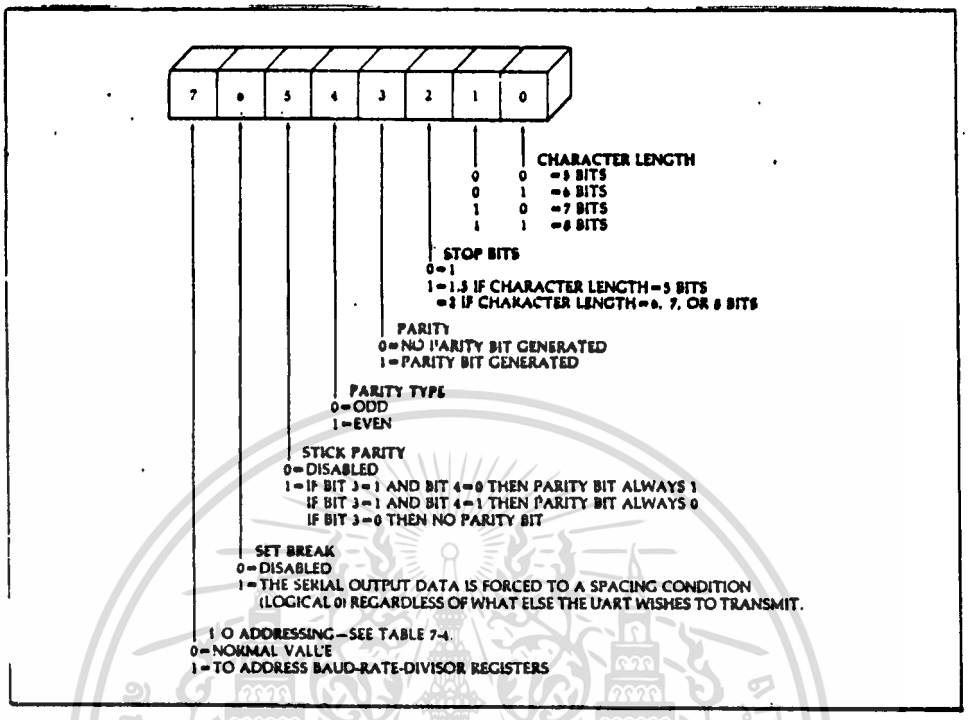
ในสภาวะที่ข้อมูลในรีจิสเตอร์รับข้อมูลยังไม่ถูกอ่านไป แล้วมีข้อมูลชุดใหม่เข้ามา จะทำให้ข้อมูลชุดเก่าสูญหาย เรียกการเกิดเหตุการณ์นี้ว่า OVERRUN ERROR ซึ่งจะมีการแสดงสถานะของการเกิดเหตุการณ์นี้ ใน รีจิสเตอร์แสดงสถานะ (STATUS REGISTER) และยังคงแสดงสภาวะการผิดพลาดนี้ต่อไปตลอดการรับข้อมูล

ในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้น มีไอซีสนับสนุนการทำงานอยู่มาก โดยในที่นี้จะขอกล่าวถึง ไอซี 8250 และไอซี 8251 เนื่องจากเป็นไอซีที่ใช้ในโครงงานนี้ โดยได้โปรแกรมให้ไอซีทั้งสองทำงานแบบอะซิงโครนัส และมีบอดเรท เท่ากับ 9600x16

ไอซี เบอร์ 8250

เป็นไอซีที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมในระบบไมโครคอมพิวเตอร์ โดยติดต่อออกมาทาง อาร์.เอส. 232 (RS 232) ซึ่งภายในจะประกอบด้วยรีจิสเตอร์จำนวน 10 ตัวด้วยกัน ซึ่งสามารถโปรแกรมได้ โดยมีการจัดเป็นอินพุทเอาท์พุทพอร์ทซึ่งแสดงไว้ดังตาราง 2.6 ขั้นตอนการโปรแกรมจะกระทำได้โดยการโปรแกรม ไลน์คอนโทรลรีจิสเตอร์ (LINE CONTROL REGISTER) เพื่อบอกว่ารูปแบบการส่งข้อมูลมีลักษณะเช่นไร ซึ่งได้แสดงไว้ดังรูป 2.15 โปรแกรม บอดเรทดีไวเซอร์ (BAUD RATE DEVISER (LSB) AND (MSB)) เพื่อบอกว่าส่งด้วยความเร็วบอดเรทเท่าไหร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนำไปใช้



รูป 2.15 แสดงไลน์คอนโทรลรีจิสเตอร์ของไอซี 8250

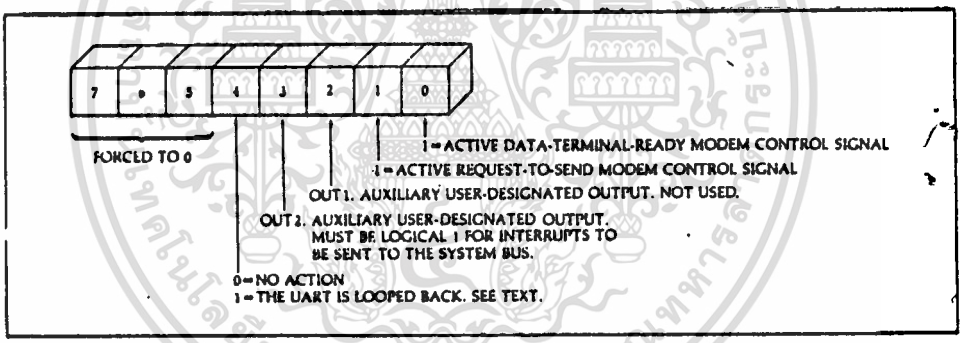
I/O Port Address	Input or Output	Register Selected
3F8H*	Output	Transmitter Holding Register
3F8H*	Input	Receiver Data Register
3F8H†	Output	Baud-Rate Divisor (LSB)
3F9H†	Output	Baud-Rate Divisor (MSB)
3F9H*	Output	Interrupt-Enable Register
3FAH	Input	Interrupt-Identification Register
3FBH	Output	Line-Control Register
3FCH	Output	Modem-Control Register
3FDH	Input	Line-Status Register
3FEH	Input	Modem-Status Register

ตาราง 2.6 แสดงรายละเอียดของรีจิสเตอร์ในไอซี 8250

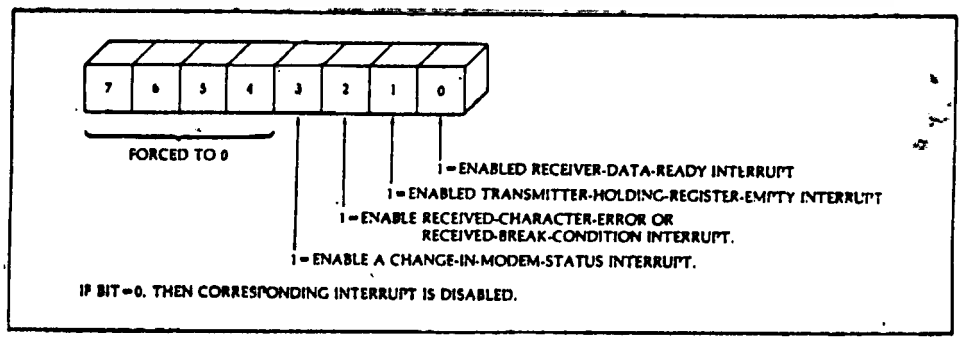
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Desired Baud Rate	Value for Baud-Rate-Divisor Registers	
	MSB	LSB
50	09H	00H
75	06H	00H
110	04H	17H
134.5	03H	59H
150	03H	00H
300	01H	80H
600	00H	C0H
1200	00H	60H
1800	00H	40H
2000	00H	3AH
2400	00H	30H
3600	00H	20H
4800	00H	18H
7200	00H	10H
9600	00H	0CH

ตาราง 2.7 แสดงการกำหนดค่าของบอดเรทของการส่งข้อมูล



รูป 2.16 แสดงโมเดมคอนโทรลรีจิสเตอร์ของไอซี 8250



รูป 2.17 แสดงโครงสร้างของอินเตอร์รัพท์อีนาเบิ้ลรีจิสเตอร์ของไอซี 8250

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งค่าที่จะเลือกโปรแกรมได้แสดงไว้ดังตาราง 2.7 โปรแกรม โมเดมคอนโทรล รีจิสเตอร์(MODEM CONTROL REGISTER) ซึ่งจะเป็นตัวคอยควบคุมสัญญาณที่จะเกิดขึ้นโดย 8250 ซึ่งได้แสดงไว้ดังรูป 2.16 และตัวที่จะต้องทำการโปรแกรมตัวสุดท้าย คือ อินเทอรัพท์ อีนาเบิ้ล รีจิสเตอร์ (INTERRUPT-ENABLE REGISTER) ซึ่งจะบอกลักษณะการติดต่อข้อมูล ว่ามีการติดต่อแบบใช้สัญญาณอินเทอรัพท์หรือไม่ โดยแสดงความหมายแต่ละบิทไว้แล้ว ดังรูป 2.17

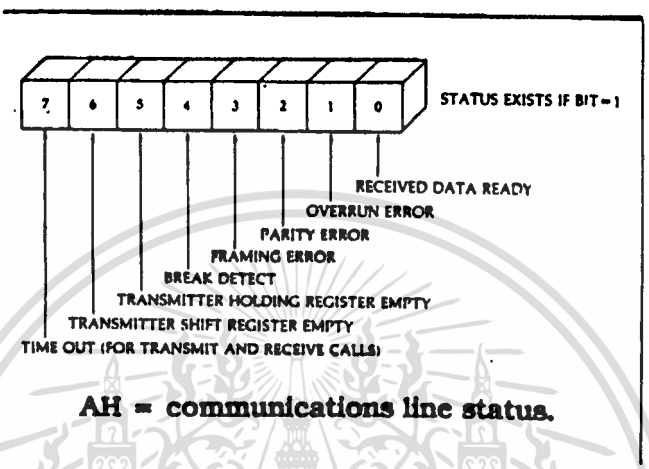
จากที่กล่าวแล้วว่าสามารถทำการตอบรับข้อมูลได้ 2 วิธี แต่เนื่องจากในโครงงานนี้ ได้ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เป็นตัวสั่งงานหลัก ว่าจะให้เครื่องบันทึกเวลาทำงานอย่างไรบ้าง เช่น ส่งข้อมูลกลับมายังไมโครคอมพิวเตอร์ ตั้งเวลาต่าง ๆ เพราะฉะนั้นจึงได้ให้ 8250 ทำการตอบรับข้อมูลโดยใช้วิธี โพลลิ่ง ซึ่งจะคอยตรวจสถานะการทำงานของ 8250 ที่ ไลน์สเตตัสรีจิสเตอร์ (LINE STATUS REGISTER) ซึ่งความหมายของแต่ละบิท ได้แสดงไว้ดังรูป 2.18 แต่ถ้ากรณีที่ใช้การตอบรับแบบอินเทอรัพท์นั้น จะมีการส่งสัญญาณอินเทอรัพท์ไปให้ไอซี อินเทอรัพท์ คอนโทรลเลอร์เบอร์ 8259 ที่ขา IRQ4 โดยซีพียูจะไปทำรูทีน (ROUTINE) อินเทอรัพท์เวกเตอร์ (INTERUPT VECTOR) ØCH ซึ่งสามารถทำการตรวจสอบสภาวะการทำงานเพิ่มเติมได้ที่ รีจิสเตอร์แสดงการอินเทอรัพท์ (INTERRUPT-IDENTIFICATION REGISTER)

ในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ได้มีโปรแกรมย่อยสำหรับการทำงานติดต่อการทำงานของ 8250 แล้ว ในอินเทอรัพท์เวกเตอร์ 14H ซึ่งอยู่ใน BIOS แต่ความสามารถในการทำงานยังจำกัดอยู่มาก ดังนั้นในโครงงานนี้จึงได้ทำการติดต่อทำงานกับไอซี 8250 โดยตรง

ไอซี เบอร์ 8251

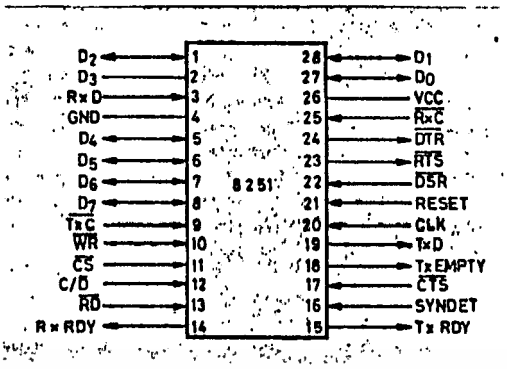
เป็นไอซีที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม ที่นิยมใช้กันมากโดยทั่วไป ซึ่งมีขาไอซี 28 ขา โดยมีสัญญาณที่ขาต่าง ๆ ดังรูป 2.19 และหน้าที่การทำงานของขาสัญญาณต่าง ๆ ดังตารางที่ 2.8 โดยจะสามารถติดต่อกับ 8251 ได้ในลักษณะพอร์ท ซึ่งมีอยู่ 2 พอร์ทด้วยกัน โดยการกำหนดสัญญาณที่ขาต่าง ๆ ดังตาราง 2.9 ไอซีเบอร์ 8251 นั้นก็สามารถทำงานได้ทั้ง 2 โหมดเช่นเดียวกัน โดยในที่นี้จะขอกล่าวเฉียงการนำ ไอซี 8251 ไปใช้ในโหมดอะซิงโครนัสเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.18 แสดงไลน์สเตตัสรีจิสเตอร์ภายในไอซี 8250

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.19 แสดงขาสัญญาณต่าง ๆ ของไอซี 8251

ชื่อสัญญาณ	หน้าที่	ชนิดของสัญญาณ
D_0 -D_7	Data Bus	สองทิศทาง
RESET	สัญญาณรีเซท	อินพุท
CLK	สัญญาณนาฬิกา	อินพุท
C/$\overline{D}$	สัญญาณเลือก Control or Data	อินพุท
$\overline{RD}$	สัญญาณแสดงขบวนการ Read	อินพุท
$\overline{WR}$	สัญญาณแสดงขบวนการ Write	อินพุท
$\overline{CS}$	สัญญาณเลือก 8251	อินพุท
$\overline{DSR}$	Data Set Ready	อินพุท
$\overline{DTR}$	Data Terminal Ready	เอาท์พุท
$\overline{CTS}$	Clear To Send Data	เอาท์พุท
$\overline{RTS}$	Request To Send Data	เอาท์พุท
TxD	ข้อมูลออกแบบอนุกรม	เอาท์พุท
TxRDY	Transmitter Ready To receive data on Data Bus	เอาท์พุท
TxEMPTY	Transmitter empty	เอาท์พุท
$\overline{TxC}$	Serial Transmit data clock	อินพุท
RxD	ข้อมูลเข้าแบบอนุกรม	อินพุท
RxRDY	มีข้อมูลพร้อมจะส่งไปยังบัสข้อมูล	เอาท์พุท
$\overline{RxC}$	Serial data input clock	อินพุท
SYNDET/BD	Synchronous data detect	สองทิศทาง
Vcc, GND	ไฟเลี้ยงและศูนย์โวลท์	

