



เครื่องตรวจสอบไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยว
(SINGLE BOARD MICROCOMPUTER TESTER)



วัน เดือน ปี.....-2.คค.2541
เลขทะเบียน.....038432
เลขเรียกหนังสือ.....T.3๑๔๖1๗28ค

บริษัทยาพัฒนาเป็นเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

038432

หัวข้อปริญญาบัตร

เครื่องตรวจสอบใบประกอบวิชาชีพ เดอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยว

โดย

จ.อ.ทวี ศรีมงคล 37013375

นาย สมศักดิ์ แซ่คู 37013402

สาขาวิชา

เทคโนโลยีโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.อนันต์ ชัยเสด็จพิชกุล

ปีการศึกษา

2539

คณะกรรมการศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติ
ว่าที่นั้ปริญญาบัตรฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญาบัตร

.....
.....

ประธานกรรมการ

(น.อ.อนันต์ ชัยเสด็จพิชกุล)

.....

กรรมการ

()

.....

กรรมการ

()

.....

กรรมการ

()

.....

กรรมการ

()

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตรวจสอบไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยว

โดย

จ.อ. ทวี ศรีมุงคุณ 37013375

นาย สมศักดิ์ แซ่ดู 37013402

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. อนันต์ ชัยเสถาวณิชกุล

ปีการศึกษา 2539

บทคัดย่อ

โครงการเครื่องตรวจสอบไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยว เป็นโครงการเกี่ยวกับการสร้างเครื่องที่ช่วยในการตรวจสอบภาวะของภาคต่างๆ ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยวรุ่น ET-BOARD ซึ่งได้แก่ การตรวจสอบสแตติกแรมเบอร์ 6116, การตรวจสอบมอนิเตอร์โปรแกรมของ EPROM, การตรวจสอบภาคแสดงผล (Display 7-Segment), การตรวจสอบแรงดันที่จ่ายให้กับ Z-80, การตรวจสอบความถี่ของสัญญาณคล็อก, และการตรวจสอบภาคดีเบอร์ด ว่าดีหรือเสียอย่างไร ซึ่งการตรวจสอบนี้จะใช้โปรแกรมสั่งการตรวจสอบจากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (PC) โดยเมื่อทำการตรวจสอบภาคต่างๆของ ET-BOARD แล้ว จะแสดงผลการตรวจสอบออกทางจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเราสามารถนำโครงการนี้มาใช้ประโยชน์เกี่ยวกับการตรวจสอบอาการเสียของภาคต่างๆ ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยวรุ่น ET-BOARD ได้โดยถูกต้อง, รวดเร็ว และสะดวกยิ่งขึ้น เพื่อประโยชน์ในการทำ ชิ้นอุตสาหกรรมการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Single Board microcomputer tester

Mr. Tawe Srimungkun 37013375

Mr. Somsak Sae-Ku 37013402

Advisor

Dr. Anun Chailertwanichakun

Academic year 1996



ABSTRACT

Single board microcomputer tester is test equipment for testing devices of single board microcomputer model ET-BOARD. This test equipment can test static RAM, monitor EPROM, 7-segment display, keyboard, power supply and clock pulse frequency of ET-BOARD by using personal computer program to control the test and then display result of testing on personal computer monitor. This test equipment can test those parts quickly and precisely. This test equipment is suited for QC of industrial manufacturer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยคำแนะนำ ตลอดจนความช่วยเหลือเป็นอย่างดี
ยิ่งจาก ดร.อนันต์ ชัยเลิศวิมลกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่าน
ในภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเอื้อเฟื้อ แนะนำข้อคิดเห็นตลอดจน
แก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยดี จึงทำให้ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ความสำเร็จของปริญญาบัตรในครั้งนี้ ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณผู้ที่ได้ส่งเสริมและ
สนับสนุนจนทำให้ปริญญาบัตรนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 คำนำ	4
2.2 ตำแหน่งขาบนสล็อตของ IBM/PC	4
2.3 รายละเอียดเกี่ยวกับสัญญาณบนสล็อตของ IBM/PC	6
2.4 การกำหนดหมายเลขพอร์ทใน IBM/PC	10
2.5 ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 (Z-80 Microprocessor)	12
2.6 หน้าที่การทำงานพื้นฐานของ 8255	21
2.7 คุณสมบัติของพอร์ท	23
2.8 การเลือกโหมดของ 8255 (8255 Mode select)	23
2.9 การแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัลโดยชิพ ADC 0804C	25
2.10 ไตอะแกรมเวลาของไมโครโปรเซสเซอร์	28
2.11 หลักการของเครื่องตรวจสอบไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยว	34
บทที่ 3 โครงสร้างของระบบโรงงาน เครื่องตรวจสอบ ET-BOARD	37
3.1 คำนำ	37
3.2 การดีไซด์แอดเดรสและสร้างสัญญาณควบคุม	37
3.3 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์	38
3.4 การออกแบบซอฟต์แวร์	48

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 4 วงจรและการทดลอง	51
4.1 ดินา	51
4.2 ส่วนของการตีได้พอร์ท	51
4.3 ส่วนของการอินเตอร์เฟส	53
4.4 ส่วนของการแปลงสัญญาณจากอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล	54
4.5 ส่วนของการวัดความถี่	59
4.6 การออกแบบลายวงจรพิมพ์	62
บทที่ 5 สรุปผลของโครงการ และข้อเสนอแนะ	66
5.1 ดินา	66
5.2 สรุปผลการทดลอง	66
5.3 ข้อเสนอแนะ	67
5.4 อุปสรรคในการทำงาน	67
เอกสารอ้างอิง	68
ภาคผนวก	69

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

ในการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันนี้ การศึกษามicroคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยวขนาดเล็ก รุ่น ET-BOARD จะเป็นพื้นฐานในด้านการศึกษาทั้ง ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ไปพร้อมกัน และจะเป็นพื้นฐานที่จะนำไปสู่ระบบคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ได้อย่างมั่นคง เมื่อใช้งานเครื่อง ET-BOARD นาน ๆ ไป เครื่อง ET-BOARD อาจเกิดอาการเสียได้ ซึ่งอาจเกิดจากการเสื่อมของอุปกรณ์ภายในเครื่อง ET-BOARD หรืออาจเกิดจากสาเหตุอื่นก็เป็นได้ การตรวจซ่อมก็อาจทำได้แต่อาจจะใช้เวลานาน และยุ่งยาก แต่ก็สามารถแก้ไขได้โดยการใส่ซอฟต์แวร์ที่เขียนขึ้น เพื่อทำการตรวจสอบอุปกรณ์ของ ET-BOARD ในส่วนของ สเตตัสแรม ส่วนของ Monitor ROM แรงดันและความถี่ ภาคแสดงผลและคีย์บอร์ด ซึ่งจะสั่งการทำงาน และแสดงผลการตรวจสอบโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ (PC)

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ในปัจจุบัน การใช้งานและการศึกษาคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งที่จะต้องเป็น เพื่อที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับงานในสาขาต่าง ๆ เช่น การออกแบบวิทยาศาสตร์, อุตสาหกรรม, การบันทึกข้อมูลต่างๆ และการเรียนการสอน เป็นต้น ซึ่งการศึกษาด้านพื้นฐาน อาจเริ่มจาก microคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยวขนาดเล็ก รุ่น ET-BOARD เพราะสามารถศึกษามicroโปรเซสเซอร์ เบอร์ Z-80 โดยเฉพาะ และจะได้ศึกษาทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ไปพร้อมกัน ทั้งยังจะเป็นพื้นฐานที่จะนำไปสู่ ระบบคอมพิวเตอร์ระบบใหญ่ได้เป็นอย่างดี

ในการใช้งานเครื่อง ET-BOARD อาจเกิดอาการเสียของอุปกรณ์ในส่วนต่าง ๆ ได้ทำให้เกิดความยุ่งยาก และเสียเวลาในการตรวจซ่อม แต่อาจทำการตรวจสอบหาอุปกรณ์ในส่วนที่เสียหรือทำงานผิดพลาดได้ โดยการนำ microคอมพิวเตอร์ (PC) มาช่วยในการตรวจสอบและแสดงผล ซึ่งจะทำให้โดยง่าย สะดวก รวดเร็วยิ่งขึ้น

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อทำการตรวจสอบอาการเสียของเครื่อง ไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยวรุ่น ET-BOARD ในส่วนของสแตติกแรมเบอร์ 6264 ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่มีความสามารถในการเก็บข้อมูลได้ 8 กิโลไบต์, ส่วนของ Monitor ROM, แหล่งจ่ายแรงดัน และ ความถี่ของสัญญาณนาฬิกา, ภาดแสดงผล 7-SEGMENT และคีย์บอร์ด โดยการใช้นิโครคอมพิวเตอร์ (PC) เป็นตัวสั่งการและแสดงผลการตรวจสอบ

1.4 ขอบเขตความสามารถของโครงการ

- 1.4.1 ตรวจสอบ สแตติกแรม
- 1.4.2 ตรวจสอบ Monitor ROM
- 1.4.3 ตรวจสอบภาคคี่สเฟลย์แสดงผล (7 Segment) 6 DIGIT
- 1.4.4 ตรวจสอบภาคคีย์บอร์ด
- 1.4.5 แสดงผลการตรวจสอบบนจอมอนิเตอร์ของไมโครคอมพิวเตอร์ และบน ดิสเพลย์ ของ ET-BOARD
- 1.4.6 สามารถตรวจสอบแรงดันที่จ่ายให้ Z-80 และความถี่ของสัญญาณนาฬิกาบน เครื่อง ET-BOARD ได้

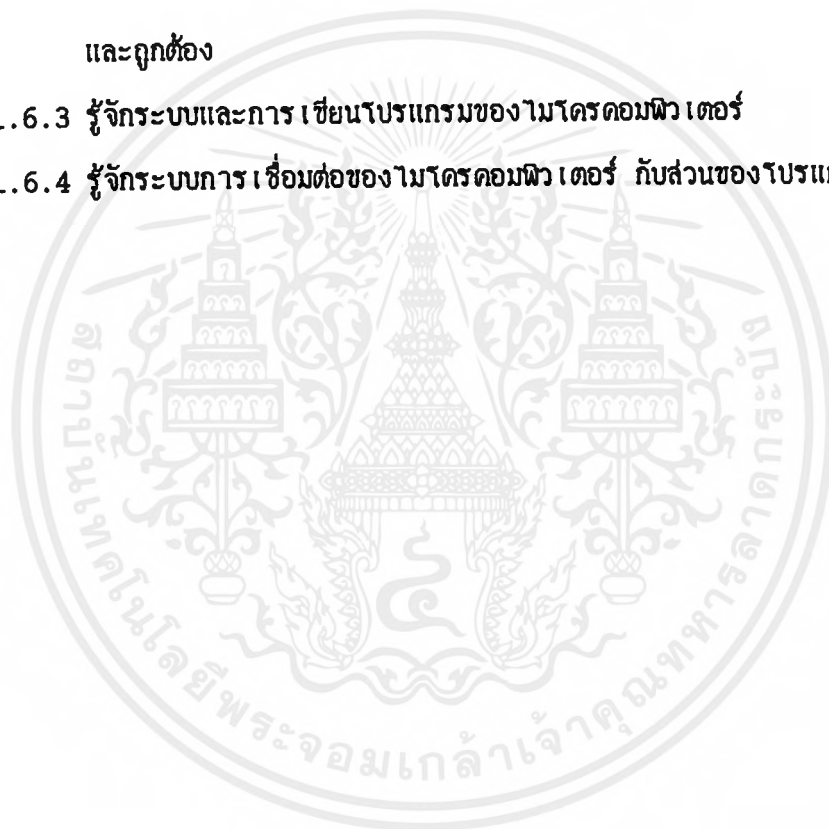
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1.5.1 ศึกษาการทำงานและการใช้งานเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (PC)
- 1.5.2 ศึกษาการทำงานและการใช้งานเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยว รุ่น ET-BOARD
- 1.5.3 ศึกษาการออกแบบฮาร์ดแวร์ในส่วนการดีไดต์พอร์ท และจำลองสัญญาณในระบบบัสต่าง ๆ
- 1.5.4 ศึกษาและออกแบบภาคตรวจสอบแรงดันและความถี่
- 1.5.5 สร้างและทดลองในส่วนของการดีไดต์พอร์ทการจำลองสัญญาณ และในส่วนของการตรวจสอบแรงดันและความถี่
- 1.5.6 เขียนโปรแกรมเพื่อตรวจสอบหาอาการเสียของอุปกรณ์บน ET-BOARD และ

- 1.5.7 ทดลองการทำงานร่วมกันระหว่างส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์
- 1.5.8 สรุปผลการทำโครงการ, ข้อเสนอแนะ, ปัญหาในการทำงาน, รวบรวมข้อมูลทั้งหมด, พิมพ์, ตรวจ, แก้ไข และเสนอรายงาน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

- 1.6.1 ไซ้เป็นเครื่องตรวจสอบหาการเสียหายของอุปกรณ์บน ET-BOARD ได้
- 1.6.2 เพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบ ET-BOARD ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง
- 1.6.3 รู้จักระบบและการเขียนโปรแกรมของไมโครคอมพิวเตอร์
- 1.6.4 รู้จักระบบการเชื่อมต่อของไมโครคอมพิวเตอร์ กับส่วนของโปรแกรม



บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ

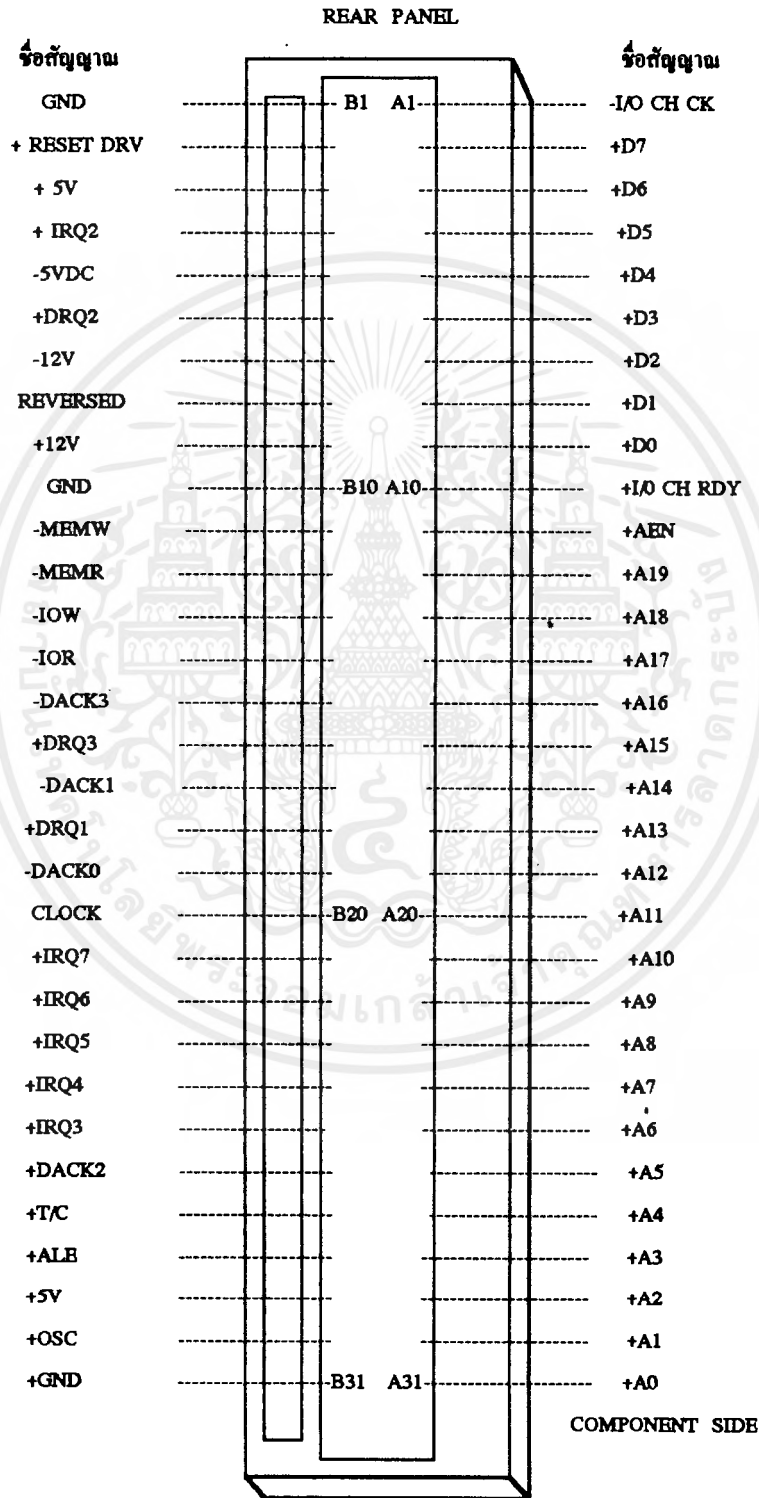
2.1 คำนำ

ในปัจจุบันนี้ เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมีใช้กันแพร่หลายมาก ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานทางธุรกิจ , วิศวกรรม, วิทยาศาสตร์หรือใช้ส่วนตัวก็ตาม เครื่อง IBM/PC เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาด 16 บิต ซึ่งออกแบบไว้ให้สามารถขยายความสามารถของระบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานหรือเพิ่มฟังก์ชันการทำงานของระบบได้ง่าย โดยอาศัยสล็อตและพอร์ทต่าง ๆ ที่มีอยู่พร้อมแล้วในเครื่อง IBM/PC โครงการนี้จึงถูกออกแบบขึ้นเพื่อให้สามารถเชื่อมต่อเข้ากับเครื่อง IBM/PC โดยจะอาศัยไอซีเบอร์ 8255 ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตเป็นตัวเชื่อมต่อ เพื่อให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการตรวจสอบหาอาการเสียของอุปกรณ์บนเครื่อง ET-BOARD เพื่อทำกระบวนการต่าง ๆ ในการตรวจสอบ และในการแสดงผลของการตรวจสอบได้