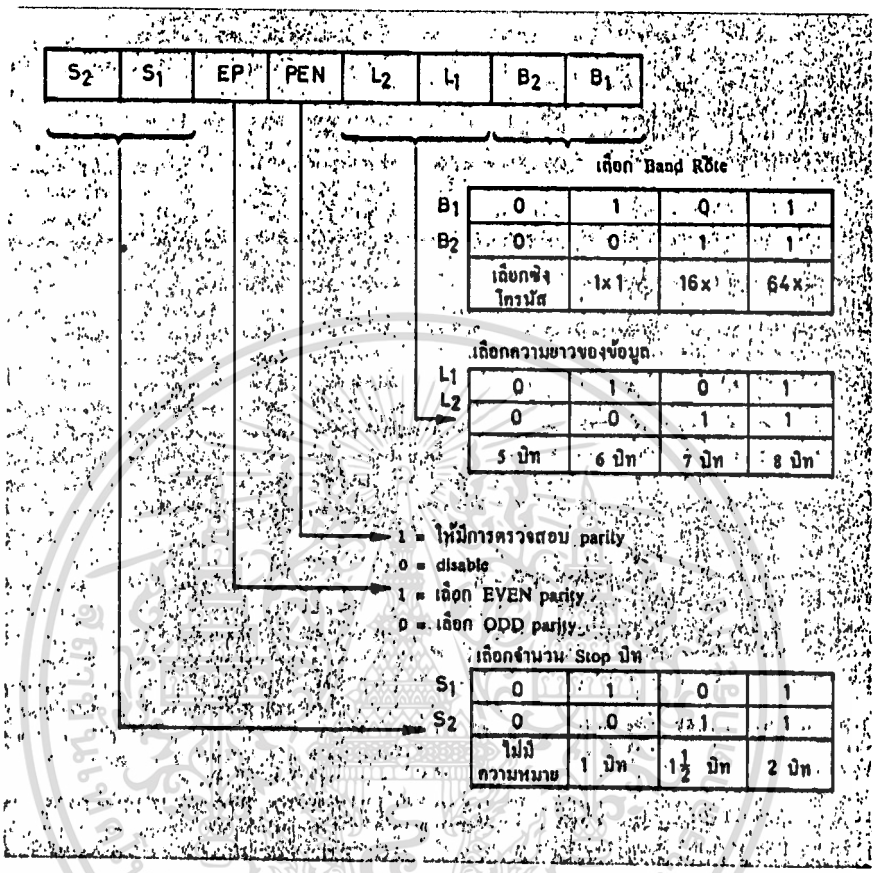
ตาราง 2.8 แสดงหน้าที่ของขาสัญญาณต่าง ๆ ของไอซี 8251

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C/$\overline{D}$	$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	$\overline{CS}$	ความหมาย
0	0	1	0	8251 ⟶ Data Bus
0	1	0	0	Data Bus ⟶ 8251
1	0	1	0	Status ⟶ Data Bus
1	1	0	0	Data Bus ⟶ Control
x	x	x	1	Data Bus ⟶ ถอย

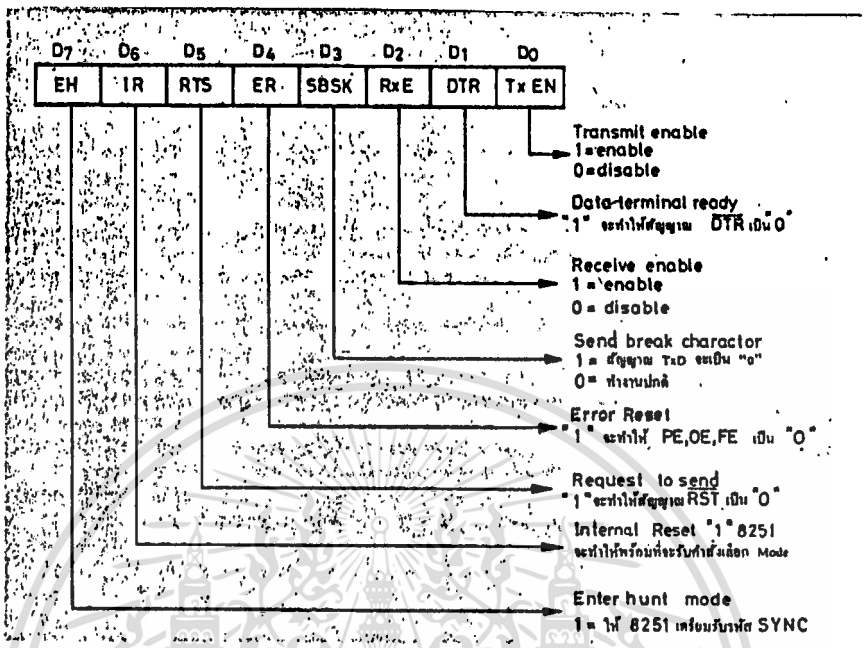
ตาราง 2.9 แสดงการกำหนดสัญญาณที่ขาของไอซี 8251 เพื่อทำการเลือกพอร์ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

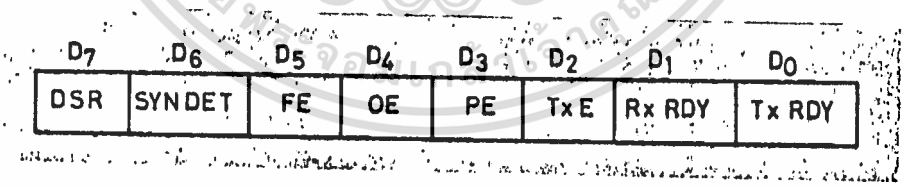


รูป 2.20 แสดงความหมายของบิทต่าง ๆ ของคำสั่งเลือกโหมดของไอซี 8251

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.21 แสดงความหมายแต่ละบิทของคำสั่งการทำงานของไอซี 8251



รูป 2.22 แสดงบิทของรีจิสเตอร์แสดงสถานะของไอซี 8251

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการโปรแกรม ไอซี 8251 นั้นทำได้โดยการส่งคำสั่งเลือกโหมด ซึ่งมีความหมายของบิทต่าง ๆ ดังรูป 2.20 แล้วตามด้วยคำสั่งการทำงาน ซึ่งมีความหมายแต่บิทดังรูป 2.21 ในการติดต่อกับไอซี 8251 นั้นเราสามารถทำการตรวจสอบสภาวะการทำงานของ ไอซี 8251 ได้ โดยทำการอ่านสถานะของ 8251 ซึ่งความหมายของแต่ละบิทได้แสดงไว้ดังรูป 2.22

เนื่องจากการส่งข้อมูลโดยอาศัย ไอซี 8250 หรือ 8251 เพียงอย่างเดียวนั้นจะสามารถส่งข้อมูลได้ในระยะใกล้ ๆ เท่านั้น ดังนั้นจึงมีวงจรที่ช่วยในการส่งข้อมูลไปตามสายส่ง ซึ่งมีลักษณะการส่งได้ 2 แบบ ดังนี้

- แบบโวลท์เตจ ซึ่งระดับโวลท์เตจที่นิยมใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป คือ ผ่าน RS-232 โดยจะมีระดับแรงดันในสายส่งประมาณ -12 ถึง +12 โวลท์ ซึ่งสามารถทำให้ส่งได้ระยะทางไกลกว่าการส่งแบบระดับแรงดัน 0 ถึง 5 โวลท์ ซึ่งการส่งวิธีนี้ส่งได้ระยะไกลประมาณ 50 ฟุต

- แบบกระแส ซึ่งใช้กระแสเป็นสัญญาณในการส่ง ทำให้ระยะทางในการส่งไกลขึ้นเนื่องจากลดปัญหาเรื่องการลดทอนสัญญาน และสัญญาณรบกวนก็น้อยกว่าการส่งแบบโวลท์เตจ แต่มีข้อเสีย คือ ใช้กระแสในการส่งข้อมูลมาก ซึ่งในโครงงานนี้ได้ทำการส่งข้อมูลแบบกระแสนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

หลักการออกแบบและการสร้าง

3.1 ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์

เราได้เลือกใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z-80 เพราะเป็นไอซีที่สามารถใช้งานได้ง่าย มีราคาไม่แพง และมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง

ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z-80 มีอยู่หลายประเภท สามารถแยกประเภทได้ตามความถี่สูงสุดของสัญญาณนาฬิกาที่ใช้งาน คือ

เบอร์ Z-80H สามารถใช้งานที่ความถี่สูงสุดเท่ากับ 8 เมกกะเฮิร์ตซ์

เบอร์ Z-80B สามารถใช้งานที่ความถี่สูงสุดเท่ากับ 6 เมกกะเฮิร์ตซ์

เบอร์ Z-80A สามารถใช้งานที่ความถี่สูงสุดเท่ากับ 4 เมกกะเฮิร์ตซ์

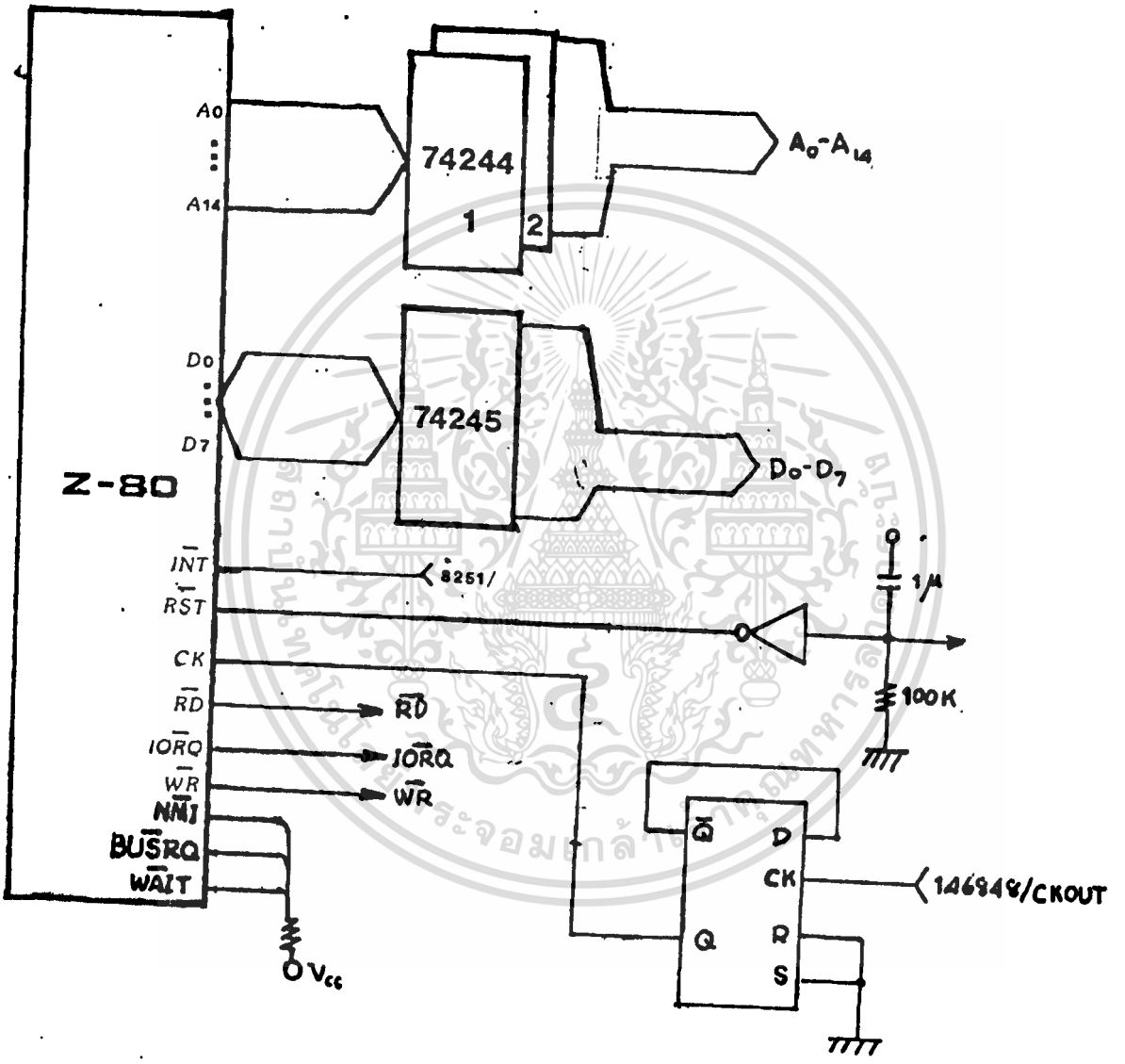
เบอร์ Z-80 สามารถใช้งานที่ความถี่สูงสุดเท่ากับ 2.5 เมกกะเฮิร์ตซ์

สำหรับในโครงงานนี้ เราจะเลือกใช้งานเฉพาะเบอร์ Z-80 และ Z-80A เท่านั้น เพราะว่าสามารถหาซื้อได้ง่าย และมีราคาถูก

3.1.1 ในการทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z-80 จะมีการติดต่อรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก โดยผ่านทางระบบบัสต่าง ๆ คือบัสแอดเดรส บัสข้อมูล และบัสควบคุม เนื่องจากว่าต้องต่อกับไอซีหลายตัวทำให้ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z-80 ต้องรับภาระการจ่ายกระแสมากขึ้น (ทั้งการรับกระแสซิงค์ และการจ่ายกระแสซอร์ส) โดยปรกติ Z-80 จะสามารถรับภาระในการจ่ายกระแสได้ประมาณ 3 ไอซีทีทีแอลแบบแอลเอส (TTL LS) แต่ถ้าต้องการจ่ายกระแสมากกว่านี้ ควรจะเพิ่มไอซีที่สามารถจ่ายกระแสแทนได้มากขึ้น ซึ่งในที่นี้ใช้ไอซีเบอร์ 74LS244 มาทำหน้าที่เป็นแอดเดรสบัฟเฟอร์ (ADDRESS BUFFER) และใช้ไอซีเบอร์ 74LS245 เป็นดาต้าบัสบัฟเฟอร์ (DATA BUFFER)

3.1.2 สัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้กับ Z-80 นั้นจะได้มาจากการนำสัญญาณฐานเวลาของไอซีนาฬิกาเบอร์ 146818 ซึ่งมีความถี่เท่ากับ 4.194304 เมกกะเฮิรตซ์ มาผ่านวงจรหารสอง ซึ่งในที่นี้ใช้ไอซีฟลิปฟลอปเบอร์ 74LS74 จะได้สัญญาณความถี่ 2.097152 เมกกะเฮิร์ตซ์

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แสดงวงจร Z-80 ที่ใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

3.1.3 ในสภาวะเริ่มต้นระบบนั้นหลังจากจ่ายไฟให้กับระบบแล้ว จะต้องทำการรีเซท Z-80 ที่ขารีเซทด้วยโลจิก " 0 " นานเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 3 ลูกคลื่นของสัญญาณนาฬิกา ซึ่งในที่นี้ใช้วงจร RC ซึ่งค่า R และC ที่ใช้สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$T = 0.9\ R \times C$$

3.1.4 ในโครงงานนี้ ไม่ได้ใช้ความสามารถของ Z-80 ทั้งหมด ดังนั้นในการต่อวงจรจึงได้ทำการพูลอัพ (PULL UP) ขาสัญญาน BUSRQ และ NMI ซึ่งได้แสดงไว้แล้วดังรูปที่ 3.1

3.2 ส่วนของหน่วยความจำ

โปรแกรมมอนิเตอร์ทั้งหมดได้เก็บไว้ในอีพรอมเบอร์ 2732 ที่หน่วยความจำ 0000H - 0FFFH โดยหลังการรีเซท Z-80 โปรแกรมเคาน์เตอร์ (PC) จะมีค่าเป็น 0000H ส่วนข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากบัตรแม่เหล็ก ไอซี 146818 และเครื่องคอมพิวเตอร์ จะเก็บไว้ในไอซีแรมแบบสเตติดเบอร์ 6264 จำนวน 2 ตัวด้วยกัน โดยตัวแรกดีโคด (DECODE) ไว้ที่หน่วยความจำ 2000H - 3FFFH และตัวที่สองที่ 4000H - 5FFFH โดยการดีโคดไอซีนั้นได้ใช้ไอซีดีโคดเบอร์ 74LS138 และ 74LS139 ซึ่งได้แสดงการดีโคดไว้ดังรูป 3.2

ในการติดต่ออ่านข้อมูล หรือบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ในไอซีหน่วยความจำนั้น ได้ใช้สัญญานต่าง ๆ จาก Z-80 ซึ่งได้แสดงวงจรดังรูปที่ 3.3

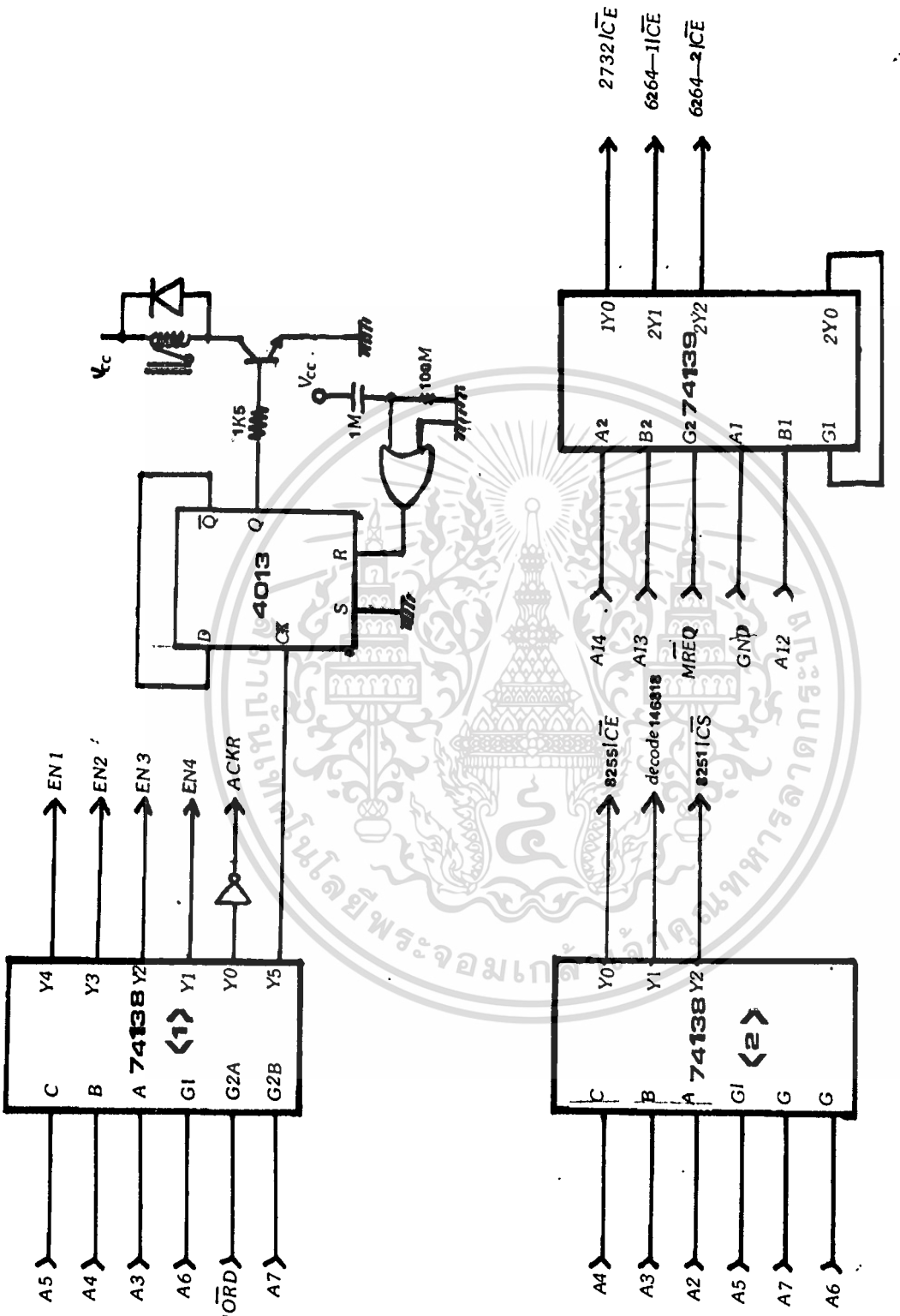
3.3 ไอซีนาฬิกา เบอร์ 146818

3.3.1 ไอซีนาฬิกาจะถูกจัดไว้ให้เป็นอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุทของ Z-80 โดยได้รับการกำหนดหมายเลขพอร์ทเป็น 24H และ 25H

- พอร์ท 24H เป็นพอร์ทเอาท์พุท สำหรับให้ Z-80 ส่งค่าแอดเดรสที่ใช้อ้างถึงตำแหน่งของหน่วยความจำภายในไอซีนาฬิกาที่ต้องการติดต่อด้วย เมื่อมีการอ้างถึงพอร์ทนี้จะทำให้สัญญาณ AS เกิดการแอคทีฟ

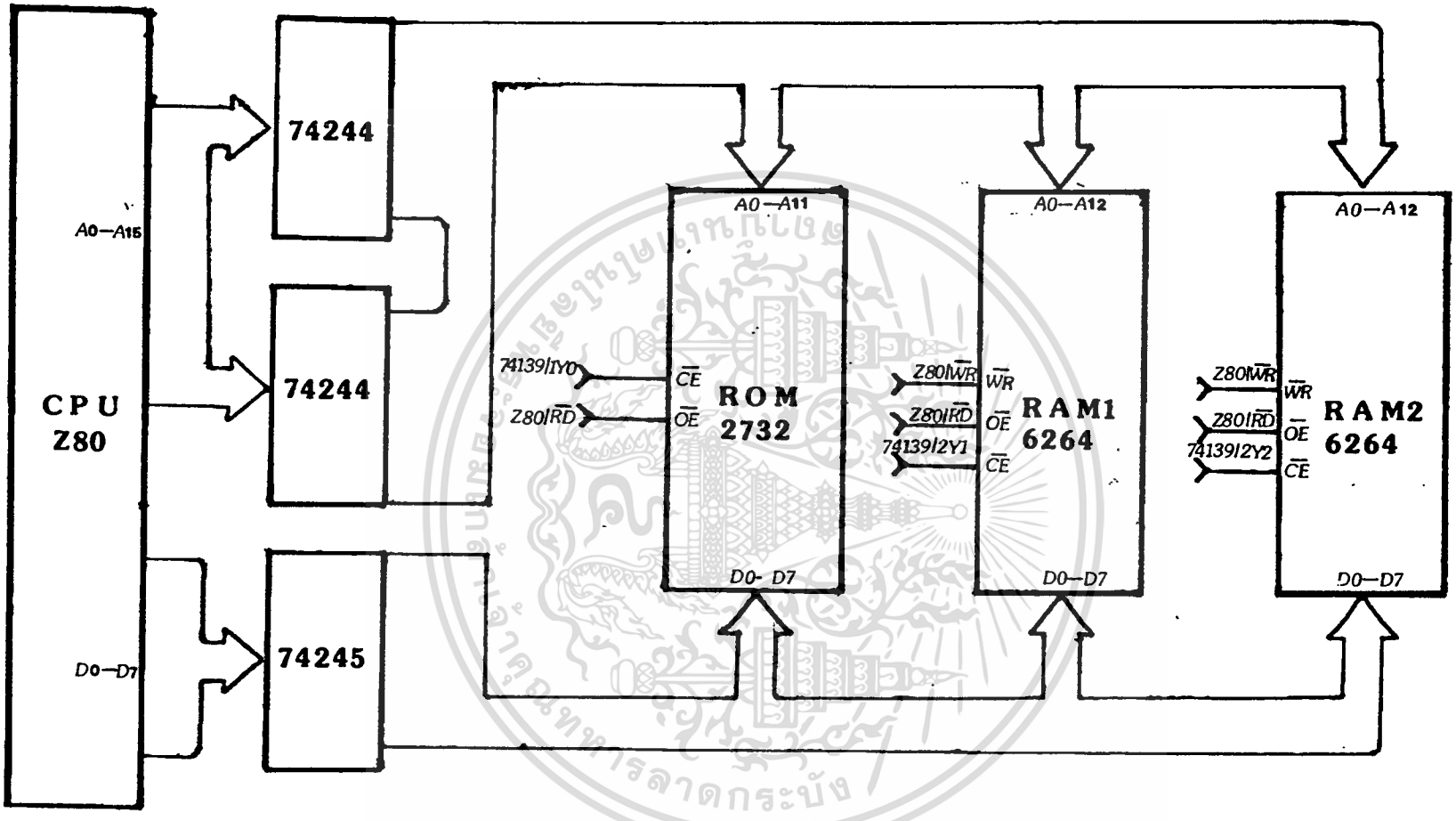
- พอร์ท 25H เป็นทั้งพอร์ทอินพุท และพอร์ทเอาท์พุท สำหรับให้ Z-80 ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงการถอดโคดแอดเดรส ของหน่วยความจำและอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงการเชื่อมต่อระบบหน่วยความจำ เข้ากับ Z-80

การอ่านหรือเขียนข้อมูลมายังพอร์ทนี้ เมื่อมีการอ่านข้อมูลจากพอร์ทนี้ จะทำให้สัญญาณ DS เกิดการแอคทิฟ และเมื่อมีการเขียนข้อมูลมาที่พอร์ทนี้ ก็จะทำให้สัญญาณ R/W เกิดการแอคทิฟ (กำหนดให้ขา DS และขา R/W แอคทิฟ " 0 ")

3.3.2 ขาสัญญาณ AD0 - AD7 ของไอซีนาฬิกาจะต่ออยู่กับบัสข้อมูลของระบบ เพื่อทำหน้าที่รับส่งข้อมูลเวลา และข้อมูลแอดเดรส

3.3.3 สำหรับแหล่งกำเนิดสัญญาณฐานเวลาของไอซีนาฬิกา จะใช้คริสตอลค่า 4.194304 เมกกะเฮิรตซ์ ตัวต้านทานค่า 10 เมกกะโอห์ม และตัวเก็บประจุค่า 15-30 พิโคฟารัด ต่อร่วมกับขา OSC1 และ OSC2 ของไอซีนาฬิกา เพื่อทำการสร้างสัญญาณความถี่ขึ้นมา

3.3.4 ที่ขาสัญญาณ PS จะต่อตัวต้านทาน และ ตัวเก็บประจุ ไว้เพื่อทำให้ขานี้มีค่าลอจิก "0" ในขณะที่เริ่มจ่ายไฟเข้าระบบ เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 5 ไมโครวินาที

3.3.5 ที่ขา CKFS จะต่อเข้ากับแรงดันไฟบวก 5 โวลท์ เพื่อเลือกให้สัญญาณที่ออกมาทางขา CKOUT มีค่าความถี่เท่ากับ 4.194304 เมกกะเฮิรตซ์ และจะนำไปผ่านวงจรหารสอง เพื่อใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาของไมโครโปรเซสเซอร์ต่อไป

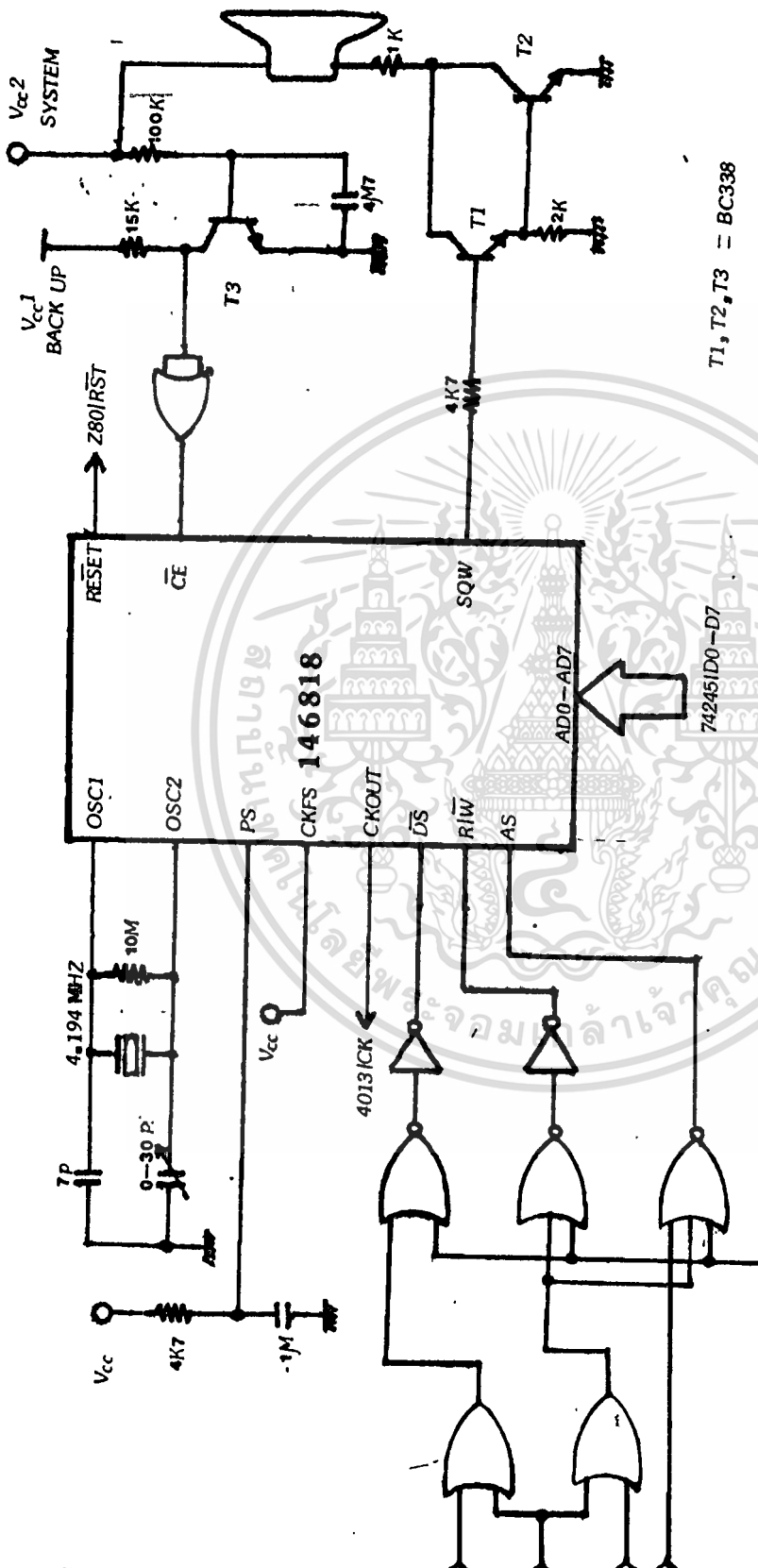
3.3.6 ขา SQW จะนำไปต่อเข้ากับภาคอินพุทของวงจรขยาย เพื่อทำการขยายสัญญาณเสียงออกทางลำโพง

3.3.7 ขา CE เป็นขาที่แสดงการติดต่อกับข้อมูลในแรมโดยจะมีโลจิกเป็น " 0 " เมื่อระบบไฟเลี้ยงหลักทำงาน แต่ถ้ากรณีที่ใช้ระบบไฟเลี้ยงสำรอง ขา CE นี้จะมีโลจิกเป็น " 1 " เนื่องจากมีวงจรควบคุมสถานะของการใช้ไฟเลี้ยงหลัก ซึ่งได้แสดงไว้ดังรูป 3.4