2.2 ตำแหน่งขาบนสล็อตของ IBM/PC

ภายในเครื่อง IBM/PC ได้มีการออกแบบให้สามารถเพิ่มเติมวงจรรีโมตเฟสเข้าไปภายหลังได้ โดยผ่านทางสล็อตที่อยู่บนเมนบอร์ด (MAIN BOARD) สำหรับสล็อตบนเมนบอร์ดมีจำนวน 5 สล็อต (IBM PC/XT มี 8 สล็อต) แต่ละสล็อตมีจำนวนขาทั้งสิ้น 62 ขา แบ่งออกเป็น 2 ข้าง ข้างละ 31 ขา ตำแหน่งขาของสล็อตที่อยู่ทางด้านซ้ายของสล็อตจะเรียกโดยใช้อักษร B หน้าตัวเลขตำแหน่งของขา เช่นขา B10 ก็คือขาทางด้านซ้ายของสล็อตขาที่ 10 นับจากทางด้านซ้ายของเครื่อง ส่วนขาที่อยู่ทางด้านขวาของสล็อต จะเรียกโดยใช้อักษร A หน้าตัวเลขตำแหน่งของขาเช่นขา A24 ก็คือขาทางด้านขวาของสล็อตขาที่ 24 (นับจากทางด้านซ้ายของเครื่อง) แต่ละขาของสล็อตเหล่านี้ เชื่อมต่อกับเส้นสัญญาณต่าง ๆ บนเมนบอร์ด ทำให้การสร้างวงจรรีโมตเฟสกับ IBM/PC สามารถกระทำได้โดยสะดวก เส้นสัญญาณที่เชื่อมต่อกับขาสล็อตเหล่านี้ประกอบไปด้วย เส้นสัญญาณของแอดเดรส (ADDRESS-BUS), บัสข้อมูล (DATA BUS), บัสควบคุม สำหรับการเขียน/อ่านข้อมูลจากหน่วยความจำหรือพอร์ท I/O, เส้นสัญญาณสำหรับการขออินเทอร์รัพท์ ของวงจรรีโมตเฟส, เส้นสัญญาณสำหรับการขอ DMA, สัญญาณฐานเวลา (TIMING SIGNAL) ต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบเส้นสัญญาณ

แสดงการรีเฟรชหน่วยความจำ และสัญญาณสำหรับตรวจสอบความผิดพลาด (I/O CHECK) นอกจากนี้เส้นสัญญาณเหล่านี้แล้ว สล็อตบนเมนบอร์ดยังเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟต่างๆ คือ +5Vdc -5Vdc, +12Vdc และ -12Vdc ตำแหน่งขาต่างๆ บนสล็อตของ IBM/PC แสดงไว้ในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงตำแหน่งขานบนสล็อตของ IBM/PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 รายละเอียดเกี่ยวกับสัญญาณบนสล็อตของ IBM/PC

สัญญาณต่าง ๆ บนสล็อตของ IBM/PC มีหลายสัญญาณแต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสัญญาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้ ซึ่งเป็นสัญญาณที่จำเป็นต้องใช้เกี่ยวกับการเขียน/อ่านข้อมูลกับหน่วยความจำและพอร์ต I/O เท่านั้น

2.3.1 A0-A19 (Address Bus; ขา A31-A12) :

ขาสัญญาณทั้ง 20 ขานี้เป็นเอาต์พุต ใช้กำหนดแอดเดรสของหน่วยความจำหรืออุปกรณ์ I/O ที่ 8088 ต้องการจะติดต่อด้วยโดยที่สัญญาณ A0 จะมีนัยสำคัญต่ำสุด (Least Significant Bit) และ A19 จะมีนัยสำคัญสูงสุด (Most Significant Bit) สำหรับแอดเดรสบนบัสแอดเดรส A0-A19 นี้ จะถูกกำหนดโดย 8088 ในระหว่างขบวนการอ่าน/เขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำหรืออุปกรณ์ I/O แต่ในช่วงของขบวนการ DMA นั้น DMA-controller จะเป็นผู้กำหนดแอดเดรสบนบัสแอดเดรสเอง (ในระหว่างนี้ 8088 จะถูกตัดออกจากระบบ) จะเห็นได้ว่าจำนวนเส้นแอดเดรสนี้จะมีอยู่ 20 เส้น ซึ่งสามารถที่จะอ้างแอดเดรสของหน่วยความจำได้ถึง 1 เมกะไบต์ แต่อย่างไรก็ตามจะมีแอดเดรสบางแอดเดรสที่ถูกใช้งานโดย IBM/PC อยู่ก่อนแล้ว คือแอดเดรสของหน่วยความจำ RAM บนเมนบอร์ดที่ถูกใช้โดยระบบจำนวน 64 กิโลไบต์ (สำหรับ IBM PC/XT จะเป็นจำนวน 256 กิโลไบต์) และแอดเดรสสำหรับหน่วยความจำ ROM อีก 48 กิโลไบต์ ซึ่งถูกจัดในช่วงของแอดเดรสบนสุด 1 เมกะไบต์ คือ 0FC00H จนถึง 0FFFFFFH (สำหรับ IBM PC/XT จะเป็น 64 กิโลไบต์) สำหรับการอ้างแอดเดรสของพอร์ต I/O นั้นจะใช้เส้นแอดเดรสเพียง 16 เส้น คือ A0-A15 ซึ่งจะทำการอ้างแอดเดรสของพอร์ตได้ 64 กิโลพอร์ตโดยผ่านทางชุดคำสั่ง IN และ OUT ส่วนเส้นแอดเดรสที่เหลือคือ A16-A19 นั้นจะไม่ถูกใช้งาน อย่างไรก็ตามภายใน IBM/PC จะใช้เส้นแอดเดรสในการอ้างแอดเดรสของพอร์ตเพียง 10 เส้นคือจาก A0-A9 และค่าแอดเดรสที่ใช้งานจะต้องอยู่ในช่วง 0200H-03FFH เท่านั้น

2.3.2 D0-D7 (Data Bus; ขา A9-A2) :

ขาสัญญาณนี้เป็นแบบ Bi-Directional ซึ่งต่อกับบัสข้อมูลของระบบเพื่อทำหน้าที่ในการส่งผ่านข้อมูลระหว่างพอร์ต I/O กับ IBM/PC โดยบิต D0 จะมีนัยสำคัญต่ำสุดและบิต D7 จะมีนัยสำคัญสูงสุด สำหรับบิตสาขาเกิดของการเขียนข้อมูล ที่สร้างขึ้นโดย 8088

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้น ข้อมูลจะถูกส่งออกมาบนบัสข้อมูลก่อนที่สัญญาณ IOW (ในกรณีที่ต้องการส่งข้อมูลให้กับพอร์ต) หรือ MEMW (ในกรณีที่ต้องการส่งข้อมูลให้กับหน่วยความจำ) จะเปลี่ยนจากลอจิก "0" เป็นลอจิก "1" (ขอบขาขึ้น) ซึ่งโดยทั่วไปขอบขาขึ้นของสัญญาณ IOW หรือ MEMW นี้ จะถูกใช้เพื่อสั่งให้พอร์ต I/O หรือหน่วยความจำที่มีแอดเดรสตรง กับค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรสนั้นรับข้อมูลแบ็กเวิร์ด สำหรับบนบัสสาขาเกิดของการอ่านข้อมูลที่สร้างขึ้นโดย 8088 นั้น พอร์ต I/O หรือหน่วยความจำที่ถูกอ้างถึงจะต้องส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูล ก่อนที่สัญญาณ IOR (ในกรณีที่ต้องการอ่านข้อมูลจากพอร์ต) หรือ MEMR (ในกรณีที่ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ) จะเปลี่ยนจากลอจิก "0" เป็นลอจิก "1" (ขอบขาขึ้น)

2.3.3 RESET DRV (ขา B2) :

ขาสัญญาณนี้เป็นเอาต์พุต ซึ่งแอดตีฟ (ลอจิก "1") ในช่วงที่เราเริ่มจ่ายไฟให้กับระบบ และจะยังคงแอดตีฟไปจนกว่าระบบต่าง ๆ ภายใน IBM/PC จะพร้อมที่จะทำงานได้ จากนั้นสัญญาณนี้ก็จะเปลี่ยนเป็นลอจิก "0" นอกจากนี้ในระหว่างการทำงานของ IBM/PC ถ้าระดับแรงดันของแหล่งจ่ายไฟตกลง สัญญาณนี้ก็จะถูกทำให้แอดตีฟเช่นกัน โดยทั่วไปแล้วสัญญาณนี้จะถูกนำไปใช้ในการรีเซ็ตวงจรอินเทอร์เฟซหรืออุปกรณ์ I/O ต่าง ๆ ในช่วงที่เริ่มจ่ายไฟให้กับระบบ ซึ่งจะเป็นการทำให้วงจร หรืออุปกรณ์เหล่านั้นถูกปรับให้อยู่ในสถานะที่แน่นอน ก่อนที่จะเริ่มดำเนินการทำงานในระบบ (สถานะนี้เป็นสถานะที่เราทราบ และต้องการให้วงจรทำงานในขณะในระบบถูกรีเซ็ต)

2.3.4 ALE (Address Latch Enable; ขา B28) :

ขาสัญญาณนี้เป็นสัญญาณเอาต์พุตที่ Bus Controller สร้างขึ้น เพื่อใช้สำหรับแสดงการเริ่มต้นของบัสสาขาเกิด และแสดงให้อุปกรณ์ภายนอกทราบว่าแอดเดรสที่ 8088 ต้องการจะติดต่อด้วยนั้นถูกส่งออกมาบนบัสแอดเดรสแล้ว โดยที่สัญญาณ ALE นี้จะเปลี่ยนจากลอจิก "1" เป็น "0" เมื่อค่าแอดเดรสที่ต้องการส่งออกมาบนบัสข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นขอบขาลงของสัญญาณ ALE นี้จะถูกใช้เป็นการแลทช์ค่าแอดเดรสจากบัสแอดเดรส / ข้อมูล (Address/data Bus; AD0-AD7) ของ 8088 ทำให้สามารถแยกค่าแอดเดรส (A0-A19) และข้อมูล (A0-A7) ออกจากกันได้ อย่างไรก็ตามสัญญาณ ALE จะแอดตีฟเฉพาะในบัสสาขาเกิดที่สร้างขึ้นโดย 8088 เท่านั้นโดยจะไม่แอดตีฟในช่วงขบวนการ DMA

2.3.5 MEMW (Memory Write; บิต B11) :

ขานี้เป็นเอาต์พุตแอดที่ฟลลจิก "0" ซึ่ง Bus Controller สร้างขึ้นในระหว่างบัสไซเคิลในการ เขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำของ 8088 สัญญาณ MEMW นี้จะถูกส่งออกมาเพื่อ ำที่หน่วยความจำที่แอดเดรสตรงกับค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรสนั้น ำการรับข้อมูลที่อยู่บนบัสข้อมูลกลับไว้ โดยทั่วไปหน่วยความจำจะรับข้อมูลในช่วงขอบขาขึ้นของสัญญาณ MEMW สำหรับในระหว่างขบวนการ DMA นั้น 8237A-5 DMA-Controller จะทำการควบคุมบัสต่าง ๆ ของระบบแทน 8088 และสัญญาณ MEMW จะถูกำเข้าบัสไซเคิลของการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำ (ข้อมูลถูกส่งจากอุปกรณ์ I/O ำเข้ากับหน่วยความจำ)

2.3.6 MEMR (Memory Read; บิต B12) :

ขานี้เป็นเอาต์พุตจาก 8288 ซึ่งสัญญาณนี้จะแอดที่ฟลลจิก "0" ในระหว่างบัสไซเคิลของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำของ 8088 เพื่อำที่หน่วยความจำที่มีแอดเดรสตรงกับค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรสนั้น ำการส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูล โดยหน่วยความจำนั้นจะต้องส่งข้อมูลออกมาในช่วงเวลา 30 nanosec. ก่อนที่สัญญาณ MEMW กลับเป็นลจิก "1" ทั้งนี้ก็เพื่อำที่ 8088 ำได้รับข้อมูลที่ต้องการ สำหรับในระหว่างขบวนการ DMA นั้น DMA-Controller จะควบคุมบัสต่าง ๆ ของระบบแทน 8088 และสัญญาณ MEMR จะถูกำเข้าบัสไซเคิลของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ (ข้อมูลถูกส่งจากหน่วยความจำำเข้ากับอุปกรณ์

2.3.7 IOR (I/O Read; บิต B14) :

ขานี้เป็นเอาต์พุตแอดที่ฟลลจิก "0" ที่สร้างขึ้นโดย 8288 Bus Controller เพื่อำใช้ในการแสดงว่าบัสไซเคิลที่เกิดขึ้นนี้ เป็นบัสไซเคิลของการอ่านข้อมูลจากพอร์ต I/O เพื่อำที่พอร์ต I/O ที่มีแอดเดรส ตรงกับแอดเดรสบนบัสแอดเดรสนั้น ส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูล โดยข้อมูลจะต้องถูกส่งออกมาบนบัสข้อมูลก่อนขอบขาขึ้นของสัญญาณ IOR ประมาณ 30 nanosec. เพื่อำที่มันำได้ว่า 8088 สามารถรับข้อมูลได้ถูกต้อง สำหรับในขบวนการ DMA 8237A-5 DMA Controller จะทำการสร้างสัญญาณ IOR เอง โดยที่ค่าแอดเดรสที่อยู่บนบัสแอดเดรสจะเป็นค่าแอดเดรสของหน่วยความจำ (แทนที่จะเป็นแอดเดรสของพอร์ต I/O) ที่พอร์ต I/O ที่ขอ DMA ต้องการจะนำข้อมูลกลับเก็บ การที่พอร์ตำจะส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูลนั้นจะอาศัยสัญญาณ DACK จาก DMA Controller เป็นตัวกำหนด

เช่นกรณีสัญญาณ DACK แอดที่พีพีจะแสดงว่าพอร์ต I/O ที่จะต้องส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูลก็คือพอร์ต I/O ที่ขอ DMA ผ่านทางแชนแนล (Channel) ที่ 1 (DRQ1) เป็นต้น

2.3.8 IOW (I/O Write: ซีพียู B13) :

สัญญาณนี้เป็นเอาท์พุทแอดที่พีพีลอจิก "0" ซึ่งถูกสร้างขึ้นโดย 8288 Bus Controller เพื่อชี้แสดงว่าบัสซีกเกิลที่เกิดขึ้นนี้เป็นบัสซีกเกิลของการเขียนข้อมูลลงบนพอร์ต I/O เพื่อที่พอร์ต I/O ที่มีแอดเดรสตรงกับแอดเดรสบนบัสแอดเดรสนั้นรับข้อมูลที่อยู่บนบัสข้อมูลไปเก็บไว้ อย่างไรก็ตามเนื่องจากในช่วงเวลาที่สัญญาณ IOW นี้ แอดที่พีพี (ลอจิก "0") นั้นข้อมูลบนบัสข้อมูลอาจจะยังไม่สมบูรณ์ ดังนั้นการออกแบบจึงควรรีไซซซีกเกิลของสัญญาณ IOW แทนขอบขาลงในการทำที่พอร์ต I/O ที่เกี่ยวข้องรับข้อมูลไปเก็บไว้ เพื่อให้ข้อมูลบนบัสข้อมูลสมบูรณ์เสียก่อน สำหรับในขบวนการ DMA นั้น DMA-Controller จะทำการสร้างสัญญาณ IOW เอง โดยที่ค่าแอดเดรสที่อยู่บนบัสแอดเดรส จะเป็นค่าแอดเดรสของหน่วยความจำที่พอร์ต I/O ที่ขอ DMA ต้องการจะอ่านข้อมูล

2.3.9 +5Vdc (ซีพียู B3 และ B29) :

ขาทั้งสองต่อกับแหล่งจ่ายไฟ DC +5V ของระบบ โดยมีค่าความเที่ยงตรง (Regulated) + 5% คืออยู่ในช่วง + 4.75 ถึง + 5.25 Vdc

2.3.10 +12Vdc (ซีพียู B9) :

ขานี้จะต่อกับแหล่งจ่ายไฟ DC +12V ของระบบ โดยมีค่าความเที่ยงตรง (Regulated) + 5% คืออยู่ในช่วง + 11.4 ถึง + 12.6 Vdc

2.3.11 -5Vdc (ซีพียู B5) :

ขานี้จะต่อกับแหล่งจ่ายไฟ DC -5V ของระบบ โดยมีค่าความเที่ยงตรง (Regulated) + 10% คืออยู่ในช่วง -5.5 ถึง -4.5 Vdc

2.3.12 -12Vdc (ซีพียู B7) :

ขานี้จะต่อกับแหล่งจ่ายไฟ DC -12V ของระบบ โดยมีค่าความเที่ยงตรง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Regulated) + 10% คืออยู่ในช่วง -13.2 ถึง -10.8 Vdc