3.4 ไอซีติดต่ออินพุท-เอาท์พุทพอร์ทแบบขนาน เบอร์ 8255

เป็นไอซีอินพุท-เอาท์พุทพอร์ท ขนาด 8 บิท 3 พอร์ท ซึ่งมีจำนวนมากเมื่อเทียบกับไอซีประเภทเดียวกันซึ่งจะให้จำนวนพอร์ทที่ใช้งานได้น้อยกว่า และเรายังสามารถโปรแกรมให้ 8255 ทำงานตามที่เราต้องการได้ ซึ่งในที่นี้โปรแกรมให้ 8255 ทำงานอยู่ในโหมด 0 โดยการกำหนดหมายเลขพอร์ท และหน้าที่การทำงานของแต่ละพอร์ทดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงการเชื่อมต่อ ไอซีนาฬิกาเบอร์ 146818 เข้ากับ Z-80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 พอร์ท A มีหมายเลขพอร์ทเป็น 20H โดยใช้ขา PA0-PA7 เป็นอินพุทพอร์ท ใช้ในการตรวจดิพสวิทช์ (DIP SWITCH) เพื่อเป็นการตรวจหมายเลขระหัสโรงงาน

3.4.2 พอร์ท B มีหมายเลขพอร์ทเป็น 21H โดยใช้ขา PB0-PB6 เป็นเอาท์พุทพอร์ท เพื่อใช้เป็นข้อมูลที่จะนำมาแสดงผลยังส่วนแสดงผล 7 ส่วน โดยใช้วิธีมัลติเพลกซ์ โดยทำงานร่วมกับพอร์ท C ขา PC0-PC3

3.4.3 พอร์ท C มีหมายเลขพอร์ทเป็น 22H

- ขา PC0-PC3 เป็นเอาท์พุทพอร์ท เพื่อใช้เป็นตัวเลือกตัวแสดงผล 7 ส่วนตัวใดสว่าง โดยใช้ไอซี 4514 ดีโคดเดอร์ แปลงข้อมูลจาก 4 เส้น เป็น 16 เส้น แต่ในที่นี้ใช้ตัวแสดงผล 7 ส่วน เพียง 12 ตัวเท่านั้น

- ขา PC4-PC7 เป็นอินพุทพอร์ท เพื่อใช้สำหรับตั้งเวลา วัน เดือน ปี

PC7 ใช้ในการเลือกโหมดการเซทเวลา

PC6 เป็น KEY ENTER

PC5 ใช้ในการเซทนาฬิกาแบบ SLOW MODE

PC4 ใช้ในการเซทนาฬิกาแบบ FAST MODE

3.4.4 พอร์ทคอนโทรล (CONTROL PORT) มีหมายเลขพอร์ทเป็น 23H โดยเป็นคอนโทรลพอร์ท เพื่อใช้ในการโปรแกรม 8255

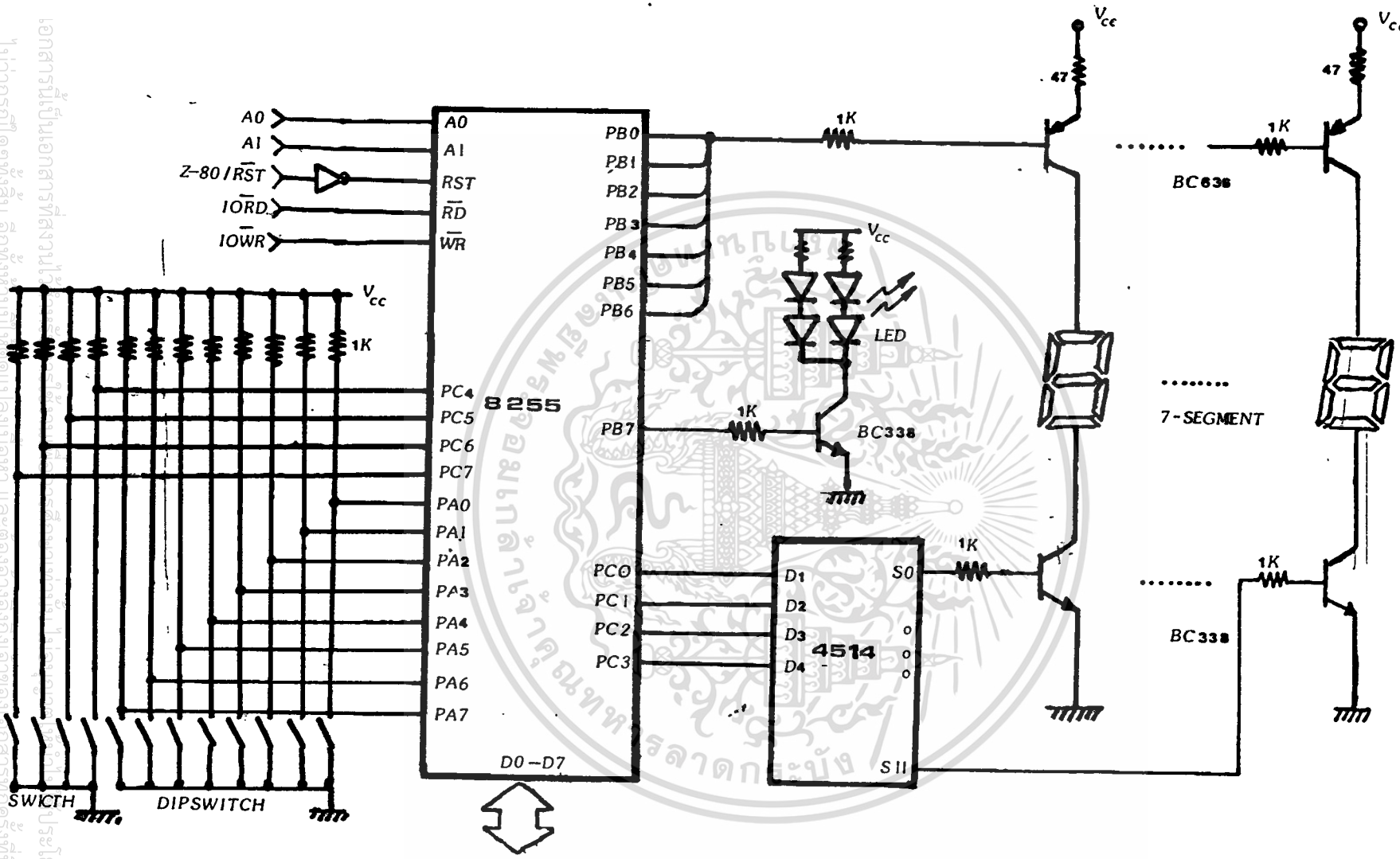
รูปวงจรการใช้งานของไอซี 8255 ได้แสดงไว้ดังรูป 3.5

3.5 ไอซีติดต่ออินพุท-เอาท์พุทแบบอนุกรม เบอร์ 8251

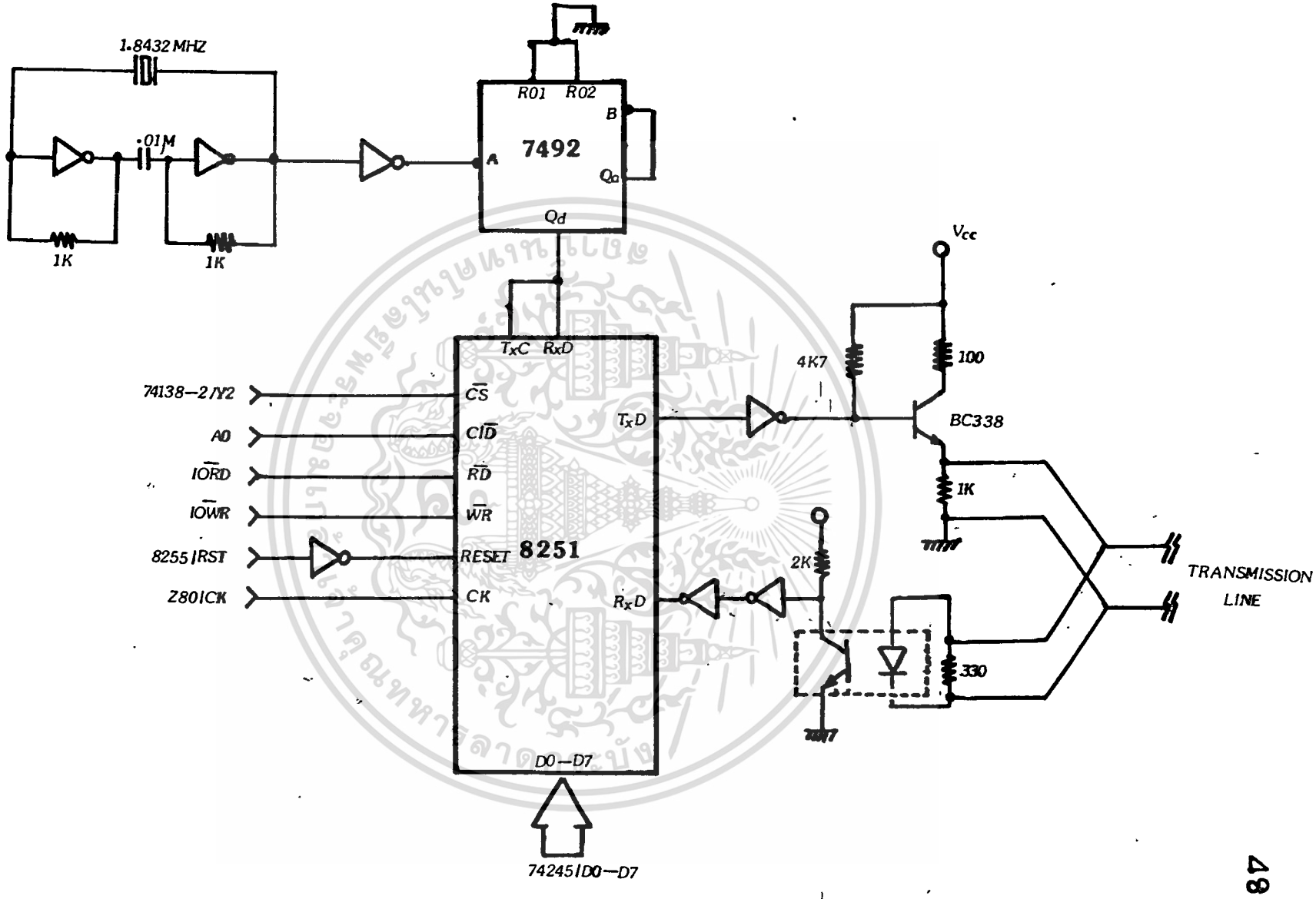
เป็นไอซีรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม โดยทำการเปลี่ยนข้อมูลแบบขนานซึ่งได้จากเครื่องบันทึกเวลาแบบแม่เหล็ก แปลงเป็นข้อมูลแบบอนุกรมออกทางขา TxD ไปทางสายส่งโดยใช้หลักการส่งข้อมูลแบบใช้กระแส โดยผ่านทรานซิสเตอร์ BC338 ไปยังเครื่องไอบีเอ็ม ซึ่งในเครื่องไอบีเอ็มจะมีไอซี 8250 เป็นตัวติดต่อรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมอยู่

ในกรณีไอซี 8251 ทำหน้าที่เป็นตัวรับ จะรับข้อมูลจากไอบีเอ็ม ผ่านไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงการเชื่อมต่อไอซี 8255 ในวงจรจริง



รูปที่ 3.6 แสดงการเชื่อมต่อไอซี 8251 ในวงจรจริง

ออพโต้ คลอบเปอร์ (OPTO COUPLE) เพื่อทำการแยกสัญญานกราวน์ของเครื่องบันทึกเวลากับสายส่ง ซึ่งในกรณีที่ไม่มีไอซี ออพโต้ คลอบเปอร์ เมื่อมีสัญญานทรานเซี้ยนในสายส่งมาก เช่น เกิดปรากฏการณ์ฟ้าผ่าขึ้น อาจทำให้เครื่องบันทึกเวลาเสียหายได้ ข้อมูลที่ได้จะถูกส่งเข้าไอซี 8251 โดยขาสัญญาน RxD ซึ่งไอซี 8251 จะทำการเปลี่ยนข้อมูลแบบอนุกรมเป็นข้อมูลแบบขนาน เพื่อให้ Z-80 มาทำการอ่านข้อมูลออกไป อนึ่งอัตราการส่งข้อมูลในภาครับ และภาคส่งต้องเท่ากัน ซึ่งในที่นี้ใช้อัตราการส่งบอดเรด 9600 x 16

จากรูป 3.6 ซึ่งแสดงการเชื่อมต่อไอซี 8251 กับระบบเครื่องบันทึกเวลา จากรูป ได้ใช้วงจรกำเนิดสัญญานนาฬิกาความถี่ 1.8432 MHz โดยใช้คริสตอล สัญญานนาฬิกาที่ได้ จะถูกผ่านวงจรหาร 12 โดยใช้ไอซีเคาน์เตอร์เบอร์ 7492 ได้สัญญานนาฬิกาขนาดความถี่ 153.6 KHz ซึ่งเป็นความถี่เท่ากับ 9600 x 16 พอดี โดยสัญญานนาฬิกาที่ได้จะถูกส่งเข้าไอซี 8251 ทางขาสัญญาน TxC และ RxD เพื่อใช้เป็นฐานเวลาในการรับส่งข้อมูล

พอร์ทเลือกการทำงาน (MODE SELECT) ซึ่งเป็นพอร์ทเดียวกับพอร์ทควบคุมการทำงานภายใน (COMMAND) นั้นได้กำหนดพอร์ทหมายเลขไว้ที่ 29H ซึ่งใช้ในขบวนการเขียน และในพอร์ทเดียวกันนี้ในขบวนการอ่านนั้น จะใช้สำหรับแสดงสถานะการทำงานของ 8251 (STATUS PORT) ส่วนพอร์ทข้อมูลนั้นได้กำหนดหมายเลขพอร์ทไว้ที่ 28H ในโครงงานนี้ได้ทำการส่ง และรับข้อมูลแบบอซิงโครนัส อัตราการส่งข้อมูลเป็น 9600 x 16 บิทต่อวินาที โดยในส่วนของเครื่องบันทึกเวลานั้นได้ใช้การตอบรับการสั่งงานจากเครื่องไอบีเอ็ม โดยวิธีการอินเทอรัพท์ไปยัง Z-80 ให้มาทำการอ่านคำสั่งจากไอซี 8251

3.6 เครื่องพิมพ์ขนาดเล็ก และวงจรควบคุมการพิมพ์

สำหรับโครงงานนี้ ได้นำเครื่องพิมพ์ของเครื่องคิดเลขมาใช้ในการแสดงระหัสประจำตัวพนักงาน และแสดงเวลาเข้าออกในการทำงาน เนื่องจากตัวเครื่องพิมพ์เองนี้ได้ถูกออกแบบทางแมคคานิคส์ (MECHANICS) มาอย่างดีแล้ว ดังนั้นวงจรทางไฟฟ้าที่ใช้ควบคุมการพิมพ์ตัวอักษรต่าง ๆ จึงเป็นวงจรที่ไม่ยุ่งยากนัก ก่อนที่จะอธิบายถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรควบคุมการพิมพ์นี้ จะขอกล่าวถึงหลักการกว้าง ๆ ของระบบทางกลของเครื่องพิมพ์ขนาดเล็กเสียก่อน เพื่อให้เข้าใจแนวคิดในการออกแบบวงจรควบคุมการพิมพ์ ว่าทำไมถึงสามารถสั่งให้เครื่องพิมพ์พิมพ์อักษรออกมาตามที่ต้องการได้

สำหรับเครื่องพิมพ์ขนาดเล็กนี้ มีองค์ประกอบอยู่ส่วนหนึ่งที่ทำหน้าที่ในการบ่งบอกตำแหน่งของตัวอักษรต่าง ๆ ที่อยู่บนเครื่องพิมพ์ ซึ่งในส่วนนี้จะมีลักษณะเป็นแผ่นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15 มิลลิเมตร โดยบนแผ่นวงกลมนี้ จะมีซี่โลหะเล็ก ๆ จำนวน 14 ซี่ ติดอยู่รอบวงกลมโดยมีระยะห่างเท่า ๆ กัน และจะมีอยู่ซี่หนึ่งซึ่งมีขนาดและรูปร่างต่างจากซี่อื่น ๆ ดังรูป 3.7

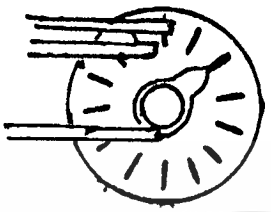
จากรูป 3.7 ตำแหน่งของซี่โลหะแต่ละซี่จะตรงกับตัวอักษรบนเครื่องพิมพ์แต่ละตัว และทุก ๆ ซี่จะเชื่อมต่อถึงกันหมด ในการใช้งานนั้นจะป้อนแรงดันขนาด 5 โวลท์เข้าที่แต่ละซี่ที่อยู่บนแผ่นวงกลมนี้ และในการตรวจหาตำแหน่งของตัวอักษรต่าง ๆ นี้ จะมีโลหะเพิ่มขึ้นอีก 2 ชิ้น ติดยึดแน่นอยู่กับที่ และมีหน้าสัมผัสที่เป็นโลหะ สัมผัสกับแผ่นวงกลมโดยที่โลหะทั้ง 2 ชิ้นนี้ถูกวางไว้ดังรูป 3.8

เนื่องจาก เราป้อนแรงดันไฟขนาด 5 โวลท์ เข้าที่ซี่โลหะแต่ละซี่ที่อยู่บนแผ่นวงกลม ดังนั้นเมื่อแผ่นวงกลมหมุน จะทำให้เกิดสัญญาณขึ้นที่โลหะที่วางอยู่ที่ตำแหน่งที่หนึ่งและตำแหน่งที่สอง ดังรูป 3.9

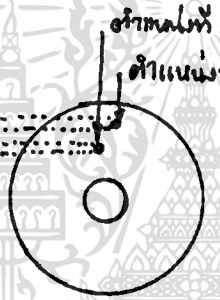
จากที่กล่าวมาแล้วซี่แต่ละซี่ในแผ่นวงกลม จะมีตำแหน่งตรงกับตัวอักษรแต่ละตัวพอดี ดังนั้นในการหมุนแต่ละรอบจะทำให้เกิดสัญญาณรูปพัลซ์ 14 ลูก ดังรูป 3.9 ก) ส่วนในรูป 3.9 ข) เป็นรูปสัญญาณที่ได้จากซี่ที่ 2 เมื่อมีการหมุนแต่ละรอบ ซึ่งใช้ในการบอกจุดเริ่มต้นของตัวอักษรตัวแรกได้ ในการสั่งพิมพ์นั้นกระทำได้ โดยการป้อนสัญญาณไฟไปที่ขดลวดกระเดื่องภายในเครื่องพิมพ์ ณ เวลาที่ซี่ตัวอักษรที่ต้องการพิมพ์อยู่ตำแหน่งของกระเดื่อง เมื่อมีการพิมพ์แต่ละครั้งจะทำให้เกิดการเลื่อนของตำแหน่งการพิมพ์ไป 1 ตัวอักษรโดยอัตโนมัติ อนึ่ง ความกว้างของสัญญาณที่ป้อนให้กับขดลวดนั้นจะต้องมีความกว้างพอเหมาะ กล่าวคือถ้ามีความกว้างน้อยไป จะไม่ทำให้เกิดการพิมพ์ แต่ถ้าความกว้างมากเกินไป ก็จะทำให้เกิดการขึ้นบรรทัดใหม่แทนที่จะเลื่อนตำแหน่งไปเพียง 1 ตัวอักษร ซึ่งวงจรควบคุมการพิมพ์นี้ ได้แสดงไว้ดังรูป 3.10

จากรูป 3.10 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

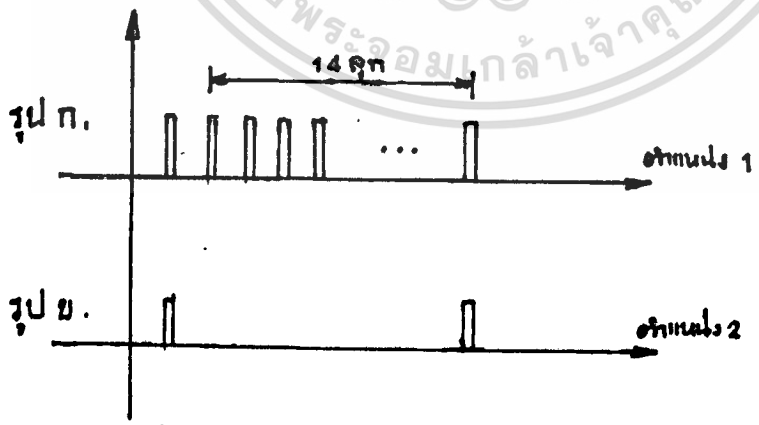
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดง กลไกในการควบคุม PRIMER

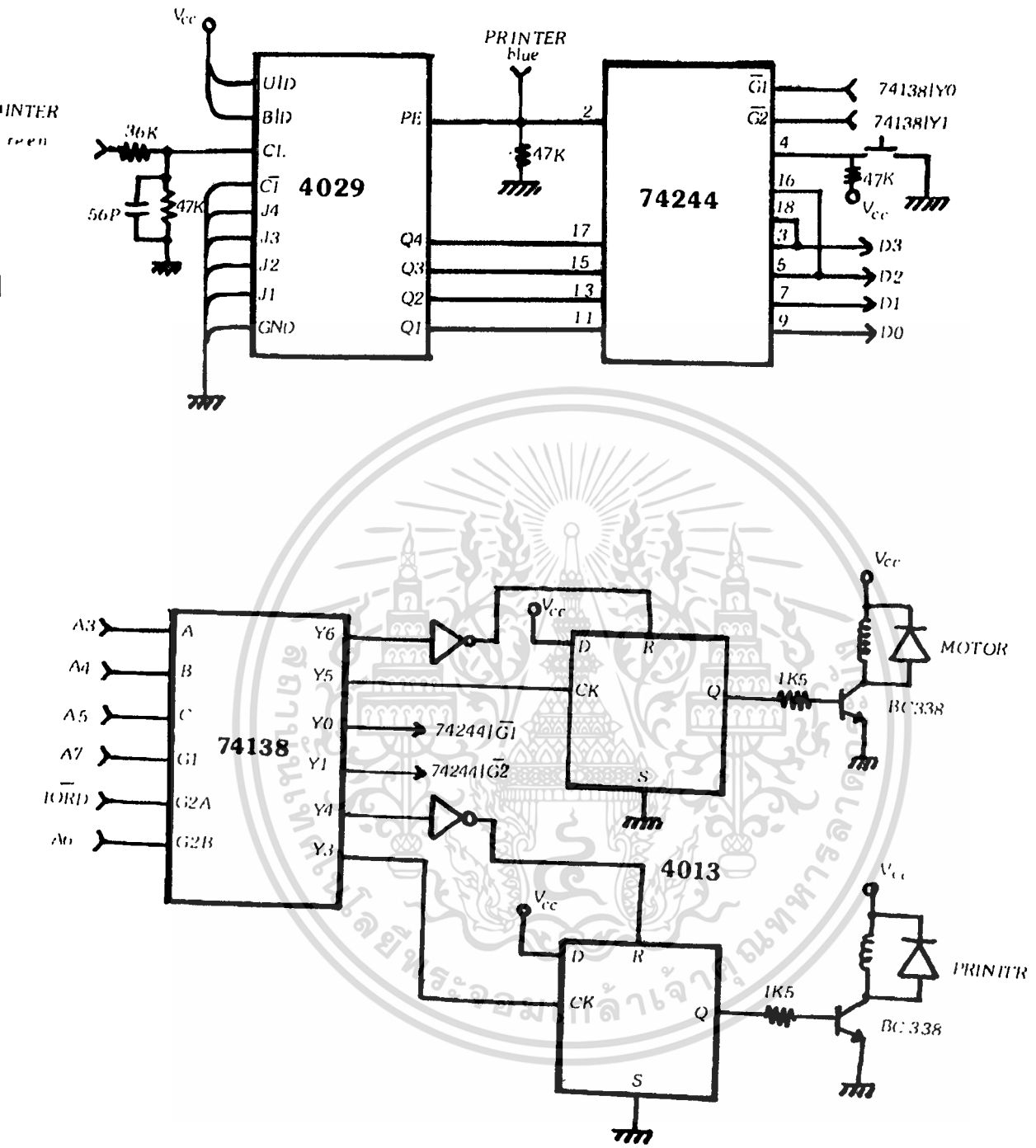


รูปที่ 3.8 แสดง ตำแหน่ง หัวเข็ม ของกลไก



รูปที่ 3.9 รูปสัญญาณที่วัดได้ ที่ตำแหน่ง 1 และ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซี 4029 และ ไอซี 74244 เป็นไอซีสำหรับการตรวจสอบตำแหน่งของซี่ตัวอักษร โดยการต่อขา PE กับขั้วสัญญานของซี่ที่ 2 เพื่อการตรวจเช็คตำแหน่งเริ่มต้น โดยเมื่อมีสัญญานเข้ามาจะทำให้ไอซี 4029 ซึ่งในที่นี้ทำหน้าที่เป็นเคาน์เตอร์แบบนับขึ้น ถูกเคลียร์ให้เป็นศูนย์ โดยสัญญานการนับนั้นจะผ่านวงจรโมโนสเตเบิ้ลซึ่งใช้ไอซี 4013 เข้ามาที่ขา CL ของไอซี 4029 โดย Z-80 จะทำการอ่านข้อมูลของไอซี 4029 ผ่านไอซี 74244

ไอซี 4013 ตัวที่ 1 และ 2 นั้นทำหน้าที่เป็นสวิทช์เปิด ปิด การทำงานของมอเตอร์ และการทำงานของกระเดื่องการพิมพ์ตามลำดับ โดยไอซี 4013 จะต่อในลักษณะของ D ฟลิปฟลอป ส่วนไอซี 74138 ใช้ในการดีโคดหมายเลขพอร์ทให้วงจรเครื่องพิมพ์โดยหมายเลขพอร์ทการทำงานเป็นดังนี้

หมายเลขพอร์ท	A8H	ทำหน้าที่ให้มอเตอร์มีการหมุน
หมายเลขพอร์ท	B0H	ทำหน้าที่ให้มอเตอร์หยุดหมุน
หมายเลขพอร์ท	98H	ทำหน้าที่ให้กระเดื่องทำการพิมพ์ตัวอักษร
หมายเลขพอร์ท	A0H	ทำหน้าที่หยุดการทำงานของกระเดื่อง
หมายเลขพอร์ท	88H	ทำหน้าที่แสดงตำแหน่งซี่ของเครื่องพิมพ์

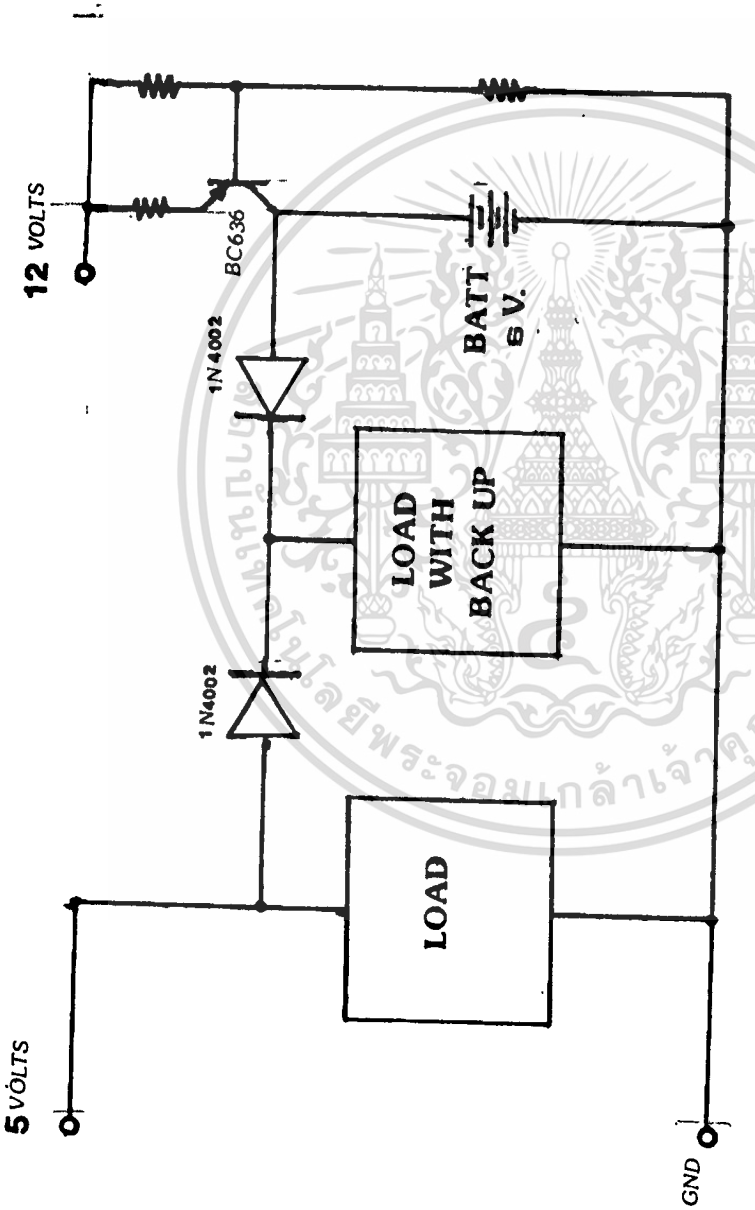
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 แหล่งจ่ายไฟสำรอง

เป็นส่วนที่ป้องกันมิให้ข้อมูลที่เก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำแรมสูญหาย ในกรณีที่แหล่งจ่ายไฟของระบบหลักเกิดขัดข้อง และยังช่วยให้นาฬิกายังสามารถเดินต่อไปได้อย่างต่อเนื่อง

ในส่วนนี้เราจะใช้แบตเตอรี่ขนาด 6 โวลท์เป็นแหล่งจ่ายไฟสำรองให้กับระบบดังรูป 3.11

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



รูปที่ 3.11 แหล่งจ่ายไฟสำรอง (BACK UP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องบันทึกเวลาแบบบัตรแม่เหล็ก