2.3.13 GND (ขา B1, B10 และ B13) :

ขาทั้งสามนี้จะต่อเข้ากับกราวด์ (Ground) ของระบบ การจัดสัญญาณบน สล็อตของ IBM PC/XT นั้น จะมีสล็อตสำหรับเชื่อมต่อกับวงจรมานอกได้มากขึ้นคือใน IBM PC/XT จะทำการเพิ่มจำนวนสล็อตบนเมนบอร์ดขึ้นเป็น 8 สล็อต จากเดิมที่มีอยู่เพียง 5 สล็อต บน IBM PC โดยการจัดสัญญาณต่าง ๆ ในทั้ง 8 สล็อตจะยังคงเหมือนกับใน IBM/PC เพียง แต่สัญญาณต่าง ๆ ที่จะถูกส่งออกมายังขาของสล็อตที่ 8 นั้น จะถูกส่งผ่านวงจรขับกระแส (Buffer) ก่อน และในสล็อตที่ 8 นี้ขา B8 จะถูกใช้งานด้วย โดยจะถูกใช้เป็นขา CARDSLCTD (หรือ Card Selected) ซึ่งขาสัญญาณนี้จะเป็นสัญญาณอินพุตจากวงจรมานอกที่ เสียบอยู่บนสล็อตที่ 8 เพื่อให้วงจรมานอกทราบว่าการ์ดที่อยู่บนสล็อตนี้ ถูกเลือกใช้งานอยู่ ซึ่งจะทำให้ Driver บนเมนบอร์ดทำการอ่านหรือส่งข้อมูลไปยังสล็อตที่ 8 เนื่องจากใน IBM PC ได้ใช้งานเส้นแอดเดรสเพียง 10 เส้น (คือ A0-A9) ดังนั้นจึงสามารถที่จะอ้างแอดเดรส ของพอร์ทได้สูงสุดเพียง 1024 พอร์ท (จากจำนวน 64K พอร์ท) เท่านั้น นอกจากนี้การที่ เป็นการอ่านข้อมูลจากพอร์ทของ IBM/PC ข้อมูลในพอร์ท A9 จะถูกจัดให้มีหน้าที่ในการแบ่ง พอร์ททั้ง 1024 พอร์ทออกเป็น 2 ส่วน (ส่วนละ 512 พอร์ท) อีกด้วยกล่าวคือถ้าข้อมูลใน พอร์ท A9 เป็น "0" แล้วเราจะทำการอ่านข้อมูลได้เฉพาะจากพอร์ทของอุปกรณ์ หรือชิพพอร์ท ต่าง ๆ ที่อยู่บนเมนบอร์ด (MainBoard) ของ IBM/PC เช่น 8253-5, 8237-5 หรือ 8259A เท่านั้น แต่ถ้าข้อมูลในพอร์ท A9 นี้เป็น "1" ก็จะทำให้การอ่านข้อมูลได้เฉพาะจากพอร์ท ที่อยู่บนการ์ดต่าง ๆ เท่านั้น

2.4 การกำหนดหมายเลขพอร์ทใน IBM/PC

สำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ 16 บิตนี้ จะต้องมีความเข้ากันได้ หรือคอมพาทีเบิล (Compatible) ทางฮาร์ดแวร์กับระบบไมโครคอมพิวเตอร์ 16 บิต IBM/PC ดังนั้นส่วนของ ฮาร์ดแวร์จะต้องกำหนดค่าได้หมายเลขพอร์ทเหมือนกัน หมายเลขพอร์ทที่ใช้จะมีลักษณะเป็นแบบ กำหนดตายตัว จะเคลื่อนย้ายไปที่อื่นไม่ได้ เพราะอาจจะมีปัญหาสำหรับโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ านบางระดับที่จัดการเกี่ยวกับพอร์ทโดยตรงได้

หมายเลขพอร์ทที่ใช้ได้รับการกำหนดดังนี้

000H-00FH	พอร์ทของชิพ DMA 8237A
020H-021H	พอร์ทของชิพอินเทอร์เฟซคอนโทรลเลอร์ 8259A
040H-043H	พอร์ทของไอซีแอมป์เมอร์ 8253
060H-063H	พอร์ทของ 8255A ที่อยู่บนเมนบอร์ด
080H-083H	พอร์ทของดีเอ็มเอที่ใช้กำหนดเพจ (page register)
OAX	รีจิสเตอร์ที่ใช้สำหรับ NMI
OCX	สงวนไว้
OEX	สงวนไว้
200H-20FH	พอร์ทที่ใช้ในการควบคุมเกมส์
210H-217H	ส่วนขยายเพิ่มเติม
220H-24FH	สงวนไว้
278H-27FH	สงวนไว้
2F0H-2F7H	สงวนไว้
2F8H-2FFH	พอร์ทสื่อสาร COM2
300H-31FH	โปรโตไทม์การ์ด
320H-32FH	วงจรถวลุมฮาร์ดดิสก์
378H-37FH	เครื่องพิมพ์แบบขนาน
380H-38FH	วงจรถวลุมสื่อสาร SDLC
3A0H-3AFH	สงวนไว้
3B0H-3BFH	วงจรถวลุมการแสดงผลบน CRT แบบโมโนโครม
3C0H-3CFH	สงวนไว้
3D0H-3DFH	วงจรถวลุมการแสดงผลบน CRT แบบสี
3E0H-3E7H	สงวนไว้
3F0H-3F7H	วงจรถวลุมดิสก์ไวด์พ
3F8H-3FFH	วงจรถวลุมพอร์ทสื่อสาร COM 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 (Z-80 Micro processor)

ไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นหัวใจและมโนสมองของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันการที่ได้เรียนรู้เบื้องต้นจากเครื่อง ET-BOARD นี้จะเป็นหนทางนำไปสู่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ตลอดจนสามารถพัฒนาซอฟต์แวร์ให้เป็นประโยชน์ นำไปใช้งานได้

2.5.1 คุณสมบัติทั่ว ๆ ไป

เครื่อง ET-BOARD นี้ใช้ CPU เบอร์ Z-80A ทำงานที่ความถี่ 3.58 MHz ใช้โปรแกรมมอโนเตอร์ขนาด 8 กิโลไบต์ ด้วย EPROM เบอร์ 27256 ซึ่งมีความยาวมากจนทำให้มีฟังก์ชันพิเศษต่าง ๆ มากมายทำให้ง่ายต่อการใช้งาน ส่วนของ RAM มีความจุถึง 8 กิโลไบต์ และที่พิเศษสามารถต่อกับแอสเตอร์สำรองไว้ให้กับ RAM ขณะเลิกใช้เครื่องโดยที่สามารถ เก็บโปรแกรมไว้ได้นานหลายเดือน ทางด้านภาคแสดงผล แสดงตัวเลข 7 ส่วน 6 หลัก 4 หลักแรกแสดงแอดเดรส 2 หลักท้ายแสดงข้อมูลหรือรีจิสเตอร์ต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีลำโพงส่งเสียงดังและกดอีกด้วยเครื่อง ET-BOARD นี้สามารถติดต่อเข้ากับเครื่องเล่นเทปคาสเซต เพื่อเก็บโปรแกรมถาวรเอาไว้ได้ด้วย

2.5.2 หน้าจอและการใช้ฟังก์ชันต่าง ๆ

- * <RESET> : รีเซตระบบ
- * <REG> : กำหนดรีจิสเตอร์
- * <DATA> : บ้อนข้อมูลลงหน่วยความจำหรือรีจิสเตอร์
- * <INC> : เพิ่มค่าแอดเดรสหน่วยความจำหรือรีจิสเตอร์ไปหนึ่งค่า
- * <DEC> : ลดค่าแอดเดรสหน่วยความจำหรือรีจิสเตอร์ไปหนึ่งค่า
- * <STEP> : สั่งให้ทำงานโปรแกรมทีละสเต็ป
- * <MON> : หยุดการทำงานของโปรแกรมแล้วกลับสู่การควบคุมของมอโนเตอร์
- * <MOVE> : ย้ายข้อมูลครั้งละกลุ่ม
- * <RELA> : คำนวณค่า e-2 สำหรับคำสั่งที่อ้างแอดเดรสแบบ

เปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- * <CHAN> : เปลี่ยนข้อมูลทีละ 8 Byte
- * <BREAK> : หยุด programe ขณะ RUN อยู่
- * <FIND> : ตัวค้นหาข้อมูลในหน่วยความจำ
- * <FILL> : ใช้สำหรับใส่ข้อมูลค่าหนึ่งในหน่วยความจำช่วงหนึ่ง
- * <SAVE> : ใช้สำหรับการเก็บข้อมูลในหน่วยความจำลงในเทป
- * <LOAD> : ใช้สำหรับอ่านข้อมูลจากเทปที่ได้ทำการเก็บไว้
- * <COMB> : ใช้สำหรับเปรียบเทียบข้อมูลช่วงหนึ่งกับอีกช่วงหนึ่งในหน่วยความจำ
- * <COMH> : ใช้สำหรับเปรียบเทียบข้อมูลช่วงหนึ่งกับค่าของข้อมูล 1 Byte
- * <EDIT> : ใช้ในการ INSERT และ DELETE ในช่วงที่กำหนด
- * <BEEP> : ใช้สำหรับเปิดปิดเสียง BEEP ของ KEY
- * <USER> : ใช้สำหรับผู้เขียนโปรแกรมขึ้นหลายโปรแกรม สามารถตั้งค่า address ที่จะ run ได้
- * <DEMO> : ใช้สาธิตการประยุกต์การใช้งานด้านโปรแกรม
- * <RSTN> : ใช้สำหรับตั้งค่า address หรือขอ INT แบบ NMI
- * <FUNC> : ใช้สำหรับเรียกใช้งาน FUNC ต่างๆของ ET-BOARD

2.5.3 หลักการทำงาน

เนื่องจากการทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งต้องมีส่วนประกอบ 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ คือส่วนที่เป็นวงจรรีเส็กทรอนิกส์ทั้งหมด ซึ่งทำหน้าที่รับข้อมูลทางคีย์บอร์ด แล้วแสดงผลออกมา เป็นตัวเลขหรือเสียงเป็นต้น ในส่วนของซอฟต์แวร์ นั้นคือ ส่วนที่เป็นโปรแกรมซึ่งเป็นภาษาเครื่อง (เลขฐาน 16) ถูกเก็บไว้ใน EPROM เรียกว่าโปรแกรมมอไนเตอร์ เพื่อควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ทั้งหมด อาจเปรียบฮาร์ดแวร์ เหมือนแขนขาหรือร่างกาย และซอฟต์แวร์เหมือนสมองที่จะคอยสั่งงานฮาร์ดแวร์ ให้ทำงานต่าง ๆ หลักการทำงานของเครื่อง ET-BOARD จริงๆนั้นก็คือทำหน้าที่รับข้อมูลซึ่งเป็นโปรแกรมภาษาเครื่องที่เราเขียนขึ้น แล้วป้อนเข้าทางคีย์บอร์ดส่วนเข้าเก็บไว้ในหน่วยความจำ RAM เรื่อย ๆ จนหมดโปรแกรม แล้วให้เครื่องไปทำงาน (RUN) ตามโปรแกรมที่อยู่ใน RAM นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อจุดผลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากโปรแกรมนั้น จากตัวเลขแสดงผลจากจุดประสงค์นี้ ทำให้เราสามารถ เรียนรู้คำสั่งต่าง ๆ ในภาษาเครื่องเรียนรู้การเขียนโปรแกรม ตลอดจนทดลองโปรแกรม เพื่อไปประยุกต์ใช้งานจริง ๆ

นอกจากหน้าที่หลักดังกล่าวแล้ว ET-BOARD ควรจะมีฟังก์ชันพิเศษต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้กับผู้ใช้เช่น ฟังก์ชันการทำงานทีละคำสั่ง (Single Step) เพื่อให้ดูผลได้ทุกขั้นตอนคำสั่ง ฟังก์ชันตรวจแก้ไขโปรแกรม ฟังก์ชันเคลื่อนย้ายโปรแกรม เป็นต้น

2.5.4 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

แผนผังของฮาร์ดแวร์ แสดงไว้ในรูปที่ 2.2 ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบไมโครโปรเซสเซอร์นั้น ได้แก่ CPU, หน่วยความจำ ROM, RAM, พอร์ต และส่วนจ่ายไฟเลี้ยง วงจรในรูปที่ 2.3 แสดงถึงส่วนของ CPU, หน่วยความจำ, ส่วนถอดรหัสแอดเดรสของหน่วยความจำ และส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกา โดยที่ Z-80A CPU ติดต่อกับหน่วยความจำ 2 ส่วน ส่วนแรกคือ EPROM เบอร์ 27256 ภายนอก EPROM นี้บรรจุด้วยโปรแกรมมอโนเตอร์ขนาด 2 กิโลไบต์ เพื่อควบคุมการทำงานของ ET-BOARD ส่วนที่ 2 เป็น RAM เบอร์ 6116 ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมที่เราเป็นผู้เขียนขึ้นมา และส่วนหนึ่งของ RAM นี้จะถูกใช้ในระบบเพื่อเป็นสแต็ค และส่วนใช้งานของโปรแกรมมอโนเตอร์

ไอซีเบอร์ 74LS138 ทำหน้าที่ ถอดรหัสแอดเดรสของหน่วยความจำเพื่อจัดที่ 2716 อยู่ที่แอดเดรส 0000H-0FFFH และทำงานร่วมกับ OR GATE เพื่อจัดที่ RAM เบอร์ 6116 อยู่ที่แอดเดรส 2000H-3FFFH ส่วนไอซีเบอร์ 74LS14 และ 74LS74 ทำงานร่วมกับคริสตอล 3.579 MHz เป็นวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาป้อนเข้า Z-80A CPU โดยตรงส่วนสัญญาณรีเซ็ตได้จาก D Flip-Flop ซึ่งจะรีเซ็ต CPU ขณะเปิดเครื่องและมีสวิทช์ RST เป็นสวิทช์รีเซ็ตต่างหากอีกด้วย

ขา HALT ต่อผ่านตัวต้านทาน และบัฟเฟอร์ เพื่อขับ LED ในสภาวะหยุดการทำงานของ CPU

ขา 17 หรือขา NMI ซึ่งเป็นขาอินเทอร์รัพท์ของ CPU ถูกต่อเข้ากับระบบการทำโปรแกรมแบบ Single step โดยขาพอร์ต C ของ 8255 ขา PC₃ ทำงานร่วมกับขา M₁, ROMCS₀ เพื่อให้ได้สัญญาณ Non Maskable Interrupt ที่ถูกต้องเฉพาะช่วงแรกของไบต์คำสั่งเท่านั้น และเป็นเฉพาะที่อยู่บน RAM เท่านั้น โดยที่ CPU จะทำงานจนจบคำสั่งนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วจะออกมาทำโปรแกรมอินเทอร์พรัทที่แอดเดรส 0066H

ขาต่าง ๆ ทั้งหมด 40 ขาของ Z-80A CPU ได้ต่อเข้ากับคอนเนคเตอร์ ขนาด 40 ขา เพื่อการขยายระบบ หรือเพื่อการต่อออกไปทดลอง ส่วนทางด้านที่ติดอยู่กับผู้ใช้ ไม่ว่าจะเป็นคีย์บอร์ด, ตัวเลขแสดงผล, ลำโพง วงจรในส่วนนี้ใช้พอร์ทเบอร์ 8255 เพียงตัวเดียวทำงานทั้งหมดโดยมีไอซีเบอร์ CD4075 ภาหน้ำที่ถอดรหัสแอดเดรสสายที่ 8255 อยู่ในตำแหน่ง หมายเลขพอร์ทที่ (OOH-1FH)

8255 ประกอบด้วยพอร์ท 3 พอร์ท คือ พอร์ท A, พอร์ท B, และพอร์ท C พอร์ทละ 8 บิต พอร์ท C แบ่งเป็น 2 พอร์ทย่อยคือพอร์ท C บน (PC₄-PC₇) และพอร์ท C ล่าง (PC₀-PC₃) ในที่นี้ได้ทำการโปรแกรมให้พอร์ท A, พอร์ท B และพอร์ท C ล่างเป็น พอร์ทเอาต์พุต ส่วนพอร์ท C บนเป็นพอร์ทอินพุต

พอร์ท A คือขา PA₀-PA₇ ต่อเข้ากับคีย์บอร์ด พร้อมกับพอร์ท PC₀-PC₅ พร้อมกันไว้ เพื่อทำการสแกนคีย์บอร์ด ซึ่งต่อเป็นแบบเมตริกซ์ขนาด 8 X 3 คีย์ นอกจากนี้ พอร์ท PC₀-PC₅ ยังถูกต่อเข้ากับไอซีเบอร์ 7405 เพื่อทำการสแกน LED ตัวเลข 7 ส่วน การแสดงผลของตัวเลขทั้งหมดนี้เป็นแบบมัลติเพล็กซ์ คือติดทีละหลักเรียงกันไว้เรื่อย ๆ ด้วย ความเร็วสูงมากส่วนพอร์ท B ภาหน้ำที่ส่งข้อมูลซึ่งแสดงถึงตัวเลขเข้า LED ตัวเลข 7 ส่วน โดยผ่านไอซีเบอร์ 74LS244 ซึ่งเป็นบัฟเฟอร์ ทำการขับกระแสไฟสูงขึ้นจน LED ตัวเลข สว่างชัดเจน

2.5.5 อินพุต-เอาต์พุตของ Z-80

ในการทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์ จะต้องมีการรับข้อมูลจากอินพุตหรือ ส่งข้อมูลไปยังเอาต์พุต โดยปกติข้อมูลที่รับเข้าหรือส่งออก จะมีขนาดเท่ากับบิตข้อมูลโดยมีการควบคุมสัญญาณและการกำหนดแอดเดรสตามออกมาด้วย การรับส่งข้อมูลจึงเป็นการรับส่งข้อมูล แบบขนาน 8 บิต

ในการรับส่งข้อมูล Z-80 จะกระทำภายใต้โปรแกรมควบคุมโดยมีคำสั่ง IN และ OUT เพื่อทำการรับและส่งข้อมูลระหว่างรีจิสเตอร์ A กับพอร์ทภายนอกโดยจะทำงานร่วมกับสัญญาณควบคุมอื่นด้วย

ลำดับชั้นการเขียนเอชทูท

ในการส่งข้อมูลไปยังเอชทูทนั้น Z-80 มีลำดับการทำงานดังนี้

- 1) Z-80 ส่งหมายเลขพอร์ตออกมาที่แอดเดรส A₀-A₇
- 2) Z-80 จะส่งข้อมูลที่ต้องการ เอชทูทออกมาที่บัสข้อมูล D₀-D₇
- 3) Z-80 ส่งสัญญาณ IORQ ออกมาเพื่อบอกว่าต้องการติดต่อกับอินพุท-เอชทูท
- 4) Z-80 ส่งสัญญาณ WR ออกมาเพื่อบอกว่าต้องการติดต่อกับเอชทูท
- 5) ข้อมูลในรีจิสเตอร์ A จะได้รับการแลตช์ ไว้ที่เอชทูท