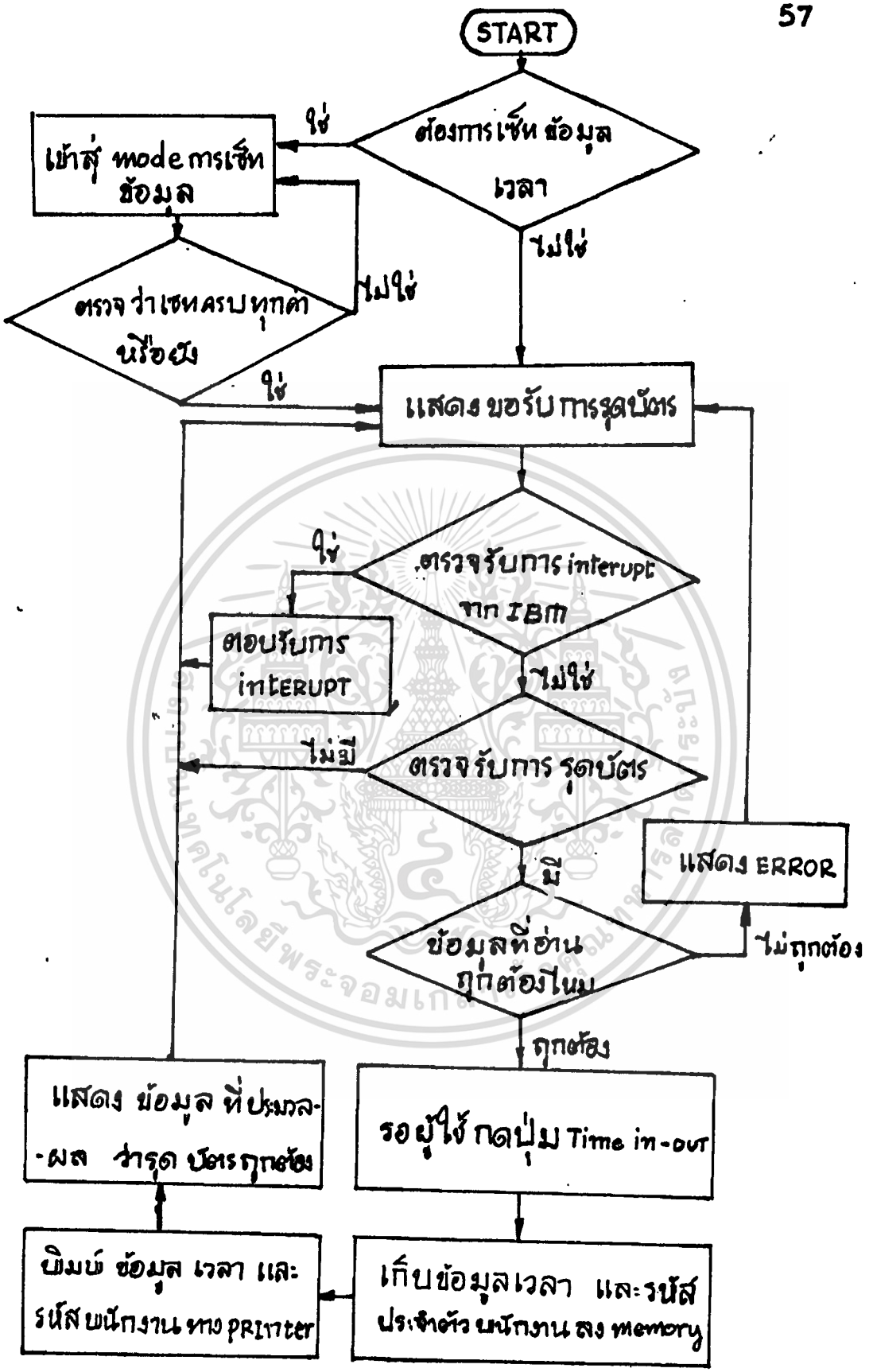
โปรแกรมควบคุมการทำงาน เป็นกลุ่มของคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมให้ระบบทำงานต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ซึ่งในระบบการทำงานของเครื่องบันทึกเวลานั้น จะมีโปรแกรมที่ทำหน้าที่ต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. โปรแกรมเซทระบบหลังจากจ่ายไฟเข้าเครื่อง เช่น การเลือกโหมดการทำงานของไอซี 8251 และ 8255 การเซทเวลา เป็นต้น
2. โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องอ่านข้อมูลจากบัตรแม่เหล็ก
3. โปรแกรมควบคุมการแสดงผลทาง แอล อี ดี แบบ 7 ส่วน
4. โปรแกรมควบคุมการเก็บบันทึกข้อมูล
5. โปรแกรมควบคุมการพิมพ์
6. โปรแกรมควบคุมการส่งสัญญาณเตือนเมื่อมีการปลุก
7. โปรแกรมควบคุมการติดต่อรับ - ส่งข้อมูลกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องบันทึกเวลาแบบบัตรแม่เหล็กที่ใช้ในโครงงานนี้ได้เขียนเป็นภาษาแอสเซมบลี้สำหรับไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z-80 และได้ทำการแปลงเป็นภาษาเครื่องเพื่อเก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำแบบอีพรอม

สำหรับขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ของโปรแกรมได้แสดงไว้ในรูป 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 flowchart แสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องบันทึกเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมประยุกต์ (APPLICATION PROGRAM)

เป็นโปรแกรมที่จัดทำขึ้นเพื่อ อำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้ในการควบคุมเครื่องบันทึกบัตรแม่เหล็ก เครื่องอ่านบัตรแม่เหล็ก และเครื่องบันทึกเวลา โดยทางกลุ่มได้จัดทำขึ้น 2 โปรแกรมด้วยกัน คือ โปรแกรมสำหรับผู้บันทึกข้อมูลลงบัตรแม่เหล็ก และโปรแกรมสำหรับเครื่องบันทึกเวลา

โปรแกรมสำหรับผู้บันทึกข้อมูลลงบัตรแม่เหล็ก

เป็นโปรแกรมสำหรับ ผู้บันทึกข้อมูลพนักงานลงบัตรแม่เหล็ก โดยประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ

1. การบันทึกข้อมูลลงบัตร

ซึ่งจะมีฟังก์ชั่นต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ ดังนี้

- เพิ่มเติมข้อมูล เป็นฟังก์ชั่นในการเพิ่มข้อมูลของพนักงานคนใหม่ โดยจะทำการเพิ่มข้อมูลที่ท้ายสุดของไฟล์ (FILE) ข้อมูลหลัก เมื่อเสร็จการเพิ่มข้อมูลแล้วจะมีการจัดทำดัชนีข้อมูล (SORT INDEX) ใหม่โดยใช้วิธีการแบบ ควิกซ์ซอส (QUICK SORT) ซึ่งเป็นวิธีการจัดเรียงข้อมูล (SORT) ที่เร็วที่สุดในปัจจุบัน ซึ่งจะได้ดัชนีข้อมูลของชื่อ ระหัสบัตร และตำแหน่ง ขึ้น

- เปลี่ยนแปลงข้อมูล เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้ในกรณีที่พนักงานมีการเปลี่ยนแปลง (UPDATED) ซึ่งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเสร็จ ก็จะมีการจัดทำดัชนีข้อมูลใหม่เช่นกัน

- ลบข้อมูล เป็นฟังก์ชั่นที่ช่วย ในกรณีที่มีการย้ายออกของพนักงานเป็นจำนวนมาก แล้วต้องการที่จะทำบัตรใหม่ทั้งหมด ซึ่งฟังก์ชั่นนี้จะทำการให้ระหัสบัตรแก่พนักงานใหม่ทั้งหมดโดยอัตโนมัติ จะเห็นได้ว่าฟังก์ชั่นนี้มีความสำคัญมาก ดังนั้นเมื่อต้องการใช้ฟังก์ชั่นนี้ จะมีการยืนยันการใช้หลายขั้นตอนด้วยกัน

- ค้นหาข้อมูล เป็นฟังก์ชั่นในการค้นหาข้อมูลทั้งหมดของพนักงานคใดคนหนึ่ง ในกรณีที่ทราบข้อมูลเพียงบางส่วนเท่านั้น ซึ่งจะมีการค้นหาแบบ ไบนารี่ (BINARY SEARCH) เพียงแต่ทราบข้อมูลบางส่วนของ หมายเลข ชื่อ ระหัสบัตร หรือตำแหน่ง ก็จะสามารถหาข้อมูลพนักงานคนนั้นทั้งหมดได้

- บันทึกข้อมูลลงบัตร เป็นฟังก์ชั่นในการทำบัตรแม่เหล็กประจำตัวพนักงาน โดยข้อมูลจริงของพนักงานจะถูกผ่านขั้นตอนการเปลี่ยนแปลง ก่อนจะบันทึกลงบัตรแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อเป็นการเพิ่มความปลอดภัยในการปลอมแปลง โดยข้อมูลที่บันทึกจะมี ระหัสโรงงาน หมายเลขพนักงาน ระหัสพนักงาน โคด (CODE)การเปลี่ยนแปลง และมีการเก็บพาริตี้ (PARITY) ในบัตรด้วย เพื่อใช้ในการตรวจสอบว่า มีการรูดบัตรที่ถูกต้องหรือไม่ หลังจากบันทึกเสร็จ ก็จะทำการดึงข้อมูลของพนักงานคนใหม่ขึ้นมาแทน เตรียมพร้อมเพื่อทำการบันทึกบัตรพนักงานคนต่อไป

- พนักงานคนถัดไป เป็นฟังก์ชั่นการค้นหาข้อมูลพนักงานที่เรียงถัดไปในดัชนีข้อมูล

- พนักงานคนก่อน เป็นฟังก์ชั่นการค้นหาข้อมูลพนักงานที่อยู่ก่อนในดัชนีข้อมูล

2. การอ่านข้อมูลจากบัตร

เป็นส่วนที่ใช้ในการตรวจสอบบัตรที่ได้รับการบันทึกแล้ว ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยเมื่อมีการรูดบัตรผ่านเครื่องอ่านบัตรแม่เหล็ก จะมีการตรวจสอบข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้อง จะค้นหาข้อมูลทั้งหมดของเจ้าของบัตร และแสดงให้ทราบ

อนึ่งในโปรแกรมสำหรับผู้บันทึกข้อมูลลงบัตรแม่เหล็กนี้ ได้ออกแบบให้เพิ่มจำนวนโรงงานได้ 256 โรงงาน และจำนวนของพนักงานในแต่ละโรงงานได้มากถึง 65536 คน

โปรแกรมสำหรับเครื่องบันทึกเวลา

เป็นโปรแกรมที่ใช้งานจริง โดยจะมีการติดต่อกับเครื่องบันทึกเวลา ซึ่งจะมีฟังก์ชั่นการทำงานหลัก ๆ ดังนี้

- การเคลื่อนย้ายข้อมูล เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้ในการติดต่อกับเครื่องบันทึกเวลา โดยสามารถที่จะตั้งเวลาของเครื่องบันทึกเวลาได้ และมีการรับข้อมูลเวลาเข้า - ออก ของพนักงานจากเครื่องบันทึกเวลา เพื่อนำมาประมวลผลต่อไป เช่น การคิดเงินเดือน

- แฟ้มข้อมูลพนักงาน เป็นฟังก์ชั่นการทำงานเหมือนกับการบันทึกข้อมูลลงบัตรในโปรแกรมสำหรับผู้บันทึกข้อมูลลงบัตรแม่เหล็ก แต่ขาดฟังก์ชั่นบันทึกข้อมูลลงบัตร

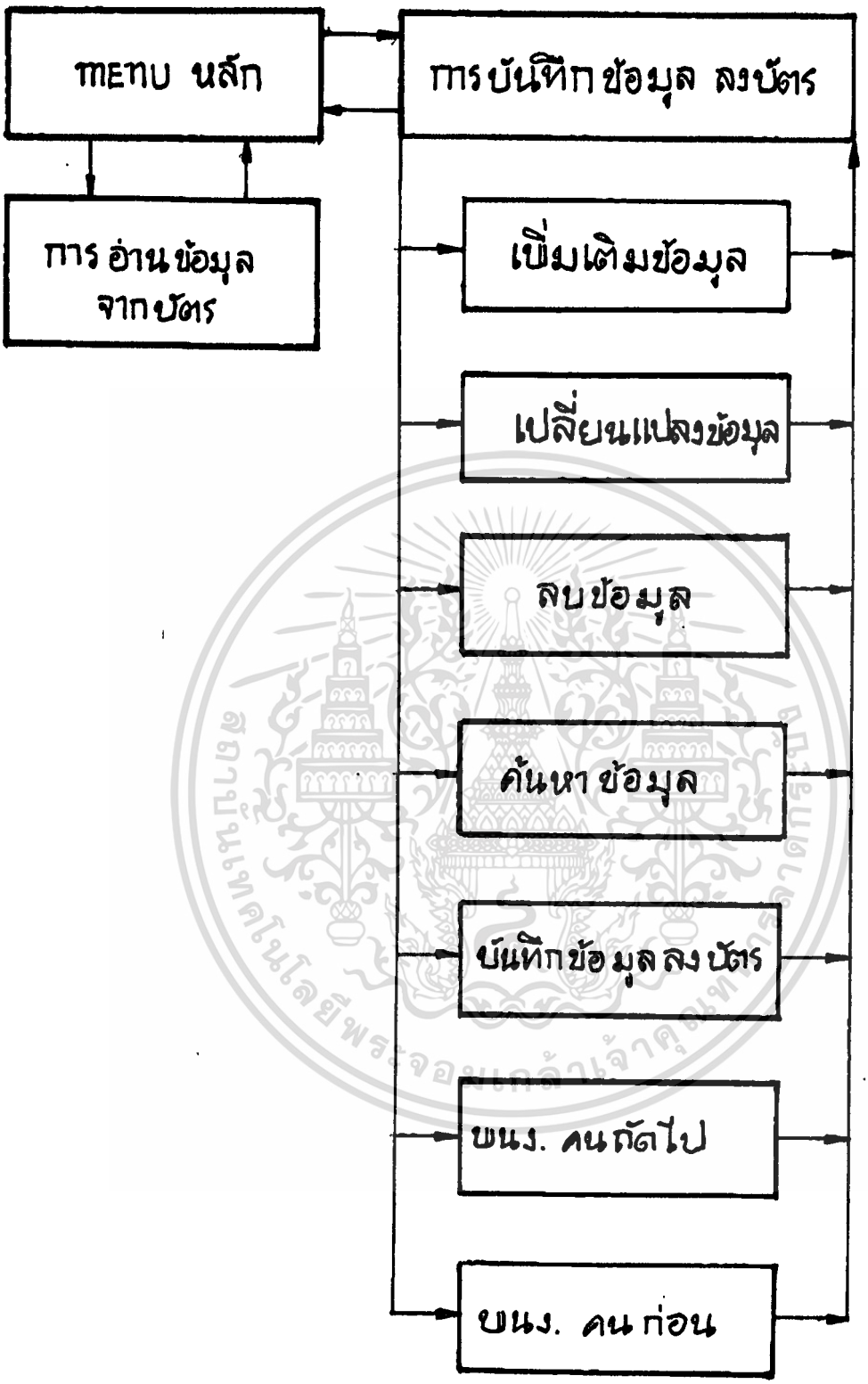
- ตรวจเวลาเข้า - ออก เป็นฟังก์ชั่นในการค้นหาข้อมูลเวลาใน การเข้า - ออก การทำงานของพนักงานแต่ละวัน ซึ่งสามารถที่จะทำการเรียงตามระหัสพนักงาน เวลาเข้า หรือเวลาออก ก็ได้ และยังสามารถ หาข้อมูลหลักของ พนักงานคนใดก็ได้

โปรแกรมประยุกต์ที่เขียนขึ้นทั้งหมดนี้ ได้ใช้ภาษาปาสคาล (PASCAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