ลำดับชั้นการอ่านข้อมูลจากอินพุท

ในการอ่านข้อมูลจากอินพุทมีลำดับการทำงานดังนี้

- 1) ส่งหมายเลขพอร์ทออกมาที่แอดเดรส A₀-A₇
- 2) Z-80 จะส่งสัญญาณ IORQ ออกมาเพื่อบอกว่า ต้องการติดต่อกับอินพุท-เอาต์พุท
- 3) Z-80 จะส่งสัญญาณ RD ออกมาเพื่อบอกว่า ต้องการติดต่อกับอินพุท
- 4) ข้อมูลอินพุทบนบัส จะได้รับการอ่านเข้ามาในรีจิสเตอร์ A

2.6 หน้าที่การทำงานพื้นฐานของ 8255

2.6.1 Data bus buffer เป็น 8 Bit buffer bidirectional tri-state ซึ่งทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลเข้าออก โดยต่อเข้ากับ Data bus จาก CPU ข้อมูลถูกส่งออก หรือ เข้าตามคำสั่งเอาต์พุทและอินพุท

2.6.2 Read/Write and Control logic ซึ่งทำหน้าที่จัดการรับส่งข้อมูล สัญญาณควบคุมสถานะการทำงานและควบคุมกลุ่มของพอร์ท A และ พอร์ท B

2.6.3 CS (Chip Select) เป็นขาอินพุทซึ่งจะทำงานที่ลอจิก "Low" เพื่อที่จะทำให้ 8255 สามารถติดต่อกับ CPU ได้

2.6.4 RD (Read) เป็นขาอินพุท ซึ่งจะทำงานที่ลอจิก "Low" เพื่อที่จะทำให้ 8255 สามารถจัดส่งข้อมูลหรือสถานะของข้อมูลไปยัง CPU (สถานะอินพุท)

2.6.5 WR (Write) เป็นขาอินพุท ซึ่งจะทำงานที่ลอจิก "Low" เพื่อที่จะทำให้ 8255 สามารถจะรับข้อมูลหรือ Control Words จาก CPU ได้

2.6.6 A₀ และ A₁ (Port select 0 and port select 1) เป็นขาอินพุท ซึ่งจะรับสัญญาณจากบัสแอดเดรสคือ A₀ และ A₁ เพื่อควบคุมหรือเลือกพอร์ทได้ทั้งสามพอร์ท เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

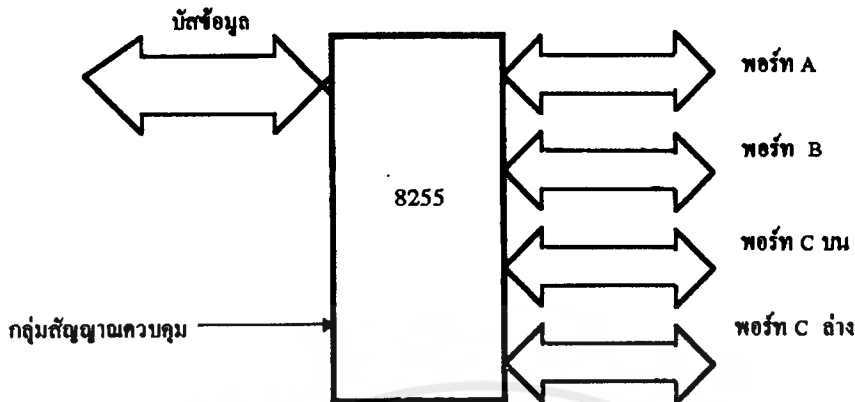
ภายใน 8255 ำทำงานตามสภาวะการอ่านหรือเขียนซึ่ง CPU ส่งออกมา

2.6.7 Reset จะทำงานที่ลอจิก "High" จะทำให้การเดสัรฟ์รีจิสเตอร์ทั้งหมดภายในรีจิสเตอร์ควบคุม (Control register) และพอร์ท (A,B,C) อยู่ในโหมดอินพุท

2.6.8 การควบคุมพอร์ทกลุ่ม A และ B ทหน้าที่ของแต่ละกลุ่มจะถูกโปรแกรมโดยซอฟต์แวร์จาก CPU ซึ่งจะทำให้การส่งข้อมูลสำหรับควบคุมเอาต์พุท (Output control word) มายัง 8255 ซึ่ง Control word ที่จะส่งมาจะเป็นการสั่งำที่ 8255 เช็ทโหมดการทำงาน เช็ทปีท หรือรีเช็ทปีทในโหมดนั้นตามที่ CPU ส่งออกมาซึ่งแต่ละกลุ่มที่ถูกควบคุม (A,B) จะรับคำสั่งจากสัญญาณ Read/Write และรับ Control word จากบัสข้อมูลภายใน และส่งสัญญาณไปจัดการควบคุมพอร์ทให้เป็นไปตาม Control word ที่ได้รับ

- (1) Control group A จะควบคุมพอร์ท A และพอร์ท C Upper (Pc4–Pc7)
- (2) Control group B จะควบคุมพอร์ท B และพอร์ท C Lower (Pc0–Pc3)

2.6.9 8225 มีพอร์ทขนาด 8 ปีท 3 พอร์ท คือ พอร์ท A,B,C ซึ่งทั้ง 3 พอร์ทสามารถจะเปลี่ยนหน้าที่ได้ตามคำสั่งที่ได้รับมาจากซอฟต์แวร์ที่ส่งมาจาก CPU และตามสัญญาณที่ส่งมาจาก Group control



รูปที่ 2.6 แผนผังโครงสร้างของไอซี 8255

2.7 คุณสมบัติของพอร์ท

- (1) พอร์ท A สามารถทำงานเป็น 8 Bit output latch/buffer และเป็น 8 Bit data input latch
- (2) พอร์ท B สามารถทำงานเป็น 8 Bit data input/output latch หรือ buffer และ 8 bit data input buffer
- (3) พอร์ท C สามารถทำงานเป็น 8 Bit data output latch / buffer และ 8 Bit data input buffer (No latch for input) และที่พอร์ทนี้ยังแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนละ 4 บิต ตาม Mode control และแต่ละส่วน 4 บิต อาจจะเป็น latch และสามารถใช้สำหรับ Control signal output และ Status signal input ร่วมกับพอร์ท A และ พอร์ท B ได้

2.8 การเลือกโหมดของ 8255 (8255 Mode select)

8255 สามารถเข้าทำงานโดยซอฟต์แวร์ 3 โหมดคือ

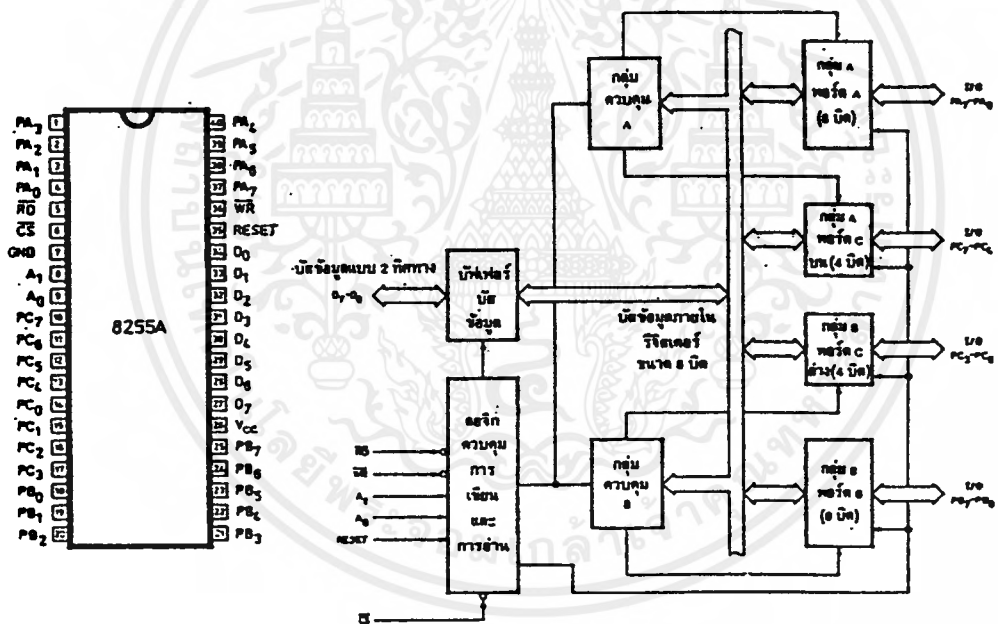
- (1) Mode 0 เป็น Basic input/output
- (2) Mode 1 เป็น Strobed input/output
- (3) Mode 2 เป็น Bi-direction bus

2.8.1 การเขียนและรีเซ็ตบิต

บิตทั้ง 8 ของพอร์ท C สามารถจะเขียนและรีเซ็ตได้โดย Control Word ที่ส่งมาจากซีพียู Control Word ที่ส่งมาพอร์ท C จะใช้เป็นฟังก์ชันการควบคุมการอินเตอร์รัปต์ ในการทำงานของโหมด 1 หรือ โหมด 2 สัญญาณควบคุมสามารถส่งผ่าน Interrupt Request เข้าไปยังซีพียู โดยสัญญาณนี้สร้างขึ้นโดยพอร์ท C เพื่อจะไปทำการรีเซ็ตหรือเปิดการเขียน หรือรีเซ็ต INT F/F ขาของ 8255 โดยสัญญาณเปิดเขียน หรือรีเซ็ตของพอร์ท C ซึ่งเป็น Control Word ที่ส่งโดยซีพียู

(BIT SET) ตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ (Interrupt Enable)

(BIT RESET) ไม่ตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ (Interrupt Disable)

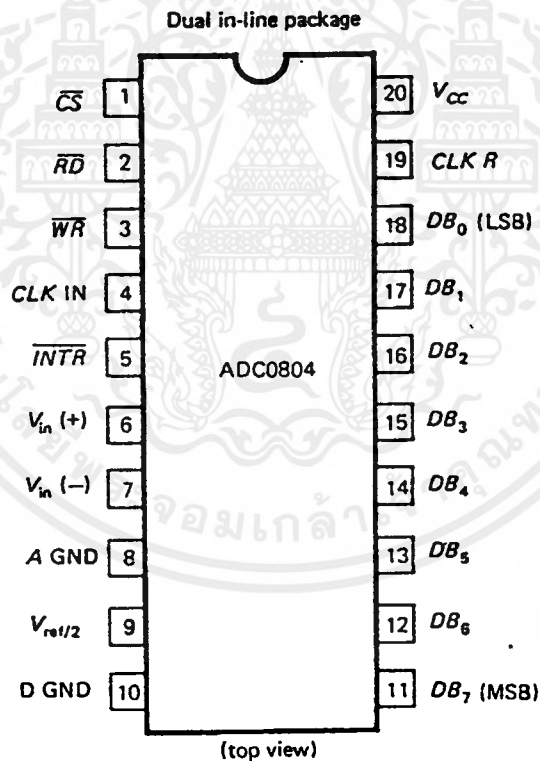


รูปที่ 2.7 แผนผังวงจรภายในและการจัดขาของไอซี 8255

รูปที่ 2.7 เป็นแผนผังภายในของไอซีและการจัดขาของไอซี 8255 การทำงานของวงจรจะใช้สัญญาณควบคุมจาก ไมโครโปรเซสเซอร์มาควบคุมการทำงาน โดย ไมโครโปรเซสเซอร์จะส่งคำสั่งมาโปรแกรมการทำงาน หรือกำหนดรูปแบบของพอร์ทให้เป็น อินพุตหรือเอาต์พุตได้

2.9 การแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัลโดยใช้ ADC 0804C

ADC 0804C เป็น ไอซีที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล โครงสร้างภายในของ ADC 0804C เป็นอุปกรณ์ประเภท CMOS บกดินแล้ว ADC 0804C ถูกออกแบบมาทำงานร่วมกับ 8080, 8085 หรือ Z-80 ที่มี DATA BUS จำนวน 8 เส้น แต่สามารถจะนำมาประยุกต์ใช้กับ 8088 ก็สามารถใช้ได้ โดยปกติขาเอาต์พุตของ ADC0804C คือ DB₀-DB₇ จะต่อกับสายข้อมูล DO-D7 ของ 8088 บกดินแล้ว ADC 0804C จะมี OUTPUT เป็นแบบสามสถานะ (TRI STATE) ทั่วสัญญาณ OUTPUT เป็นแบบ BINARY ใช้ไฟเลี้ยง 5 Vdc สามารถรับสัญญาณอนาลอกอินพุตที่เปลี่ยนแปลงจาก 0-5 Volt ใช้ระยะเวลาในการแปลงสัญญาณจากอนาลอกเป็นดิจิทัล ประมาณ 100 microSec สามารถจะต่อได้ทั้งอุปกรณ์ประเภท CMOS หรือ TTL

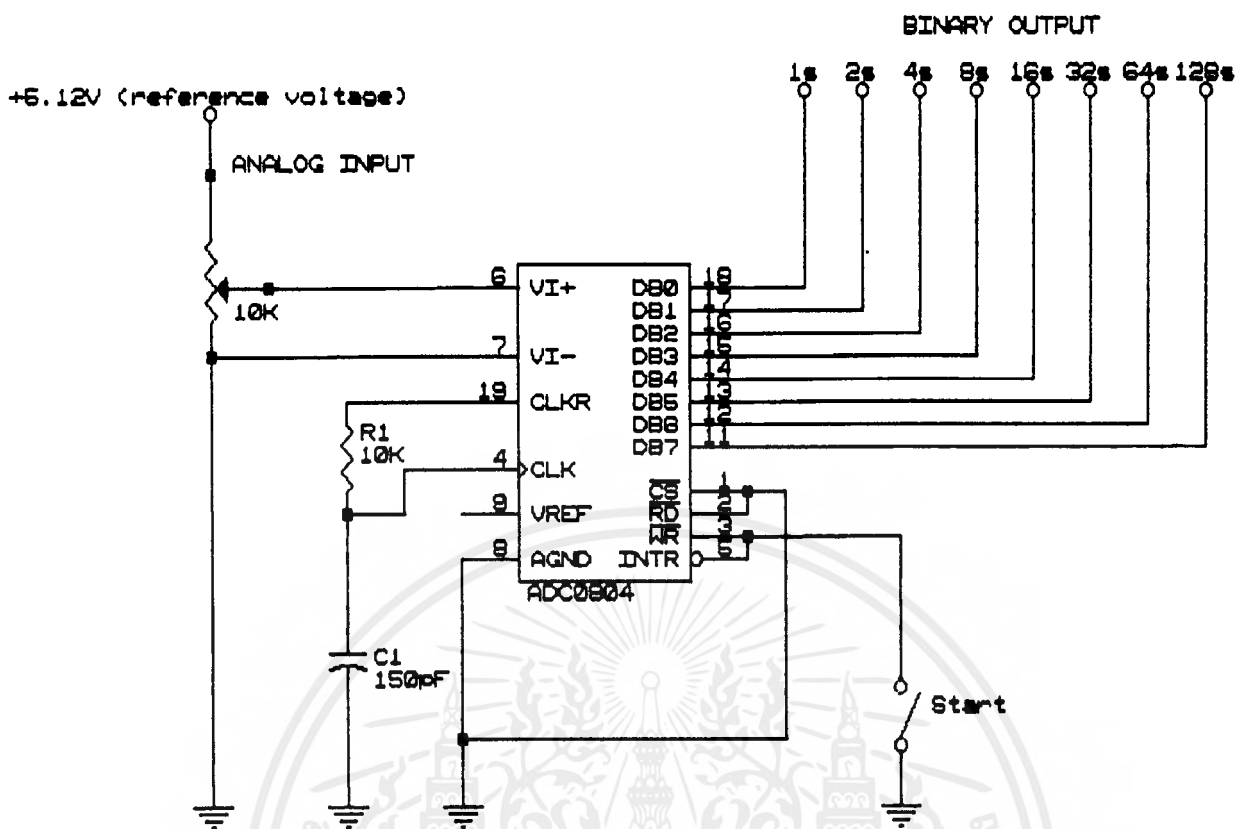


รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะการวางขาของ ADC 0804C

ตารางที่ 1 แสดงหน้าที่และการทำงานของขาต่าง ๆ ของ ADC 0804C

ADC0804 A/D converter IC

Pin No.	Symbol	Input/Output or Power	Description
1	CS	Input	Chip select line from uP-control
2	RD	Input	Read line from uP-control
3	WR	Input	Write line from uP-control
4	CLK IN	Input	Clock
5	INTF	Output	Interrupt line goes to uP interrupt input
6	Vin(+)	Input	Analog voltage (positive input)
7	Vin(-)	Input	Analog voltage (negative input)
8	A GND	Power	Analog ground
9	Vref/2	Input	Alternative voltage reference (+)
10	D GND	Power	Digital ground
11	DB7	Output	MSB data output
12	DB6	Output	Data output
13	DB5	Output	Data output
14	DB4	Output	Data output
15	DB3	Output	Data output
16	DB2	Output	Data output
17	DB1	Output	Data output
18	DB0	Output	Data output
19	CLK R	Input	Connect external resistor for clock
20	Vcc(or ref)	Power	Positive of 5-V power supply and primary reference voltage



รูปที่ 2.9 แสดงวงจรแสดงการทดสอบการทำงานของ ADC 0804C

ปกติแล้ว สัญญาณ CLOCK ที่ป้อนเข้า ADC 0804C จะมาจากภายนอกหรือผลิตมาจากภายในก็ได้ ในกรณีใช้ CLOCK ภายนอกจะต่อสัญญาณ CLOCK โดยตรงกับขา CLK IN ในกรณีต้องการใช้ CLOCK จากภายในจะต้องต่อ R₁ กับ C₁ ดังวงจรตามรูปที่ 2.9