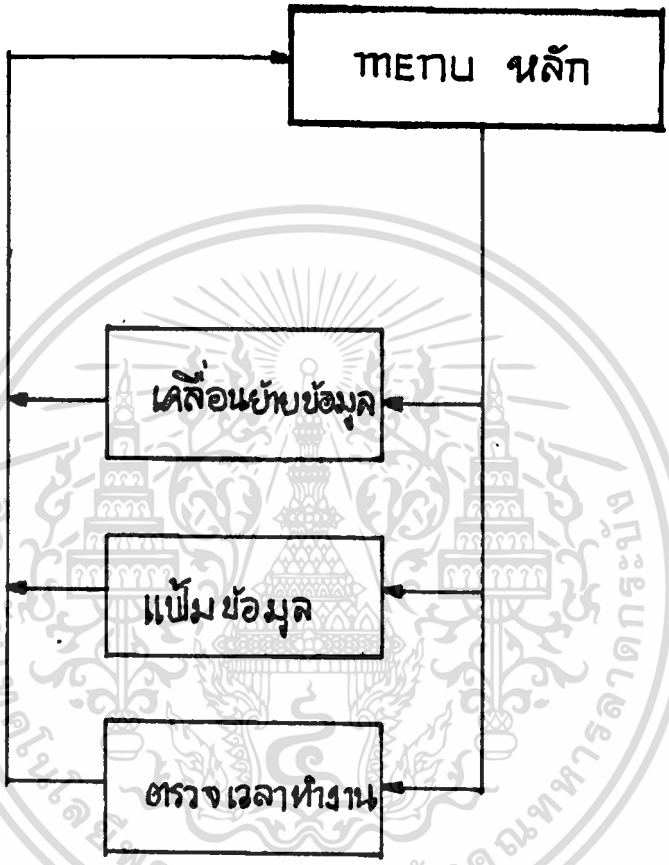
LANGUAGE) เชื่อมต่อ (LINK) กับ ภาษาแอสแซมบลี้ (ASSEMBLY LANGUAGE) โดยฟังก์ชั่นบางส่วนได้เขียนขึ้นเองนอกเหนือ จากฟังก์ชั่นที่มีอยู่แล้วในภาษาปาสคาล เพื่อให้โปรแกรมที่ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น ฟังก์ชั่นการรับคีย์บอร์ด (KEYBOARD) โดยมีการรับคีย์ผ่าน อินเทอรัพท์ 16H (INTERRUPT 16H) โดยตรง การทำระบบภาษาไทย 8 บรรทัดขึ้นใช้เอง เนื่องจากตระหนักว่า ระบบภาษาไทย 25 บรรทัดใน ปัจจุบันยังไม่มีมาตราฐาน และถ้าผ่านโปรแกรมไดรเวอร์ (DRIVER) แล้วจะทำให้โปรแกรมที่ได้มามีประสิทธิภาพน้อยลง การแสดงออกหน้าจอทั้งหมด และถ้าผู้อ่านได้ศึกษา โปรแกรมที่เขียนขึ้นมานี้และ จะพบเทคนิคแปลก ๆ ที่ทางกลุ่มคิดขึ้นมา เช่น การส่งข้อมูลผ่านระหว่าง โปรแกรมภาษาแอสแซมบลี้ กับโปรแกรมภาษาปาสคาล การเก็บตัวแปรสตริงที่เป็นภาษาไทย เป็นต้น ซึ่งจะช่วยเป็นแนวคิดในการเขียนโปรแกรมภาษาปาสคาลไม่มากก็น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 ฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆ ในโปรแกรมสำหรับบันทึกข้อมูลลงบัตรแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 ฟังก์ชั่นการทำงานในโปรแกรมสำหรับเครื่องบันทึกเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 เมื่อเริ่มเปิดเครื่องบันทึกเวลาเข้าออกในการทำงาน แบบบัตรแม่เหล็ก หน่วยแสดงผลแบบ แอล อี ดี 7 ส่วน จะแสดงข้อความ

ข้อความข้างต้นเป็นการแสดงให้ทราบว่า เริ่มเข้าสู่โหมดของการเซทเวลา ได้แก่ การเซทข้อมูลชั่วโมง นาที วันที่ และเดือน ข้อความดังกล่าวจะแสดงอยู่สักครู่หนึ่ง แล้วจึงแสดงข้อมูลเวลาดังนี้

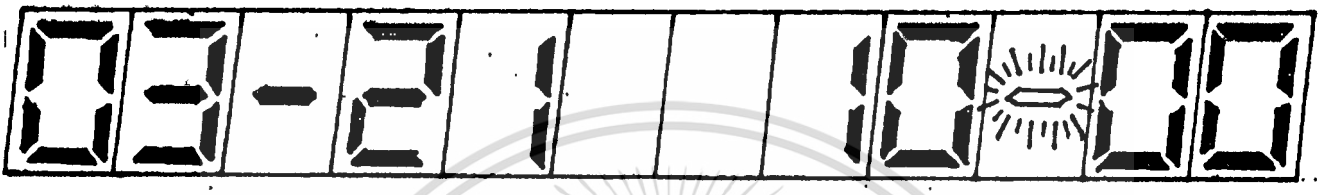
โดยจะสังเกตเห็นว่า ข้อมูลเดือนกำลังกระพริบอยู่ ให้ผู้ใช้ทำการเซทข้อมูลเดือนโดยใช้คีย์ FAST และคีย์ SLOW การกดคีย์ FAST หรือ คีย์ SLOW จะทำให้ข้อมูลตัวเลขที่กระพริบอยู่เปลี่ยนแปลงไป การใช้คีย์ FAST จะช่วยให้ผู้ใช้ทำการเซทข้อมูลได้เร็วขึ้น เมื่อได้ข้อมูลเดือนตรงตามต้องการแล้ว ให้กดคีย์ ENTER เพื่อเป็นการบอกว่าจบการเซทข้อมูล หลังจากนั้นหน่วยแสดงผลก็จะเปลี่ยนไป โดยจะแสดงข้อมูลวันที่กระพริบแทนข้อมูลเดือน ให้ผู้ใช้ทำการเซทข้อมูลวันที่ ข้อมูลชั่วโมง และข้อมูลนาที ตามลำดับ จนกระทั่งครบทั้งหมด

หลังจากนั้นหน่วยแสดงผลจะแสดงค่าของข้อมูล เดือน วันที่ ชั่วโมง นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามที่ผู้ใช้ทำการเซทเอาไว้ และนาฬิกาจะเริ่มทำงาน ซึ่งสังเกตได้จากเครื่องหมาย " - " ที่อยู่ระหว่างข้อมูลชั่วโมง กับข้อมูลนาที จะทำการกระพริบ

สมมุติว่าผู้ใช้ทำการเซทข้อมูลเป็น วันที่ 21 เดือน 3 เวลา 10:00 น. ดังนั้นหน่วยแสดงผลจะแสดงข้อมูลออกมาดังนี้



ในช่วงนี้เครื่องบันทึกเวลาจะทำการรอรับการรูดบัตรจากผู้ใช้

4.2 เมื่อมีการรูดบัตรเกิดขึ้น เครื่องบันทึกเวลาจะทำการอ่านรหัสประจำตัวที่อยู่บนบัตร ในกรณีที่การอ่านข้อมูลจากบัตรถูกต้อง เครื่องจะทำการแสดงรหัสประจำตัวออกมาทางหน่วยแสดงผล ในที่นี้สมมุติว่าอ่านข้อมูลของรหัสบนบัตรได้เป็น 271010 ดังนั้นเครื่องจะแสดงข้อมูลออกมาดังนี้

หลังจากนั้น เครื่องจะทำการรอรับการกดคีย์จากผู้ใช้ โดยจะต้องกดคีย์ TIME IN หรือ คีย์ TIME OUT เท่านั้น ถ้าผู้ใช้กดคีย์อื่นก็จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใด ๆ

การกดคีย์ TIME IN เป็นการลงเวลาเข้าทำงาน

และ การกดคีย์ TIME OUT เป็นการลงเวลาเลิกงาน

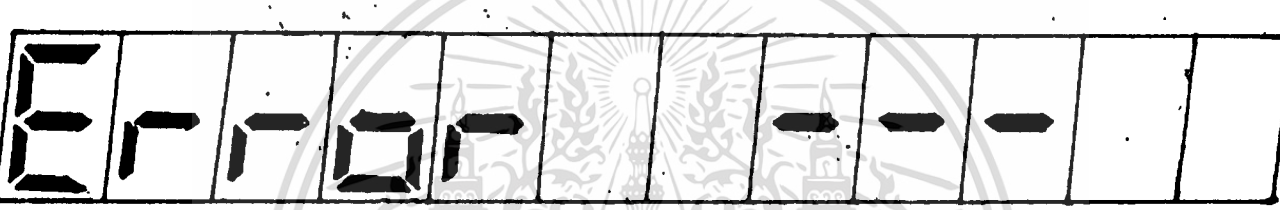
เมื่อผู้ใช้กดคีย์ TIME IN หรือ คีย์ TIME OUT เครื่องบันทึกเวลาจะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกข้อมูลรหัสประจำตัว และข้อมูลเวลา ลงในหน่วยความจำ และจะสั่งให้เครื่องพิมพ์ขนาดเล็กทำการพิมพ์ข้อมูลลงบนกระดาษ แล้วกลับไปทำการรอรับการรูดบัตรใหม่อีกครั้งหนึ่ง

ในกรณีที่ไม่มีการกดคีย์ เครื่องจะทำการแสดงข้อมูลรหัสชั่วระยะเวลาหนึ่งก็จะกลับไปแสดงข้อมูลเวลา และรอรับการรูดบัตรใหม่

4.3 ในกรณีที่รูดบัตรแล้ว ข้อมูลที่อ่านได้เกิดการผิดพลาด เครื่องจะทำการแสดงข้อมูลให้ทราบว่าเกิดการอ่านข้อมูลผิดพลาด ซึ่งจะปรากฏข้อมูลดังนี้



ข้อมูลดังกล่าวจะทำการกระพริบอยู่ 3 ครั้ง แล้วจึงกลับไปแสดงข้อมูลเวลา และรอรับการรูดบัตรใหม่

4.4 ในขณะที่เครื่องรอรับการรูดบัตรอยู่นั้น

4.4.1 ถ้ามีการอินเตอร์รัพท์จากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เครื่องบันทึกเวลาจะข้ามไปทำการติดต่อกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ก่อน

การอินเตอร์รัพท์จากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะทำให้เกิดการทำงาน 2 อย่างคือ

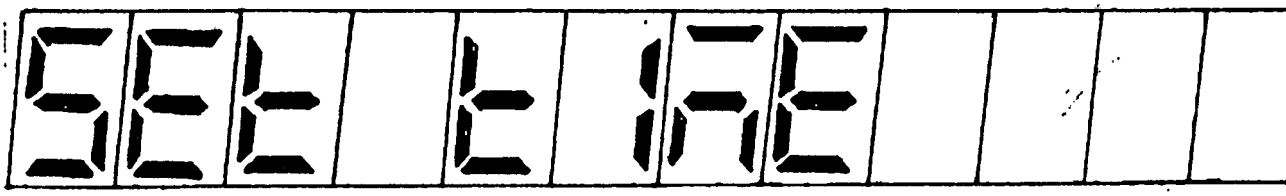
1. ไมโครคอมพิวเตอร์ขอให้เครื่องบันทึกเวลาส่งข้อมูลรหัส และข้อมูลเวลาที่เก็บไว้ในหน่วยความจำไปให้

หรือ 2. ไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูลมาเพื่อทำการเซทเวลาให้แก่ เครื่องบันทึกเวลา

หลังจากที่เสร็จสิ้นการติดต่อกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แล้ว เครื่องบันทึกเวลาก็จะกลับไปรอรับการรูดบัตรใหม่

4.4.2 ถ้ามีการกดคีย์ MODE เครื่องจะแสดงข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ในกรณีที่ต้องการเซทเวลาให้ผู้ใช้กดคีย์ ENTER ก็จะเข้าสู่โหมดของการเซทเวลา แต่ถ้าไม่ต้องการก็ให้กดคีย์ MODE อีกครั้ง เครื่องก็จะกลับมาแสดงข้อมูลเวลาเหมือนเดิม

4.4.3 ถ้ามีการปลุกเกิดขึ้น เครื่องจะทำการทริกรีเลย์ให้ทำงาน ซึ่งจะทำให้วงจรสร้างสัญญาณปลุกที่ต่ออยู่กับหน้าคอนแทคของรีเลย์ ทำการส่งเสียงปลุกออกมาเตือน ต่อจากนั้นเครื่องจะกลับไปทำการรอรับการรูดบัตรใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุปและวิจารณ์

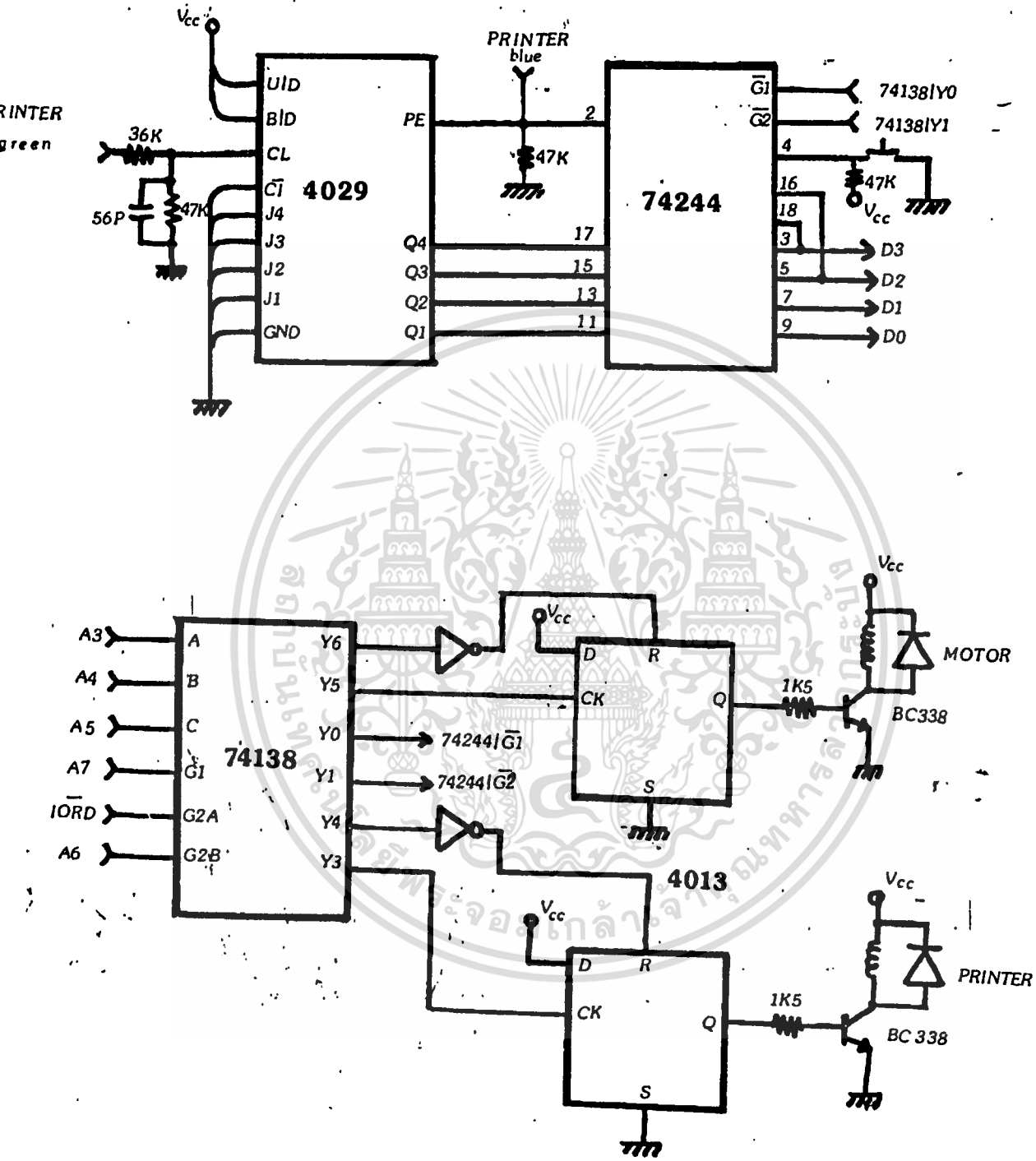
สำหรับระบบบันทึกเวลาที่ใช้บัตรแม่เหล็กนี้ ได้รับการออกแบบให้สามารถเก็บบันทึกข้อมูลเวลาเข้าออกของการทำงานในแต่ละวัน และข้อมูลรหัสประจำตัวของพนักงาน ได้ในปริมาณสูงสุดประมาณ 2000 คน โดยเก็บไว้ในหน่วยความจำแรมเบอร์ 6264 จำนวน 2 ตัว ข้อมูลต่าง ๆ จะถูกส่งไปให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์โดยผ่านวงจรทำการรับ-ส่งข้อมูลแบบอนุกรมที่ใช้ในลักษณะการส่งแบบกระแส และเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ก็จะนำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผล เช่น ทำการคำนวณเงินเดือน หรือค่าจ้างของพนักงาน