การทดลอง ADC 0804C

ขั้นแรกทำการปิดแล้วเปิด SWITCH START เพื่อทำการกระตุ้นการทำงานของ ADC 0804C เมื่อได้รับการ START ADC 0804C จะดำเนินการแปลงสัญญาณ เมื่อแปลงเสร็จแล้วจะมีสัญญาณ BINARY OUTPUT ออกมาทางขา DB₀-DB₇ พร้อมกันนั้นขา INTR จะ ACTIVE คือ เปลี่ยนจาก "1" ว่าเป็น "0" ซึ่งจะสังเกตได้ว่าสัญญาณจาก INTR จะไป START ADC 0804C ำทำงานโดยอัตโนมัติ ซึ่งจากวงจรปกติแล้ว ADC 0804C จะสามารถแปลงสัญญาณได้ประมาณ 5,000-10,000 ครั้งต่อวินาที เนื่องจาก ADC 0804C มีสายข้อมูล 8 เส้นจึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงสัญญาณเอาท์พุทได้ 256 STEP คือจาก 00H-FFH จากวงจรอ้างอิงเริ่มต้นอ้างอิง 5.12 โวลท์ เมื่อปรับสัญญาณอินพุทที่มีค่า 1 Volt จะได้ BINARY OUTPUT คือ 00110010₂ หรือเท่ากับ 50₁₀

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 ไลอะแกรมเวลาของไมโครโปรเซสเซอร์

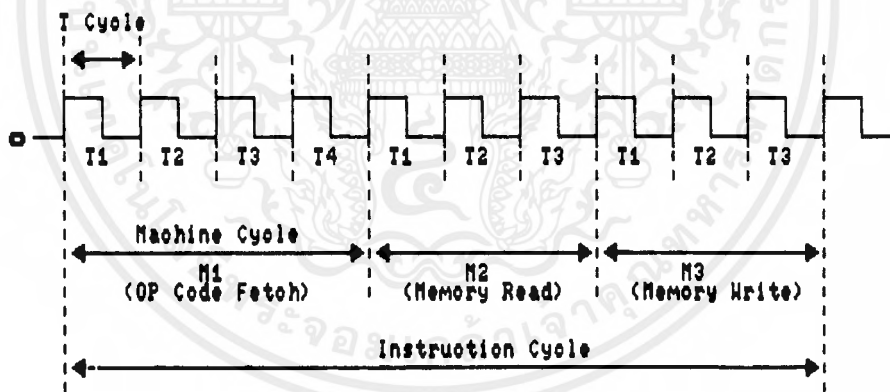
ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 จะปฏิบัติตามคำสั่งต่าง ๆ อย่างมีขั้นตอนที่แน่นอนขึ้นตอนเหล่านี้ประกอบด้วยการทำงานพื้นฐานต่าง ๆ คือ

การอ่าน-เขียน หน่วยความจำ (Memory read or write)

การอ่าน-เขียนอุปกรณ์อินพุท (I/O device read or write)

การตอบรับการอินเตอร์รัพท์ (Interrupt acknowledge)

การทำงานของคำสั่งต่าง ๆ เกิดจากลำดับการทำงานพื้นฐานเหล่านี้ ขบวนการทำงานพื้นฐานแต่ละส่วนอาจใช้เวลา 3-6 คาบ กว่าที่จะเสร็จสมบูรณ์ หรืออาจขยายออกไปได้มากกว่านี้ เพื่อให้การทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์ พอดีกับความเร็วของอุปกรณ์ภายนอก คาบเวลาของสัญญาณหนึ่ง ๆ นี้ คือ T ไซเคิล และขบวนการพื้นฐานหนึ่ง ๆ จะเรียกว่า แมชชีนไซเคิล (Machine cycle) ตัวอย่างไลอะแกรมเวลาของคำสั่งหนึ่งซึ่งแสดงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ไลอะแกรมเวลาของไมโครโปรเซสเซอร์

จากรูปที่ 2.10 เป็นคำสั่งที่ประกอบด้วย 3 แมชชีนไซเคิล (M1, M2 และ M3) แมชชีนไซเคิลที่ 1 (M1) ของคำสั่งใด ๆ เป็นไซเคิลของการเพชท์ ซึ่งอาจมี 4, 5 หรือ 6 T ไซเคิลยกเว้นกรณีที่เพิ่มเวลาออกไปเนื่องจากการรอคอย (Wait state) ไซเคิลของการเพชท์ (M1) ไซเคิลเพื่ออ่านรหัสคำสั่งต่อไปที่จะกระทำ ลำดับต่อมาทำการเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับหน่วยความจำหรืออุปกรณ์อินพุท/เอาต์พุท ซึ่งจะไซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาดังแต่ 3 ถึง 5 คาบเวลา เว้นแต่มีการรูดอยเช่นกัน แมชชีนไซเคิลที่ตามหลัง M1 นี้ จะมีหรือไม่มีก็ได้แล้วแต่ชนิดของคำสั่ง เช่น คำสั่ง LD r,r จะใช้เพียง 1 แมชชีนไซเคิลก็สามารถทำงานได้ ต่อไปจะได้กล่าวถึงโต๊ะแกรมเวลา ซึ่งปรากฏอยู่ในการทำงานพื้นฐานต่าง ๆ ทั้งที่มีการรูดอยและไม่มีการรูดอย ซึ่งแมชชีนไซเคิลที่มีใช้สามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) ไซเคิลการเพชท์รหัสคำสั่ง (Instruction Opcode fetch cycle)
- 2) ไซเคิลการอ่านหรือเขียนหน่วยความจำ (Memory data read or write cycle)
- 3) ไซเคิลการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับอุปกรณ์อินพุต / เอาท์พุต (I/O read or write cycle)
- 4) ไซเคิลการขอใช้บัสหรือตอบสนองการขอใช้บัส (Bus request/acknowledge cycle)
- 5) ไซเคิลการขออินเตอร์รัพท์ (Interrupt request/acknowledge cycle)
- 6) ไซเคิลการขอและตอบรับการอินเตอร์รัพท์แบบอนมาสเคเบิล (Non-maskable interrupt request/acknowledge cycle)
- 7) ไซเคิลการออกจากคำสั่ง HALT (Exit from a halt instruction)

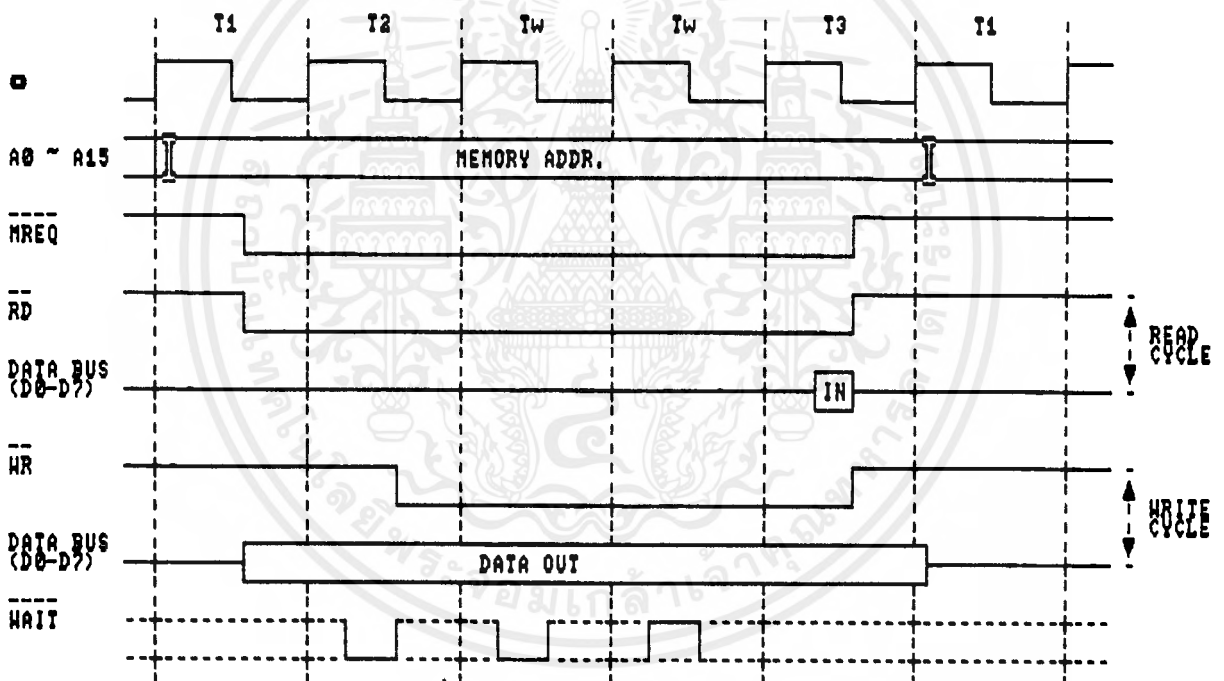
แต่จะขออ้างถึงเฉพาะไซเคิลที่มีความจำเป็นต่อการใช้งานนี้ คือ ไซเคิลการอ่านหรือเขียนหน่วยความจำ ไซเคิลการอ่านหรือเขียนอุปกรณ์อินพุต/เอาท์พุต และไซเคิลการขอใช้บัสหรือการตอบสนองการขอใช้บัส ซึ่งจะได้อธิบายการทำงานในไซเคิลที่จำเป็นดังต่อไปนี้

2.10.1 ไซเคิลการอ่านหรือเขียนหน่วยความจำ

โต๊ะแกรมเวลาการอ่านหรือเขียนหน่วยความจำ แสดงดังรูปที่ 2.11 ไซเคิลการทำงานทั้งสองนี้ใช้สัญญาณนาฬิกาอย่างละ 3 คาบ ไม่รวมคาบเวลาการรูดอยที่เกิดขึ้นที่ขา WAIT พิจารณาไซเคิลในการอ่าน เห็นได้ว่าขั้นแรก สัญญาณจะส่งตามแหล่งที่ต้องการอ่าน ลงในบัสตำแหน่ง และหลังจากขอบพัลซ์ขาของ T1 ก็ส่งสัญญาณ MREQ และ RD ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(เหมือนช่วงการเพช) จากนั้นหน่วยความจำจะส่งข้อมูลในบัสข้อมูล เมื่อถึงของพัลซ์ขาลงของ T2 ซีพียูจะตรวจสอบที่ขา WAIT ว่ามีสัญญาณการรอคอยหรือไม่ ถ้ามี ซีพียูจะสร้าง TW ขึ้นตามเวลาต่อใบ ถ้าไม่มี ซีพียูจะทำงานต่อใบ คือเมื่อถึงช่วงของพัลซ์ขาลงของ T3 มันจะทำการอ่านข้อมูลจากบัสข้อมูลในระยะเวลาสั้น ๆ เข้าไปเพื่อมาที่ความผิดพลาด ส่วนขีเกิลของการเขียนข้อมูลลงบนหน่วยความจำพิจารณาได้จากรูปที่ 2.11 ซึ่งลักษณะการทำงานจะคล้ายกับช่วงการอ่าน คือ หลังจากส่งตำแหน่งที่ต้องการเขียนลงบนบัสตำแหน่งแล้ว ก็ส่งสัญญาณ MREQ ออกมา จากนั้นข้อมูลจากรีจิสเตอร์ที่ต้องการ จะเขียนลงบนหน่วยความจำจะถูกถ่ายลงบนบัสข้อมูลที่ขอบพัลซ์



รูปที่ 2.11 ขีเกิลการอ่านเขียนหน่วยความจำ

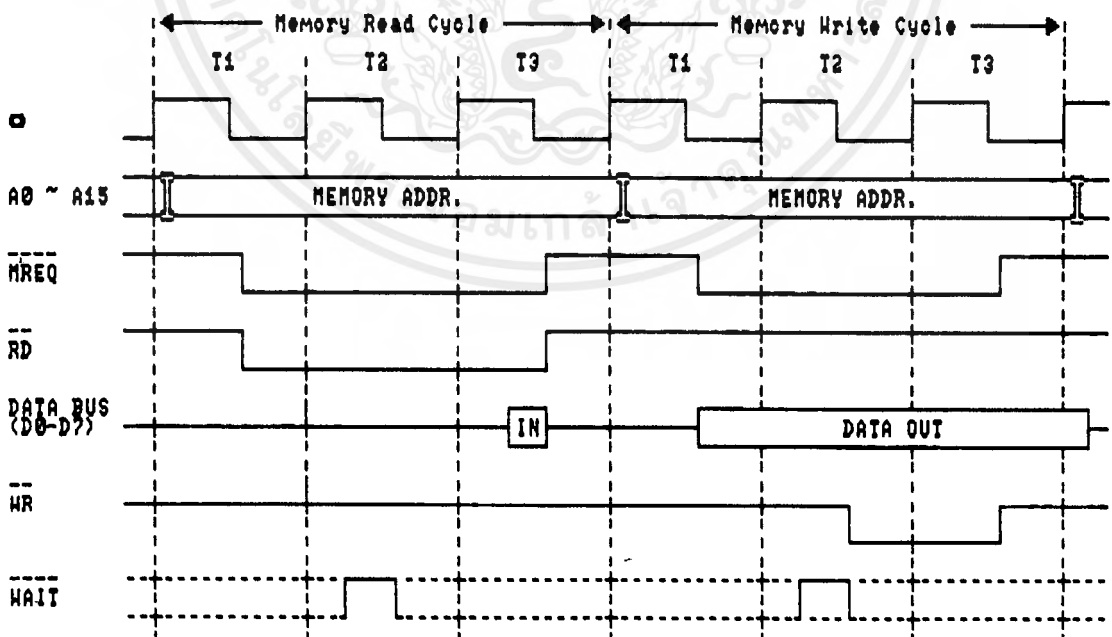
ขาลงของ T1 และที่ขอบพัลซ์ขาลงของ T2 สัญญาณ WR จะแอดทีฟ ซึ่งทำให้หน่วยความจำภายนอกเขียนข้อมูลในบัสข้อมูล เข้าบนหน่วยความจำตามตำแหน่งที่กำหนดที่บัสตำแหน่งขอบพัลซ์ขาลงของ T3 สัญญาณ MREQ และ WR จะหายไป หลังจากนั้นข้อมูลบนบัสข้อมูลก็สามารถเปลี่ยนแปลงต่อใบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.2 ไซเคิลการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับอุปกรณ์อินพุท/เอาต์พุท

ไซเคิลการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับอุปกรณ์อินพุท/เอาต์พุทนี้ เกิดขึ้นในขณะที่สัญญาณคำสั่งเกี่ยวกับการอินพุท/เอาต์พุท เช่น IN A, (n) หรือ OUT (n), A เป็นต้น บกิตคำสั่งเหล่านี้ใช้ 3 หรือ 4 แมกซีนไซเคิล แต่คำสั่งที่มีความสามารถสูงบางคำสั่ง เช่น INTR INDR OTIR หรือ OTDR ที่สามารถส่งถ่ายข้อมูลได้ 256 Bytes จะใช้แมกซีนไซเคิลบางอันซ้ำ ๆ กันจนกระทั่งส่งถ่ายข้อมูลเสร็จผลก็คือ เวลาในการทำงานของคำสั่งจะขึ้นอยู่กับจำนวนไบท์ที่จะส่งถ่าย และความเร็วของอุปกรณ์อินพุท/เอาต์พุทด้วย

ไดอะแกรมเวลา ของการอ่านข้อมูลของอุปกรณ์อินพุทและเขียนข้อมูลลงอุปกรณ์เอาต์พุทแสดงดังรูปที่ 2.12 จากรูปเห็นได้ว่าเมื่อเริ่มต้นแมกซีนไซเคิลตำแหน่งของอุปกรณ์เอาต์พุท จะถูกแทนลงในบัสตำแหน่งทางด้านไบท์ต่ำ (A7-A0) หลังขอบพัลส์ขาขึ้นของ T2 สัญญาณ IORQ ตัวควบคุมอุปกรณ์ภายนอกจะรับรู้สัญญาณการขอร่านนี้ และนำข้อมูลส่งไปบนบัสข้อมูล จากนั้นสัญญาณจะสร้าง Tw ขึ้นมา 1 คาบเวลา ทั้ง ๆ ที่ไม่มีสัญญาณ WAIT และการตรวจสอบสัญญาณ WAIT จะทำที่ขอบพัลส์ขาลงของ Tw แทนการอ่านข้อมูลจากบัสข้อมูลเข้ายังสัญญาณจะทำที่ขอบพัลส์ขาลงของ T3



รูปที่ 2.12 ไซเคิลการอ่านเขียนอุปกรณ์อินพุท/เอาต์พุท

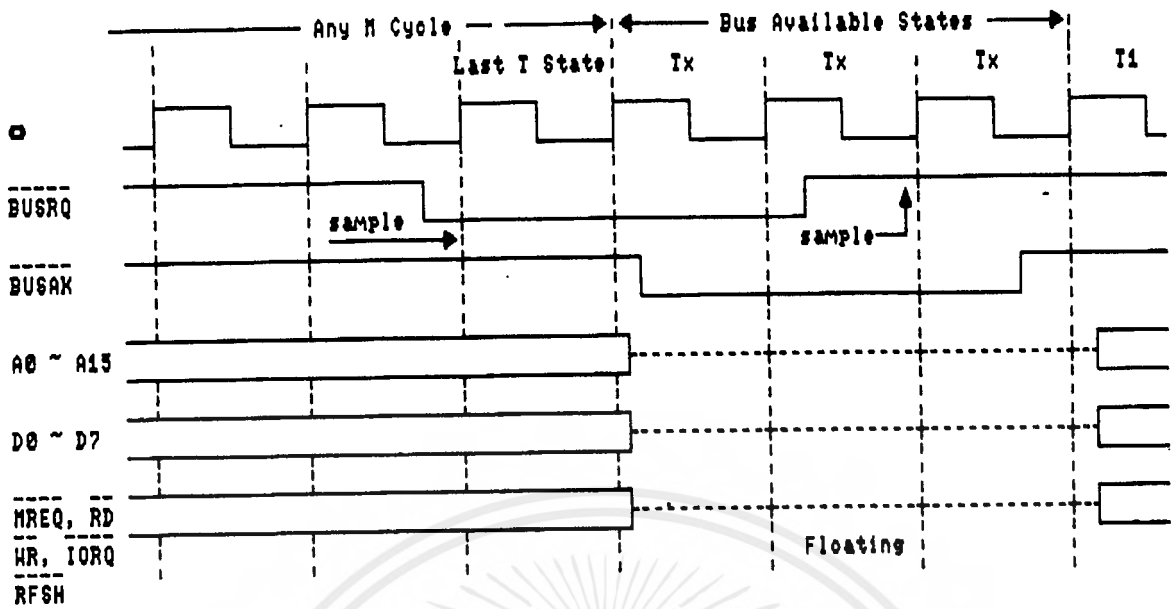
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาที่เกิดของการเขียนข้อมูล สัญญาณ WR จะแอดที่พินเวลาเดียวกับสัญญาณ IORQ ดังรูปที่ 2.12 และข้อมูลจากรีจิสเตอร์ที่จะส่งไปยังอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต จะถูกถ่ายลง บัสข้อมูลที่ขอบพัลซ์ขาของ T1 คือก่อนที่มีสัญญาณ IORQ และ WR หลังจาก T2 ซิณูจะสร้าง Tw ขึ้นมาอัตรา 1 คาบ เช่นเดียวกับช่วงอ่าน และจากนั้นในช่วงเวลาที่เหลือคือ T3 ตัวควบคุมอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตจะนำข้อมูลจากบัสข้อมูลเข้าไป

จากการทำงานของการทำงานอ่านหรือเขียนอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต มีข้อสังเกต อย่างหนึ่ง คือหลัง T2 ซิณูจะใส่คาบการรอคอย (Tw) เข้ามาอัตรา 1 คาบ ที่เป็นเช่นนี้ เพราะว่าในช่วงการทำงานอินพุต/เอาต์พุตนี้ ระยะเวลาจากที่สัญญาณ IORQ เริ่มเกิดขึ้นจนถึง เวลาที่ซิณูจะต้องตรวจสอบสัญญาณรอคอยนั้นสั้นมาก หากไม่ใส่ Tw เข้าไปเป็นกรณีพิเศษแล้ว ช่วงเวลานี้อาจจะสั้นเกินกว่าที่ อินพุต/เอาต์พุตพอร์ทใด ๆ จะถอดรหัสตำแหน่งของตัวเอง แลส่งสัญญาณ WAIT ได้ทัน นอกจากนี้หากไม่มีการใส่ Tw เข้าไปเป็นการยากมากที่จะออกแบบ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตที่เป็นพวก MOS ำที่ทำงานสอดคล้องกับการทำงานของซิณู

2.10.3 วัชเกิดการขอใช้บัสและตอบสนองการขอใช้บัส

ที่เวลาใดๆ ของการทำงานของซิณู อุปกรณ์ภายนอกสามารถส่งสัญญาณมา ควบคุมบัสตำแหน่ง A₁₅-A₀ บัสข้อมูล D₇-D₀ และสัญญาณควบคุม MREQ, RD, WR, RFSH ได้โดยการส่งสัญญาณ BUSRQ เข้ามาที่ ซิณู เหตุผลที่ทำเช่นนี้ เนื่องจากเพื่ออุปกรณ์ภายนอก สามารถควบคุมการติดต่อกันโดยตรงระหว่างหน่วยความจำภายนอก และอินพุต/เอาต์พุตซึ่งทำ งานที่ความเร็วสูง โดยไม่ต้องผ่าน ซิณู วิธีการแบบนี้เรียกว่า Direct Memory Access (DMA) สัญญาณ BUSRQ นี้มีระดับ "0"แสดงว่ามีการขอใช้บัสจากภายนอก ดังรูปที่ 2.13



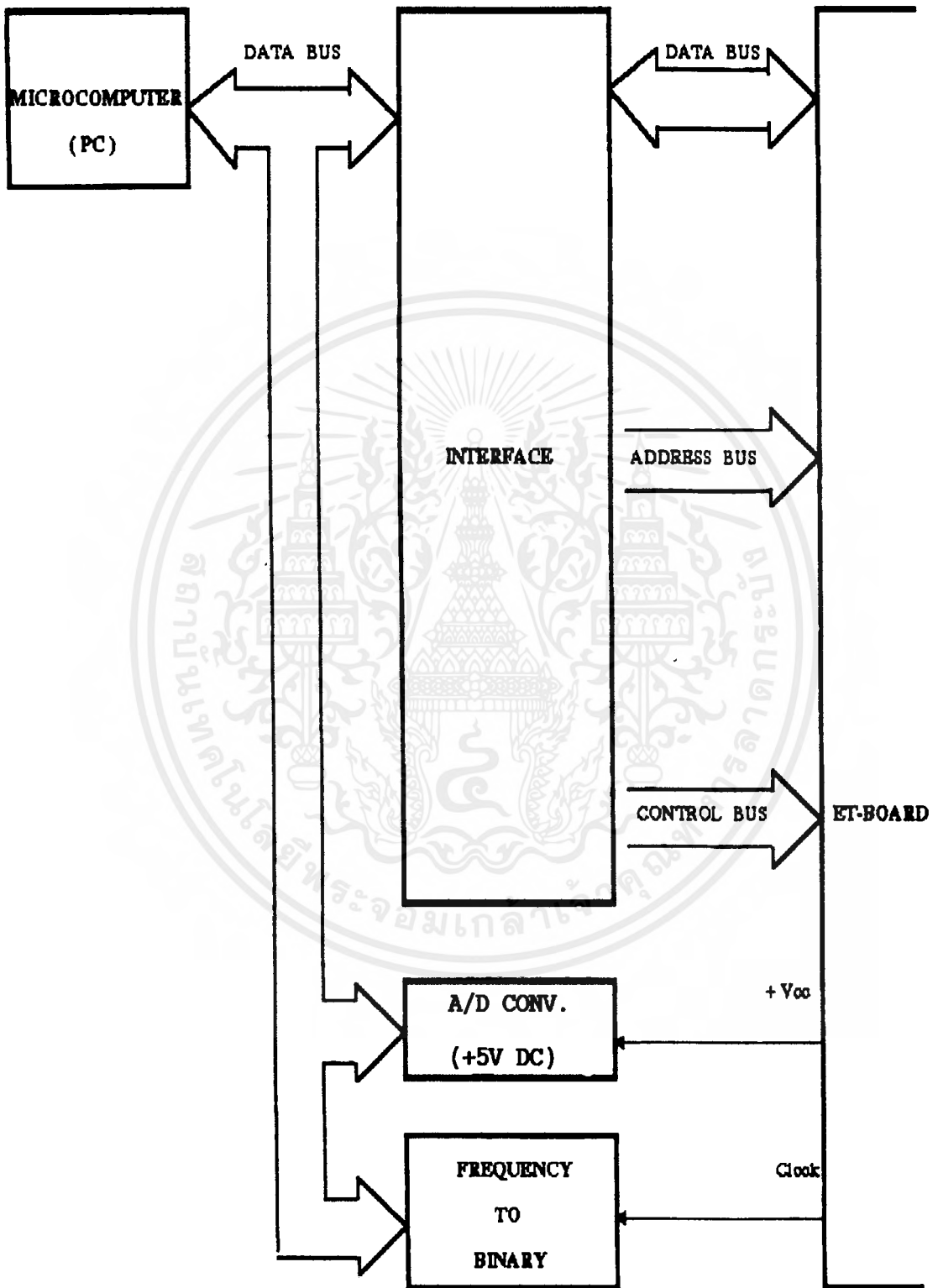
รูปที่ 2.13 ไขเกิลการขอใช้บัส

เมื่อชิพยูได้รับสัญญาณ BUSRQ มันจะส่งสัญญาณการตอบรับ BUSAK เมื่อถึงขอบพัลส์ขาขึ้นของคาบเวลาต่อมา และในขณะที่เดียวกัน บัสตำแหน่งบัสข้อมูล รวมทั้งสัญญาณควบคุมคือ MREQ RD WR IORQ และ RFSH มีสถานะเป็นอิมพีเดนซ์สูงตั้งนั้นการเปลี่ยนแปลงใด ๆ บนบัสขณะนี้จะไม่ผลต่อชิพยู และบัสต่าง ๆ ก็จะถูกควบคุมโดยตัวควบคุม DMA เพื่อส่งถ่ายข้อมูลระหว่างหน่วยความจำและอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต บัสต่าง ๆ จะอยู่ในสถานะอิมพีเดนซ์สูงตราบเท่าที่ขา BURQ นี้แอดที่พอย การยกเลิกการขอใช้บัสเกิดขึ้นเมื่อสัญญาณ BUSRQ นี้ไม่แอดที่พ ซึ่งชิพยูจะตรวจสอบที่ขอบขาขึ้นของคาบเวลาต่อไปหลังจากการขอใช้บัสแล้ว จากนั้นคาบเวลาต่อไปสัญญาณ BUSAK จะหายไปและที่ขอบขาขึ้นของคาบเวลาต่อไป บัสต่าง ๆ ก็จะกลับสู่สภาพเดิม ข้อสังเกตในการทำ DMA อย่างหนึ่งก็คือ ถ้าระบบใช้หน่วยความจำแบบไดนามิกแรม และช่วงเวลาของการ DMA นาน วงจรภายนอกจะต้องสร้างสัญญาณรีเฟรชหน่วยความจำแบบไดนามิกแรมนี้ และในขณะที่อยู่ในไขเกิลของ BUSRQ ชิปยูจะไม่รับการอินเตอร์รัพท์ทั้งแบบ NMI และ แบบ INT

2.11 หลักการของเครื่องตรวจสอบไมโครคอมพิวเตอร์แผนผังเดี่ยว

จากไดอะแกรมเวลาของ Z-80 จะเห็นว่า Z-80 สามารถยอมให้อุปกรณ์ภายนอกเข้ามาควบคุมระบบบัสของมันได้ ซึ่งจากหลักการนี้เราจะสามารถทำการตรวจสอบระบบต่างๆ ของเครื่อง ET-BOARD ได้ โดยสร้างชุดอินเตอร์เฟสระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ (PC) กับเครื่อง ET-BOARD โดยจะทำขบวนการในการขอใช้บัสของ Z-80 รวมทั้งจำลองการทำงานของ แอดเดรสบัส, ดาต้าบัส และคอนโทรลบัส ที่มีความจำเป็นในการเชื่อมโยงระหว่าง Z-80 กับหน่วยความจำและอุปกรณ์ I/O โดยการทํางานในการตรวจระบบต่างๆ ของเครื่อง ET-BOARD นั้นจะกระทำตามโปรแกรมที่เขียนขึ้นบนเครื่องคอมพิวเตอร์ (PC) ซึ่งส่วนประกอบของเครื่องตรวจสอบไมโครคอมพิวเตอร์แผนผังเดี่ยว สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.14





รูปที่ 2.14 บล็อกโปรแกรมของเครื่องตรวจสอบไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากบล็อกโต๊ะแกรมจะพบว่า เครื่องตรวจสอบไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยว จะมีส่วนประกอบสำคัญสามส่วนด้วยกันคือ ส่วนของการอินเทอร์เฟซ, ส่วนของการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล และส่วนของการแปลงความที่เป็นตัวเลขไบนารีขนาด 8 บิตที่เหมาะสมในการประมวลผลของเครื่องคอมพิวเตอร์

ในส่วนของการอินเทอร์เฟซ จะทำหน้าที่ในการจำลองสัญญาณของระบบบัสต่าง ๆ ได้แก่ ดาต้าบัส, แอดเดรสบัส และคอนโทรลบัส ซึ่งในส่วนนี้จะใช้การตรวจสอบ MONITOR EPROM, RAM, KEYBOARD, และภาคแสดงผล (7-SEGMENT)

ในส่วนของการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล จะเป็นหน้าที่ใช้ในการตรวจสอบแรงดันของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยว (ET-BOARD) โดยจะนำเอาแรงดันของเครื่อง ET-BOARD มาทำการแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล แล้วส่งค่าสัญญาณที่แปลงได้ ไปประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC แล้วทำการแสดงผลค่าแรงดันที่อ่านได้บนหน้าจอ

ในส่วนของการแปลงความที่เป็นตัวเลข BINARY นี้ จะนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบความถี่ของเครื่อง ET-BOARD

บทที่ 3

โครงสร้างของระบบโรงงาน เครื่องตรวจสอบ ET-BOARD

3.1 คำนำ

เครื่องตรวจสอบไมโครคอมพิวเตอร์แผนผังเดี่ยวนี้ ถูกออกแบบเพื่อทำเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM/PC ที่ตำแหน่งแอดเดรสที่ 300H-308H (768D-776D) โดยผ่านไอซีชนิดต่าง ๆ เพื่อทำการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะนำข้อมูลต่าง ๆ เหล่านั้นไปทำการประมวลผล, แสดงผล หรือควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ตามความต้องการของผู้ใช้ต่อไป

3.2 การดีได้อแอดเดรสและสร้างสัญญาณควบคุม

ก่อนอื่นเรากำหนดพอร์ท 300H - 31FH ว่าเป็นพอร์ทที่สามารถอ้างถึงได้ เพราะจากการศึกษา IBM Technic Reference Manual แล้วเห็นว่าในช่วง I/O นี้ IBM ได้ระบุว่าใช้กับอุปกรณ์ ประเภท Prototype แต่ก่อนจะมาค้นหาอุปกรณ์อื่นมาใช้พอร์ทนี้ได้ ดังนั้นเราจึงเลือกใช้พอร์ทในช่วงนี้เพื่อ มาใช้กับชิพคอนโทรลระบบ หรืออุปกรณ์อินเตอร์เฟซมาตรฐานต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ระบบมีปัญหาเกิดขึ้นได้ เมื่อได้ตำแหน่งพอร์ทที่ต้องการแล้ว เราจะใช้ Address Line จากสล๊อต 10 เส้นใน การดีได้อ โดย A9-A4 ต่อผ่านไอซีที่ทำหน้าที่เปรียบเทียบข้อมูลในที่นี้ใช้เบอร์ 74HCT688 โดยจะเปรียบเทียบระหว่าง ค่าของ Address กับค่าของ Dip Switch ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการระบุเบอร์ของอุปกรณ์ I/O ได้ตามความต้องการ สัญญาณที่ได้ออกมาจาก 74HCT688 จะเป็นตัวย่นาเป็นลำทำไอซี 74LS139 ทำงาน ซึ่งไอซี 74LS139 นี้เป็นตัว Decoder 2 To 4 LINE อินพุทของมันจะต่อกับสาย Address A2 กับ A3 ตามวงจรที่แสดงดังรูปที่ 3.1

ดังนั้นจะทำให้การ์ด ถูกอ้าง Address ดังนี้

U1 8255 มี Address ที่ 300H -303H

U2 8255 มี Address ที่ 304H -307H

ADC 0804 มี Address ที่ 308H

3.3 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

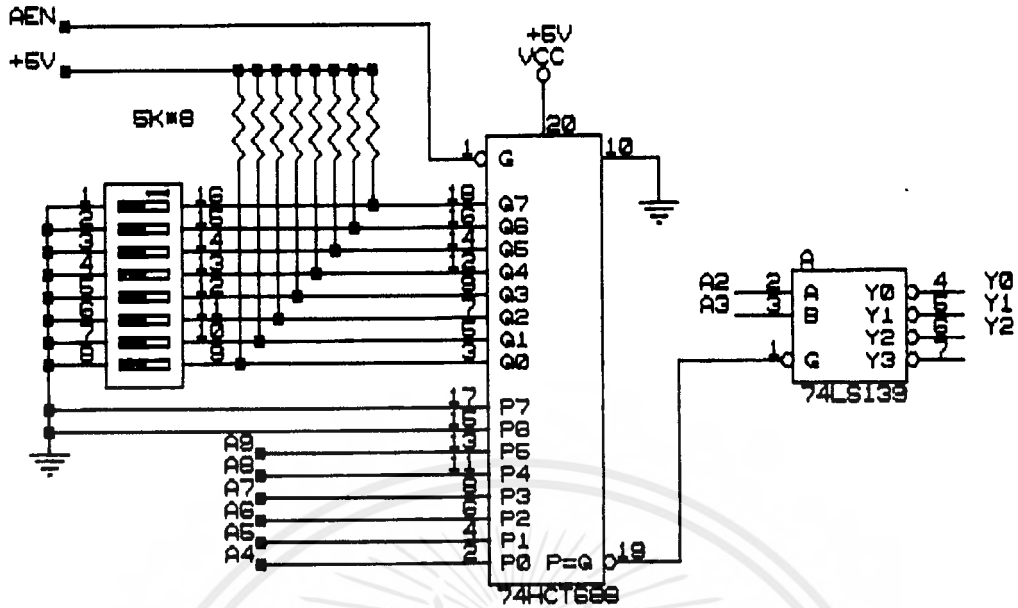
ในส่วนของฮาร์ดแวร์จะแยกออกเป็นหลายส่วน แล้วแต่วัตถุประสงค์การใช้งานบางงาน ซึ่งพอที่จะอธิบายได้ดังต่อไปนี้

3.3.1 วิจารณ์ส่วนของการตีเค็ดบอร์ด

ชุดระบบเชื่อมต่อรับคอมพิวเตอร์ PC กับ เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยวนี้ ถูกออกแบบมาให้ใช้งานตามแอดเดรสที่ 300H-308H ซึ่งแอดเดรส 300H-303H ใช้งานกับ 8255 ตัวที่หนึ่ง แอดเดรส 304H-307H จะใช้งานกับ 8255 ตัวที่สอง และแอดเดรส 308H จะใช้งานการติดต่อกับ ADC 0804C

รายละเอียดของแต่ละแอดเดรสมีดังนี้

300H	ติดต่อกับพอร์ต A ของ 8255 ตัวที่หนึ่ง
301H	ติดต่อกับพอร์ต B ของ 8255 ตัวที่หนึ่ง
302H	ติดต่อกับพอร์ต C ของ 8255 ตัวที่หนึ่ง
303H	ติดต่อกับพอร์ตควบคุม ของ 8255 ตัวที่หนึ่ง
304H	ติดต่อกับพอร์ต A ของ 8255 ตัวที่สอง
305H	ติดต่อกับพอร์ต B ของ 8255 ตัวที่สอง
306H	ติดต่อกับพอร์ต C ของ 8255 ตัวที่สอง
307H	ติดต่อกับพอร์ตควบคุม ของ 8255 ตัวที่สอง
308H	ติดต่อกับ ADC 0804C