ในการใช้งานเครื่องบันทึกเวลาแบบบัตรแม่เหล็กนี้ ในขณะที่ทำการรูดบัตรจะต้องรูดบัตรให้ติดกับแผ่นฐานรองด้านล่าง มิฉะนั้นจะทำให้การอ่านข้อมูลเกิดการผิดพลาดได้ง่าย

ข้อเสนอแนะ

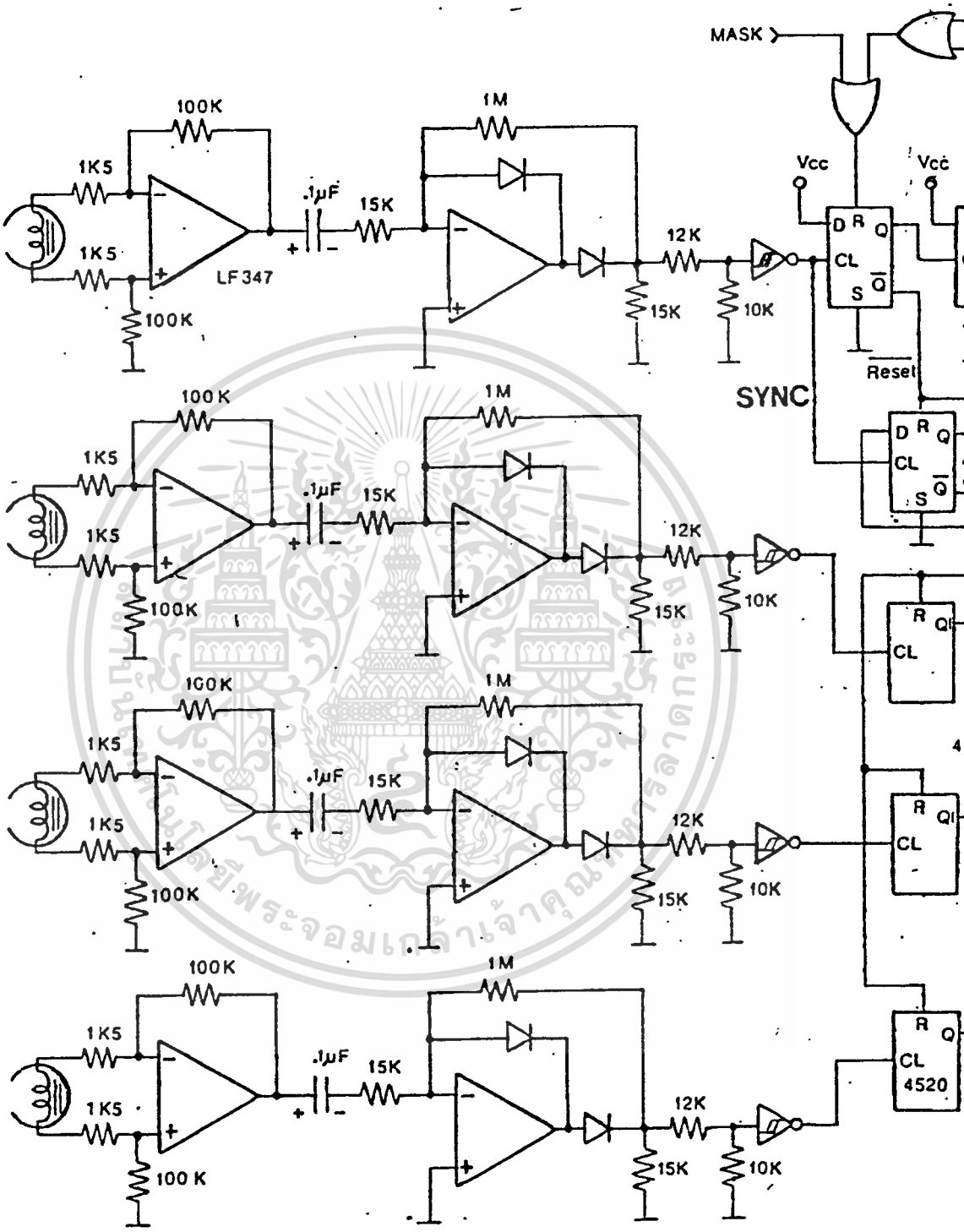
การนำเครื่องบันทึกเวลาแบบบัตรแม่เหล็กมาใช้งานจริง ควรจะมีการปรับปรุงส่วนแมคคานิคของหัวอ่าน และ หัวบันทึก โดยไม่ควรให้มีส่วนปรับตำแหน่งของหัวอ่าน และ หัวบันทึก หลายทิศทางจนเกินไป เพราะจะทำให้การปรับตำแหน่งของหัวบันทึก และหัวอ่านให้ตรงกัน ทำได้ยาก และเมื่อใช้งานไปนาน ๆ จะทำให้ตำแหน่งของหัวบันทึก และหัวอ่าน เลื่อน ทำให้การอ่านข้อมูลผิดพลาด.

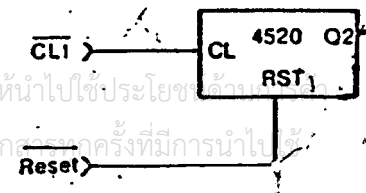
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



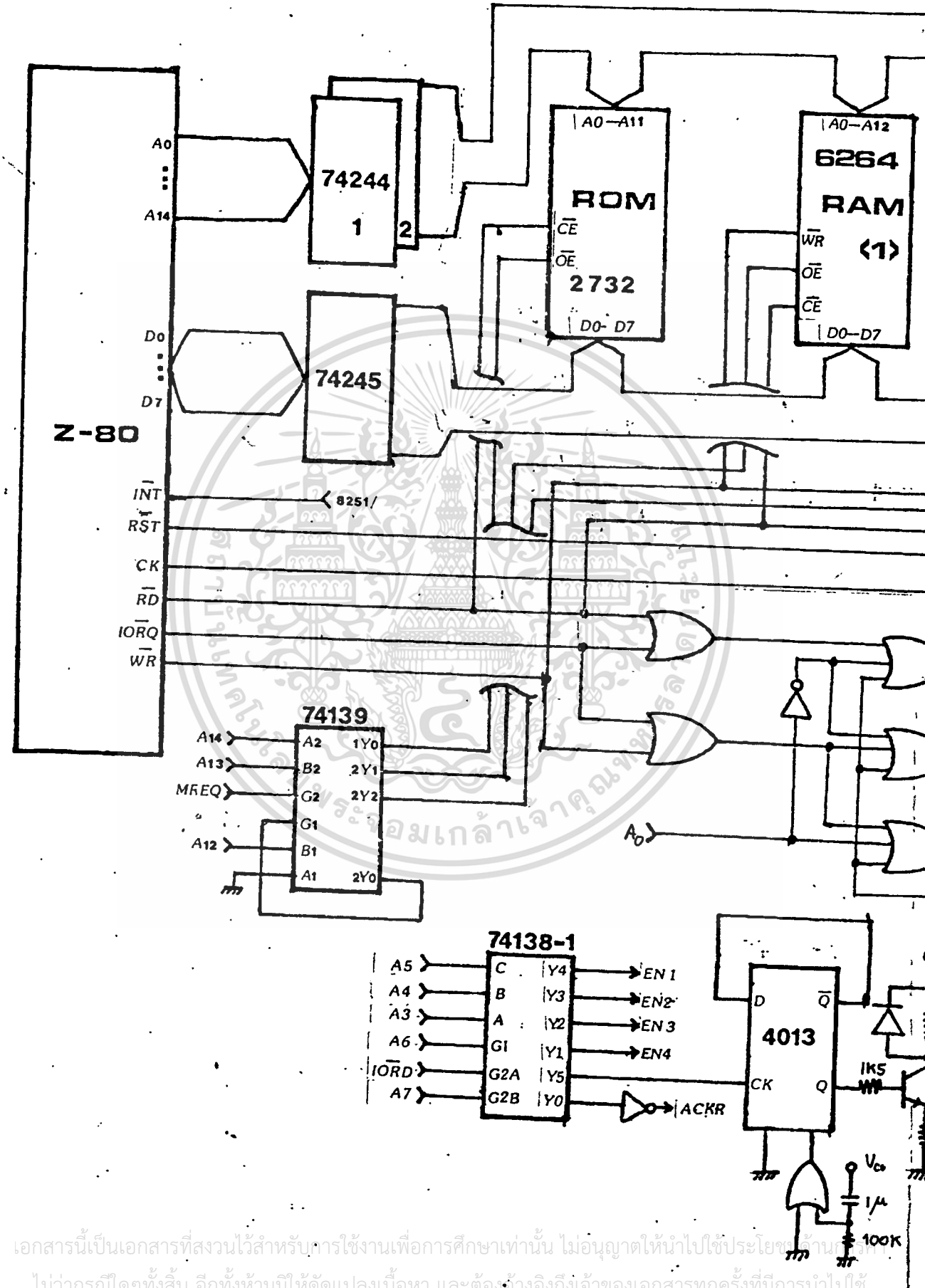
วงจรควบคุมการพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

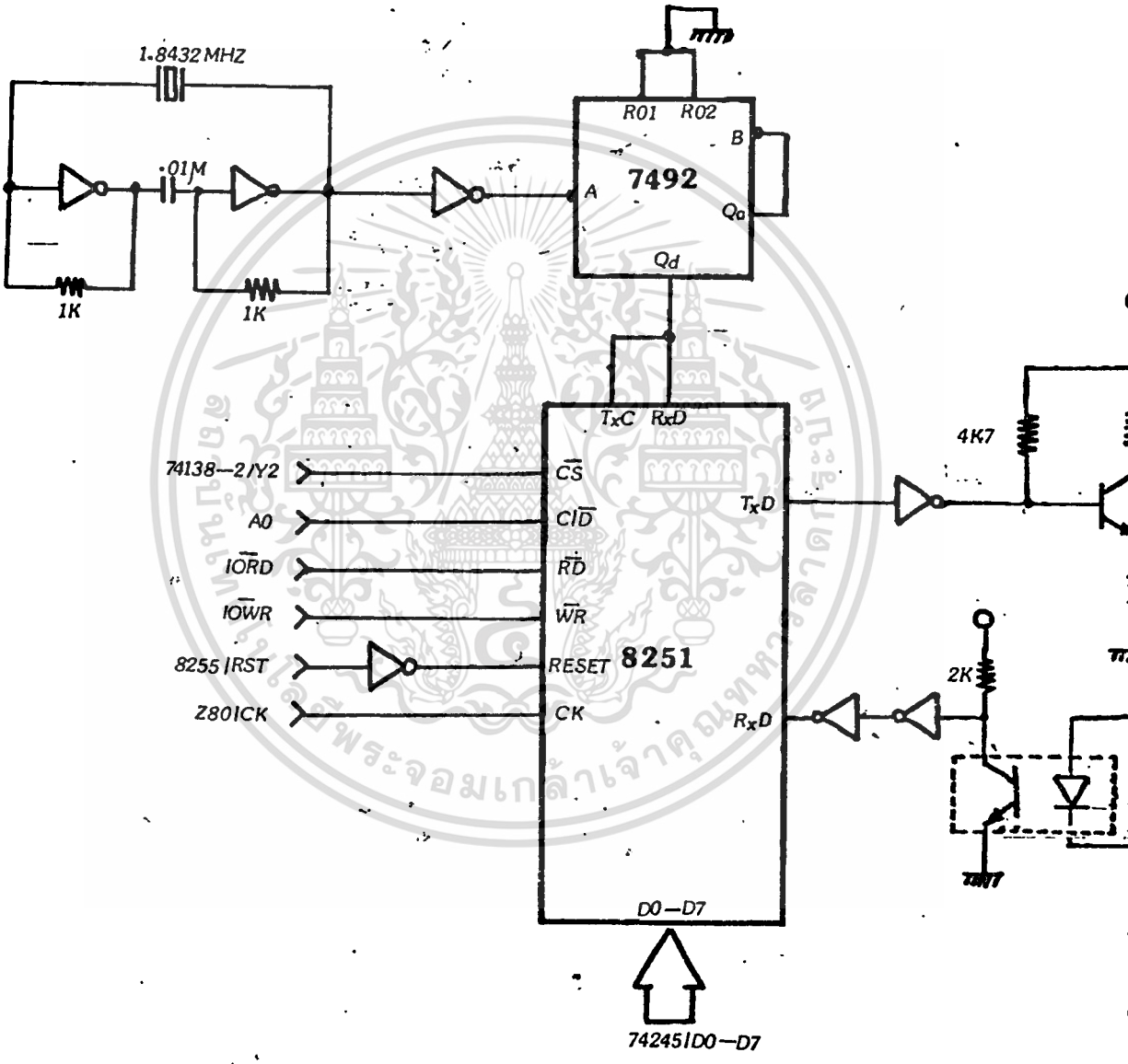




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาของท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งคอยให้คำแนะนำปรึกษาเป็นอย่างดี ตลอดเวลาที่ทำการวิจัย จึงใคร่ขอแสดงความขอบคุณ อาจารย์ พลผดุง ผดุงกุล เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

กรกฎ จันทเตมีย์

กำธร บุญสงเคราะห์

เกรียงไกร สิริอดุลย์วิทย์

ดีวิชา ทวีพรตระกูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

หนังสืออ้างอิง

1) "คู่มือเทียบเบอร์ไอซี TTL", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, ปี 2528.

2) "คู่มือไมโครโปรเซสเซอร์", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, ปี 2529.

3) "คู่มือไอซีชิพซัพพอร์ทและหน่วยความจำ", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, ปี 2529.

4) "ไอซี CMOS 4000 SERIES", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, ปี 2528.

5) ยืน ภู่วรวรรณ และ วัฒนา เชียงกูล, "ไมโครโปรเซสเซอร์ ไมโครคอมพิวเตอร์", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, ปี 2527.

6) รอย บุณยะรัตเวช และ ไพรัช สายวิรุณพร, "เครื่องอ่าน-เขียนบัตรแม่เหล็กแบบเอซี", ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2529 คณะวิศวกรรมศาสตร์ พระจอมเกล้า ลาดกระบัง, ปี 2530.

7) ADAM OSBORNE, "AN INTRODUCTION TO MICROCOMPUTERS V.1", OSBORNE & ASSOCIATES, INC. CALIFORNIA, 1976.

8) "IBM TECHNICAL REFERENCE", IBM COP. USA, 1983.

9) "OPTO ELECTRONICS DEVICE DATA", MOTOROLA INC., USA, 1983.

10) RAY DUNCAN, "ADVANCED MS-DOS V1.1 - 3.2", MICROSOFT, 1986.

11) RUSSELL RECTOR-GEORGE ALEXY, "THE 8086 BOOK", OSBORNE /MCGROW-HILL, CALIFORNIA, 1983.

12) "TURBO PASCAL VERSION 3.0", BORLAND INC., USA, 1981.

13) WILLEN & KRANTZ, "8088 ASSEMBLER LANGUAGE PROGRAMMING THE IBM PC", HOWARD W. SAMS & CO. INC., USA, 1983.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้