รูปที่ 3.1 แสดงวงจรรายส่วนของการทำงานของไดคอดตัวต่าง ๆ

จากรูปที่ 3.1 จะใช้ IC 74LS688 ทำหน้าที่ในการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างแอดเดรส A₄-A₉ กับ DIP SWITCH ที่ตั้งไว้ ซึ่ง IC 74LS688 มีหน้าที่เปรียบเทียบข้อมูลบิตต่อบิตระหว่าง P_n กับ Q_n ซึ่งจะทำให้เอาต์พุตออกมาเป็น LOW "0" เมื่อค่าทางอินพุตทุกบิตของขา P_n และ Q_n เท่ากัน เอาต์พุตของ 74LS688 จะถูกนำไปอินพุตเข้าการทำงานของ 74LS139 ซึ่ง IC 74LS139 เป็นไอซีดีคอด โดยมีอินพุต 2 เส้นและเอาต์พุตได้ 4 เส้นในที่นี้เราใช้ขาอินพุตของ 74LS139 ต่อกับสายแอดเดรส A₂, A₃ ตามลำดับ ซึ่งสามารถแสดงลักษณะของการแอดเดรสของแอดเดรสบิตต่าง ๆ ได้ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงลักษณะการออกพัฟ (Active) ของแอดเดรสต่าง ๆ

	A ₉	A ₈	A ₇	A ₆	A ₅	A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀
300H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
301H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
302H	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
303H	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
304H	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
305H	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
306H	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0
307H	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
308H	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0

ในการติดตั้งแอดเดรสนั้นจะต้องติดตั้งร่วมกับสัญญาณอีก 1 เส้น จากเครื่องคอมพิวเตอร์ PC คือ AEN (Address Enable) ซึ่งในขณะที่เครื่องคอมพิวเตอร์ติดต่อกับพอร์ต I/O สัญญาณนี้จะอยู่ในสถานะ LOW (0) ตลอดเวลา เราจึงใช้ขานี้มาขนาเบิ้ลการทำงานของ IC 74LS688

สำหรับเบอร์ที่สามารถติดตั้งออกมาจาก 74LS139 สามารถระบุได้ดังนี้

ขา Y₀ มีค่าแอดเดรส 300H ใช้เลือก 8255 ตัวที่หนึ่ง

ขา Y₁ มีค่าแอดเดรส 304H ใช้เลือก 8255 ตัวที่สอง

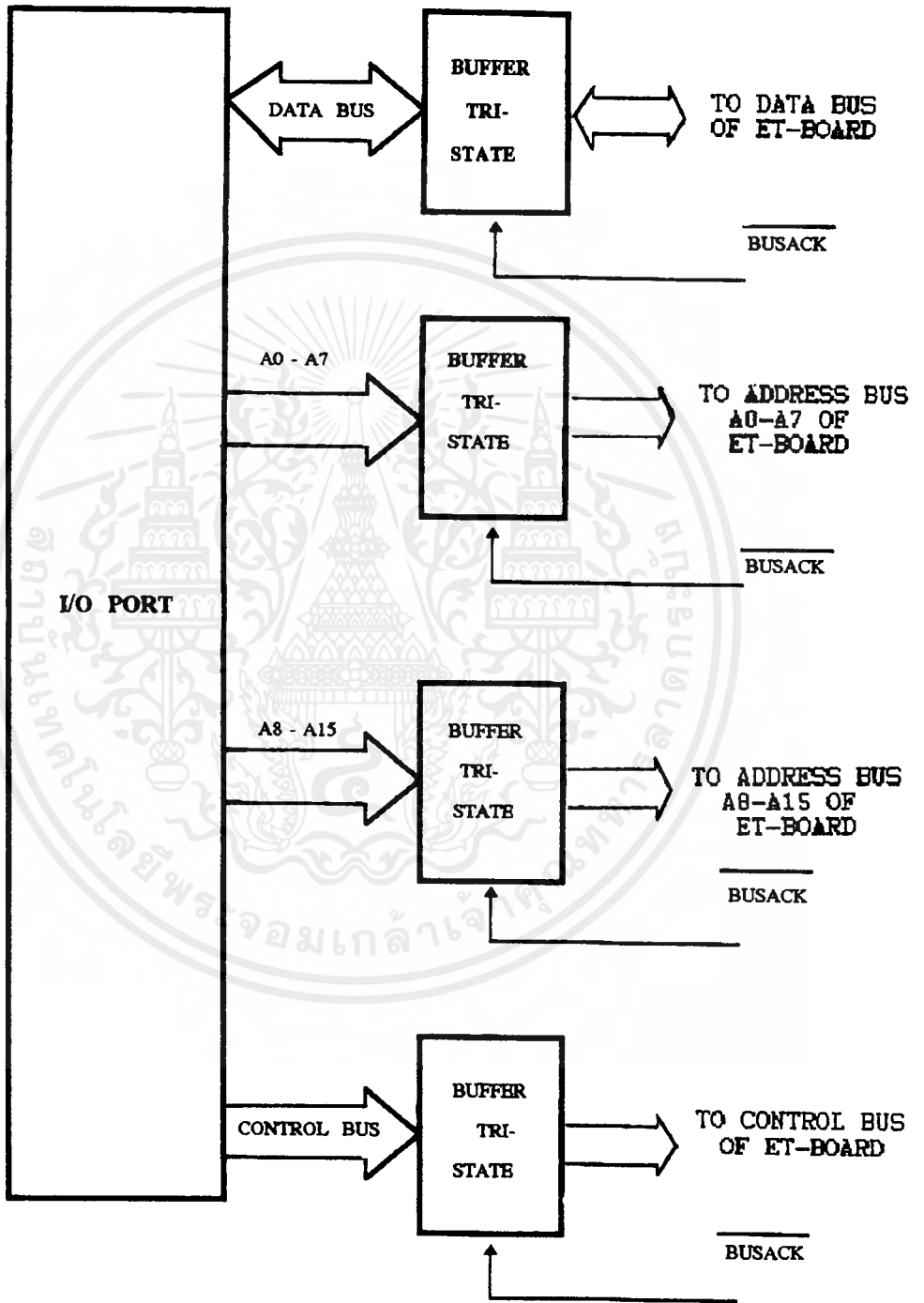
ขา Y₂ มีค่าแอดเดรส 308H ใช้เลือก ADC 0804C

ขา Y₃ ว่าง

3.3.2 ยารัฒนารณาการจาองสัญญาณต่าง ๆ ของ Z-80 (INTERFACE)

สำหรับยารัฒนารณาในส่วนของการ INTERFACE ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(PC) กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แผนผังเดี่ยว (ET-BOARD) สามารถเขียนเป็นบล็อก ไดอะแกรม ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมในส่วนของการอินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของการ INTERFACE จะต้องมีการจำลองสัญญาณของระบบบัสต่าง ๆ ของ Z-80 ซึ่งสามารถเขียนเป็นวงจรถัดรูปที่ 3.3

สัญญาณควบคุมที่มีความจำเป็นต่อไปนี้จะมีดังนี้ คือ

ADDRESS BUS 16 เส้น ตั้งแต่ A₀-A₁₅

DATA BUS 8 เส้น ตั้งแต่ D₀-D₇

CONTROL BUS : IORQ, MREQ, RD, WR

จึงเลือกไอซี 8255 จำนวน 2 ตัวมาทำหน้าที่จำลองสัญญาณต่าง ๆ ซึ่งรายละเอียดของการทำงานของแต่ละพอร์ท

PORT A ของ 8255 ตัวที่หนึ่ง จำลองการทำงานของ DATA BUS

PORT B ของ 8255 ตัวที่หนึ่ง จำลองการทำงานของ ADDRESS BUS A₀-A₇

PORT C ของ 8255 ตัวที่หนึ่ง จำลองการทำงานของ ADDRESS BUS A₈-A₁₅

PORT A ของ 8255 ตัวที่สอง จำลองการทำงานของ CONTROL BUS

PORT B ของ 8255 ตัวที่สอง ติดต่อกับฮาร์ดแวร์ของการตรวจสอบความถี่

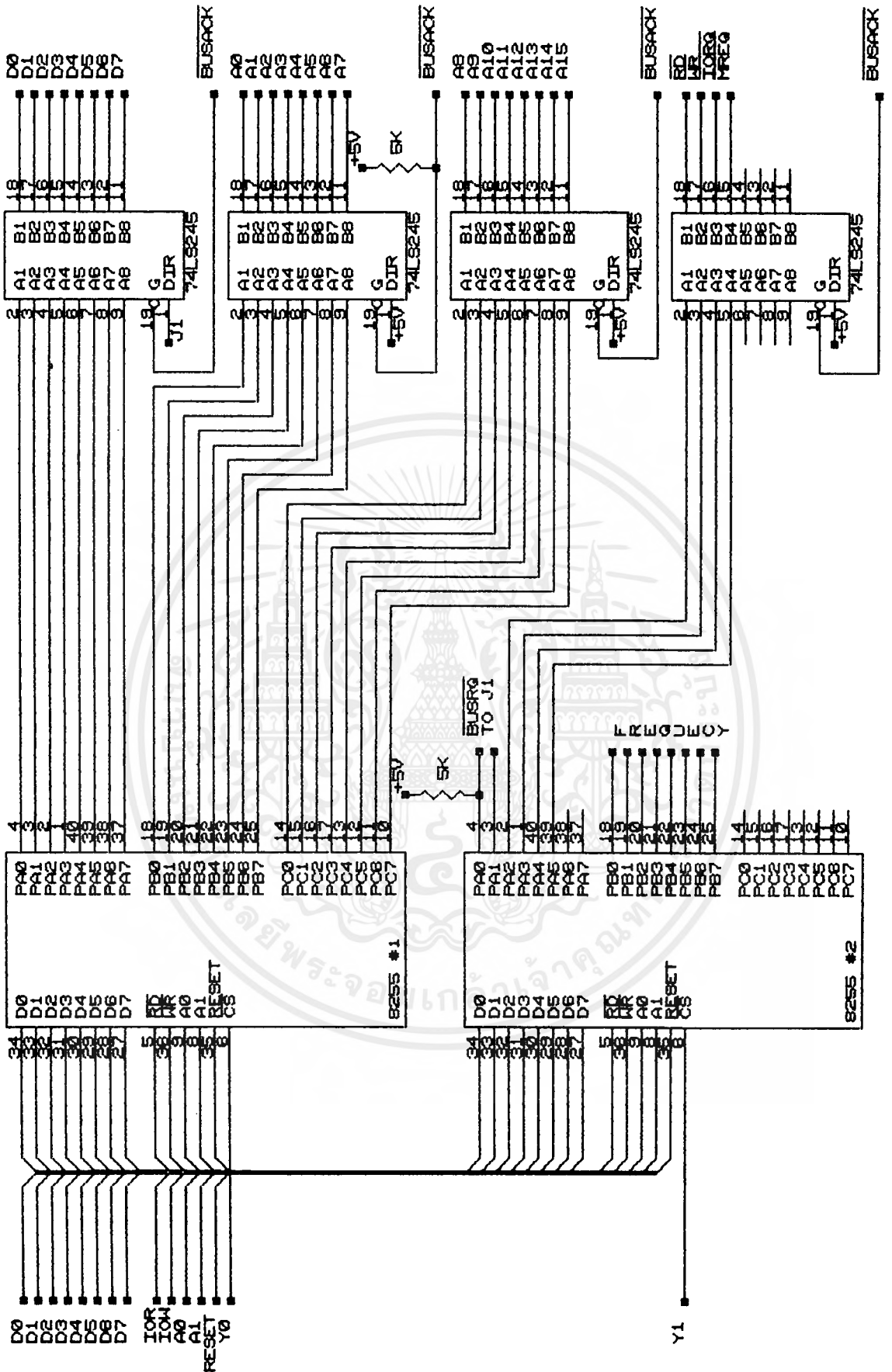
PORT C ของ 8255 ตัวที่สอง ว่างไว้

ในแต่ละส่วนจะมี BUFFER (74LS245) ต่ออยู่ด้วย เพื่อป้องกันการรบกวนซึ่งกันและกัน โดย 74LS245 จะทำงานเมื่อมีการขอใช้บัสของ Z-80 แล้ว Z-80 ตอบรับการขอใช้บัสโดยส่งสัญญาณ BUSACK เป็น LOW (0) ออกมาทำการรีนาเบิ้ล 74LS245 เพื่อให้สามารถทำงานได้ ส่วน 74LS245 ที่ต่อกับพอร์ท A ของ 8255 ตัวที่สอง จะมีขา DIRECTION เพื่อกำหนดทิศทางของข้อมูลอีกขาหนึ่งด้วย โดยถ้าขานี้เป็น "1" จะเป็นการส่งข้อมูลออกไปยัง ET-BOARD ถ้าขานี้เป็น "0" จะเป็นการอ่านข้อมูลจาก ET-BOARD มาประมวลผล ฮาร์ดแวร์ในส่วนนี้จะใช้ในการตรวจสอบ EPROM, RAM, DISPLAY และ KEYBOARD ของ ET-BOARD

3.3.3 ฮาร์ดแวร์ในส่วนของการตรวจสอบแรงดัน

ในการตรวจสอบแรงดันนี้ ต้องมีการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล เพื่อนำไปประมวลผล แล้วแสดงค่าของแรงดันออกมา ในส่วนนี้เลือกไอซีอานาล็อก ADC 0804C โดยใช้ V_{ref} เท่ากับ 2.5 โวลต์ แรงดันอินพุตที่เข้ามาจะผ่าน BUFFER แล้วทำการแบ่งแรงดัน โดยถ้าป้อนแรงดัน 10 โวลต์ จะต้องปรับความต้านทานให้เกิดแรงดันที่ขา $V_{in}(+)$

เท่ากับ 5 Volts ADC 0804C จะมีขาสามขาที่ต้องเชื่อมต่อกับเครื่อง PC คือ RD, WR, CS

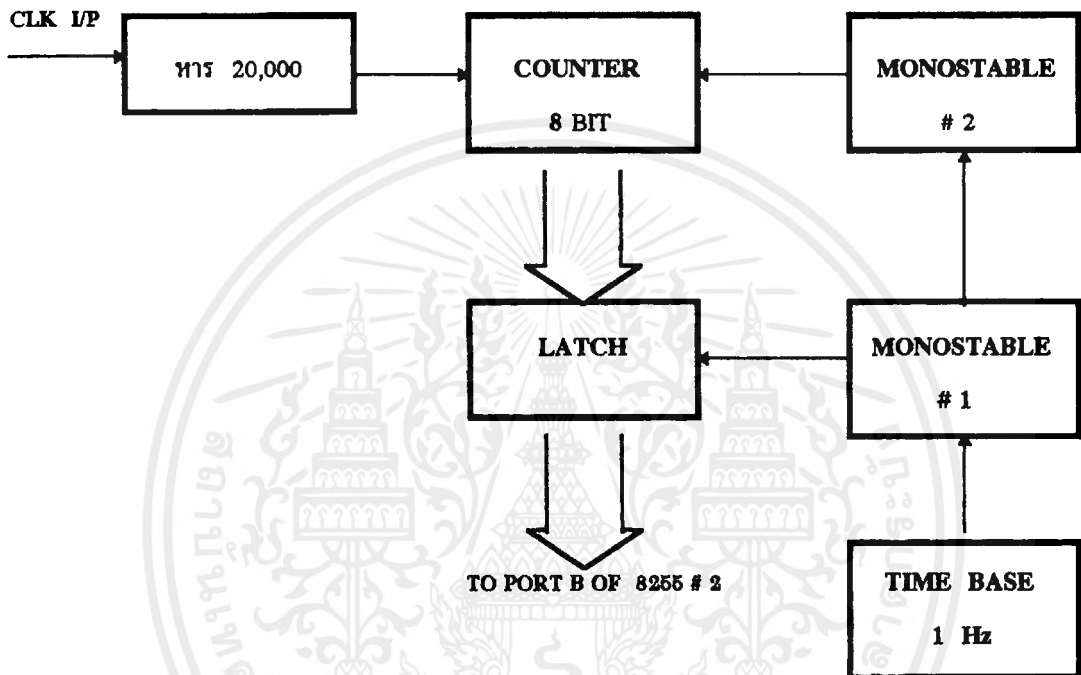


รูปที่ 3.3 แสดงวงจรส่วนอินเทอร์เฟสระหว่าง FT-BOARD กับ IBM/PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

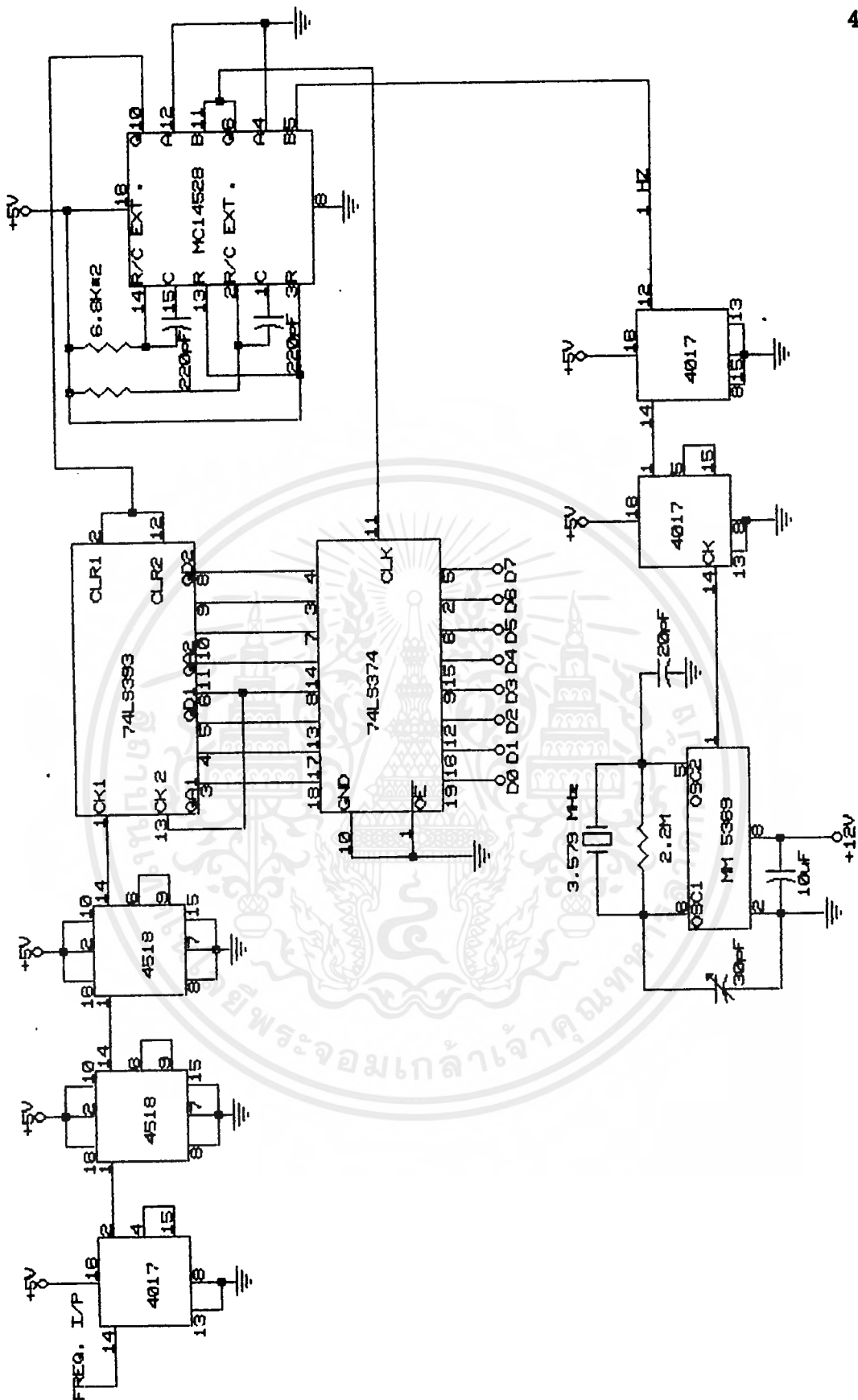
3.3.4 ฮาร์ดแวร์ในส่วนของการตรวจสอบความถี่

สำหรับการออกแบบฮาร์ดแวร์ในส่วนของการตรวจสอบความถี่ สามารถเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 บล็อกไดอะแกรมในส่วนของการตรวจสอบความถี่

ในการตรวจสอบความถี่ของ ET-BOARD นี้จะเอาความถี่ของ ET-BOARD มาหาร 20,000 ซึ่งปกติแล้วความถี่ของ ET-BOARD มีค่า 3.579 MHz เมื่อถูกหารด้วย 20,000 จะเหลือความถี่ 178.95 Hz ส่งความถี่ที่หารได้ไปผ่านวงจรนับที่รีเซ็ตตัวเองทุก 1 SEC จะได้เอาท์พุทที่นับได้ มีค่า B2₁₆ หรือ B3₁₆ แล้วนำค่าที่นับได้ไปเก็บไว้ด้วย D Flip Flop เบอร์ 74LS374 เมื่อต้องการจะอ่านค่าความถี่ คอมพิวเตอร์จะมาอ่านข้อมูลที่ PORT B ของ 8255 #2 ซึ่งใช้เป็นตัวเชื่อมระหว่าง 74LS374 กับ DATA BUS ของเครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับวงจรในส่วนของการตรวจสอบความถี่นี้สามารถแสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงวงจรมานการตรวจสอบความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.6 จะใช้ไอซี CD 4017 ต่อร่วมกับไอซี CD 4518 อีก 2 ตัว ซึ่ง ภายใต้อไอซี CD 4518 จะมีวงจรหารสิบอยู่ 2 ชุด เมื่อกำหนดให้ไอซี CD 4017 ท้าหน้าที่เป็น วงจรหารสอง เมื่อนำมาต่อกับไอซี CD 4518 อีก 2 ตัว จะได้เป็นวงจรหาร 20,000

สำหรับไอซี 74LS393 จะต่อเป็นวงจรมับค่าความถี่ที่ได้จากการหารความถี่ของ FT-BOARD ด้วย 20,000 แล้วนำค่าที่นับได้ส่งต่อไปยัง 74LS374 ซึ่งเป็น D Flip Flop

ในการ CLEAR ตัวนับ และ LATCH ข้อมูล จะใช้วงจร MONOSTABLE สองชุด โดยสัญญาณเอาท์พุทที่ออกมาจาก MONOSTABLE ตัวแรกจะถูกนำไปกระตุ้นที่ 74LS374 แลทช์ ข้อมูลเอาไว้ ส่วนเอาท์พุทลูกที่สองจะใช้ในการ CLEAR ตัวนับ ซึ่งจะทาเช่นนี้ทุก ๆ 1 SEC

โดยสัญญาณนาฬิกาความถี่ 1 Hz จะสร้างมาจากไอซี MM 5369 ซึ่งปกติจะผลิต ความถี่ 60 Hz แล้วนำความถี่ 60 Hz นี้มาผ่านวงจรหาร 60 ซึ่งในที่นี้ใช้ไอซี CD 4017 2 ชุด ชุดแรกทำหน้าที่เป็นวงจรหาร 6 ชุดที่สองทำหน้าที่เป็นวงจรหาร 10 เมื่อความถี่ผ่าน วงจรหารด้วย 60 จะได้ความถี่ 1 Hz

3.4 การออกแบบซอฟต์แวร์

การเขียนโปรแกรมในโครงการนี้ จะใช้ภาษาเทอร์โบเบสิก เหตุผลที่ใช้โปรแกรมนี้ เนื่องจากสามารถเขียนและทำความเข้าใจได้ง่าย ซึ่งการเขียนโปรแกรมนี้ จะต้องศึกษา รายละเอียดต่างๆ ของเครื่อง ET-BOARD Version 3.5 คือส่วนของ RAM เบอร์ 6264 , ข้อมูลที่บรรจุอยู่ใน Monitor ROM , และค่าแอดเดรสในส่วนต่างๆ ที่เราต้องติดต่อด้วยทั้งหมดทุกส่วน โดยจะมีหลักการเขียนโปรแกรมต่างๆ ดังนี้

3.4.1 การตรวจสอบ RAM บน ET-BOARD

คือ การเขียนค่า 00H ถึง FFH เข้าไปใน RAM เบอร์ 6264 บน ET-BOARD แล้วอ่านออกมาทำการตรวจสอบ เริ่มจากแอดเดรส 2000H-3FFFH

3.4.1.1 เขียนค่า 00H ถึง FFH ลงใน RAM โดยเริ่มจากแอดเดรส 2000H แล้วทำการอ่านค่าจาก RAM ออกมา ถ้าค่าที่อ่านออกมาตรงกับค่าที่เขียนเข้าไป ก็แสดงว่า RAM ตัวนี้ "Error" เครื่องก็จะแจ้งให้ทราบว่าข้อมูลที่แอดเดรสค่าที่ Error, ข้อมูลที่เขียนลงไปคืออะไร และข้อมูลที่อ่านได้คืออะไร แต่ถ้าตรงกัน ก็ให้ทำขั้นตอนต่อไป คือ

3.4.1.2 เพิ่มค่าแอดเดรส แล้วทำซ้ำตามข้อ 1 จนครบจำนวนความจุของ RAM คือตั้งแต่แอดเดรส 2000H-3FFFH ถ้าข้อมูลที่อ่านได้ตรงกันกับข้อมูลที่เขียนเข้าไปทุกแอดเดรส ก็แสดงว่า RAM ตัวนี้ใช้ได้ปกติ

3.4.2 การตรวจสอบ Monitor ROM บน ET-BOARD

คือ การอ่านข้อมูลจากโปรแกรมมอนิเตอร์บน ET-BOARD ในช่วงแอดเดรส ตั้งแต่ 0000H-1FFFH แล้วทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่เราเก็บไว้ในโปรแกรม ถ้าตรงกันทุกบาท ก็แสดงว่าโปรแกรมมอนิเตอร์ของ EPROM ตัวนั้นดี

3.4.2.1 อ่านข้อมูลจาก Monitor ROM ของ ที่แอดเดรส 0000H แล้วทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่อ่านได้จาก EPROM กับข้อมูลที่เก็บไว้ในโปรแกรม ถ้าตรงกันให้ทำตามขั้นตอนต่อไปคือ

3.4.2.2 เพิ่มค่าแอดเดรส แล้วทำซ้ำตามข้อ 1 จนครบจำนวนความจุของ EPROM คือ ตั้งแต่แอดเดรส 0000H-1FFFH ถ้าข้อมูลที่อ่านได้ตรงกันกับข้อมูลที่เก็บไว้ใน

โปรแกรมทุกแอดเดรส ก็แสดงว่า EPROM ตัวนี้ใช้ได้ปกติ แต่ถ้าไม่ตรงกันแสดงว่า "Error"

เครื่องก็จะแจ้งว่าที่ทราบว่าจะเกิด Error ขึ้นที่แอดเดรส และข้อมูลที่ถูกต้องคืออะไร

3.4.3 การตรวจสอบ KEYBOARD บน ET-BOARD

3.4.3.1 ทำการสแกนคีย์บอร์ดของ ET-BOARD ที่ต่อแบบเมตริกซ์ จำนวนแถว 4 แถว และคอลัมน์ 8 คอลัมน์ โดยมีสัญญาณลจิก "0" เพียงตัวเดียววิ่งวนไปแต่ละหลัก โดยที่เป็น "0" ในเวลาต่างกัน เช่น เมื่อหลักแรกเป็น "0" หลักอื่นจะเป็น "1" ทมด ทั้งนี้เพื่อรอการกดคีย์

3.4.3.2 ทำการอ่านข้อมูลที่พอร์ทอินพุท ว่ามีบิตใดบิตหนึ่งทางคอลัมน์เป็น "0" หรือไม่ ถ้ามีก็ทราบว่าคีย์บนตำแหน่งแถวแรกและคอลัมน์ที่เท่าไร เป็นคีย์ที่ได้รับการกด

3.4.3.3 เมื่อทราบคีย์ที่ถูกกด ก็จะนำค่ารหัสของคีย์นั้น มาเปรียบเทียบกับค่าที่เก็บไว้ในโปรแกรม ถ้าตรงกันก็ให้แสดงตัวอักษรของคีย์บน ET-BOARD ที่ถูกกด โดยจะแสดงตัวเลขหรือตัวอักษรที่หน้าจอของคอมพิวเตอร์ ถ้าขึ้นตรงกับแป้นพิมพ์ ET-BOARD แสดงว่าคีย์นั้นน่าใช้ได้เป็นปกติ

3.4.3.4 ถ้าไม่มีการกดคีย์ใด สัญญาณลจิก "0" ก็จะวิ่งสแกนไปยังหลักถัดไป และวนรอบไปเรื่อย ๆ ตลอดเวลา

3.4.4 การตรวจสอบดิสเพลย์ (7-SEGMENT) บน ET-BOARD

3.4.4.1 ทำการสแกนดิสเพลย์ของ ET-BOARD แล้วส่งค่าที่ดิสเพลย์วิ่งเป็นตัวเลข "8" โดยเริ่มวิ่งจากหลักแรกของ 7 เซกเมนต์

3.4.4.2 ทำการเขียนข้อมูลออกไป โดยการ OUT ออกพอร์ทเพื่อไปแสดงผลที่ดิสเพลย์ 7 เซกเมนต์ของ ET-BOARD โดยเราจะตรวจสอบได้ โดยดูว่าแต่ละเซกเมนต์ของแต่ละหลัก มีเซกเมนต์ใดติดหรือดับ เป็นปกติหรือไม่

3.4.5 การตรวจสอบ SUPPLY

3.4.5.1 Start วัที่ ADC 0804C ทำงาน

3.4.5.2 หน่วงเวลา

3.4.5.3 อ่านข้อมูลจาก ADC 0804C ซึ่งเป็นบานารี 8 บิต

3.4.5.4 แปลงค่าที่รับเข้ามาให้เป็นค่าแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5.5 แสดงผลแรงดันที่คำนวณออกมาได้

3.4.5.6 ตรวจสอบค่าของแรงดัน ถ้าต่ำกว่าที่กำหนดคือ 4.5 โวลต์ ่าให้
เตือนว่าแรงดันผิดพลาด

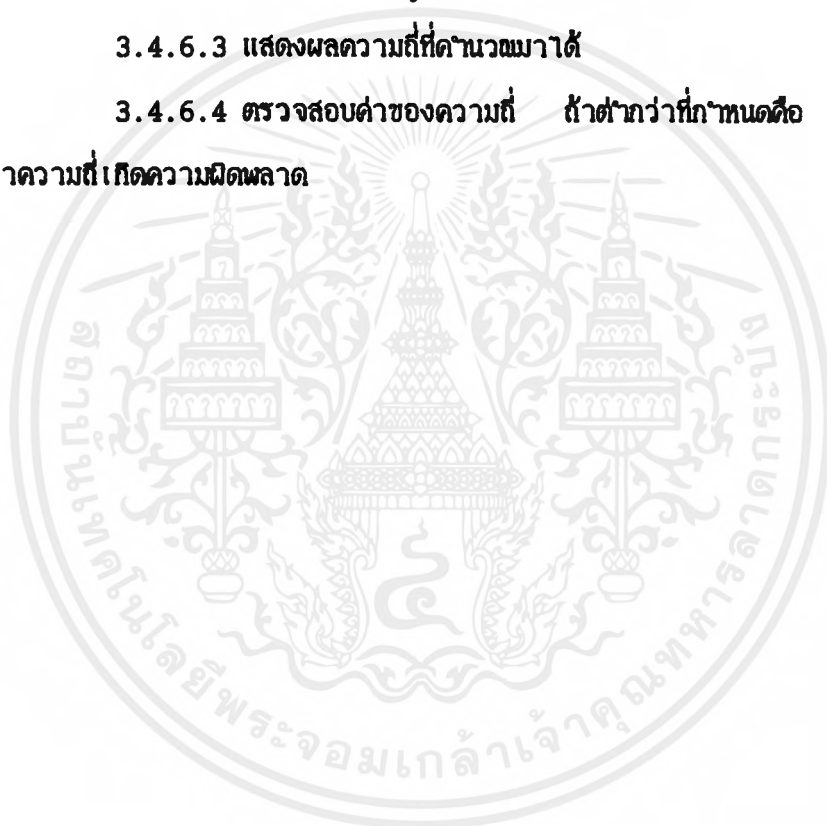
3.4.6 การตรวจสอบความถี่ของสัญญาณนาฬิกา บน ET-BOARD

3.4.6.1 อ่านค่ามาจาก Port B ของ 8255 ตัวที่ 2

3.4.6.2 ประมวลผลข้อมูลที่อ่านเข้ามา

3.4.6.3 แสดงผลความถี่ที่คำนวณมาได้

3.4.6.4 ตรวจสอบค่าของความถี่ ถ้าต่ำกว่าที่กำหนดคือ 3.55 MHz
่าให้เตือนว่าความถี่เกิดความผิดพลาด



บทที่ 4

วงจรและการทดลอง

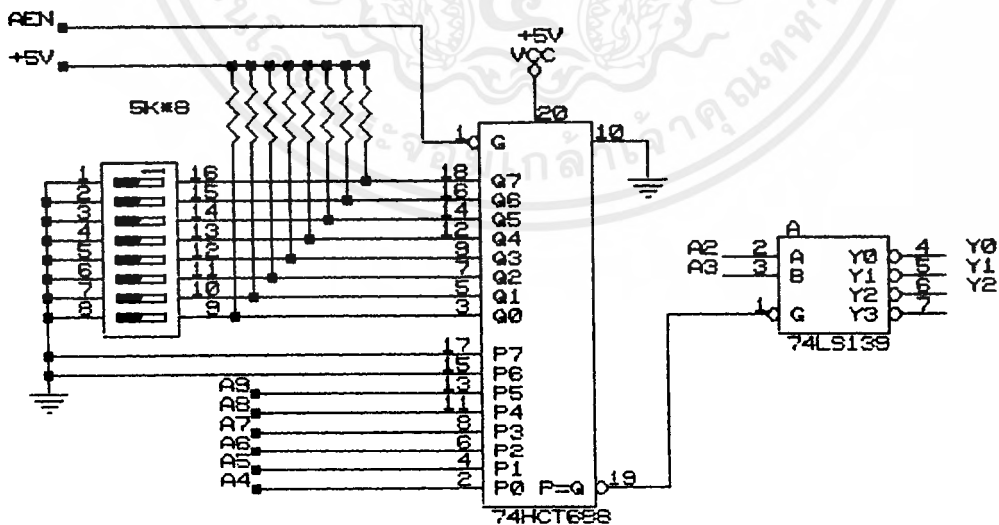
4.1 คานา

เครื่องตรวจสอบไมโครคอมพิวเตอร์แผนผังเดียว มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนของซอฟต์แวร์ และส่วนของฮาร์ดแวร์ ก่อนที่จะทำการทดลองในส่วนซอฟต์แวร์นั้นจะต้องทำการทดลองในส่วนของฮาร์ดแวร์เสียก่อน เมื่อผลการทดลองในส่วนฮาร์ดแวร์ถูกต้องตามความต้องการแล้ว ก็จะประกอบวงจรส่วนต่าง ๆ ลงบนแผนการแล้วทำการทดลองในส่วนซอฟต์แวร์ต่อไป

การทดลองในส่วนของฮาร์ดแวร์นั้น จะต้องทดลองฮาร์ดแวร์ในแต่ละส่วน ซึ่งได้แก่ ส่วนการตีไดคอร์ดท ส่วนของการอินเทอร์เฟส ส่วนของการแปลงสัญญาณอนาลอกที่เป็นสัญญาณดิจิทัล และส่วนของการตรวจสอบความถี่ ซึ่งมีวิธีการทดลองและผลการทดลองดังจะกล่าวถึงดังหัวข้อต่อไปนี้

4.2 ส่วนของการตีไดคอร์ดท

4.2.1 ตัวอย่างตามรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 วงจรที่ใช้ทดลองในส่วนของการตีไดคอร์ดทต่าง ๆ

4.2.2 ท้าการบ้อนลอจิก "0" เข้าที่ขา 1 ของ 74HCT688 หรือต่อลงกราวด์

4.2.3 ตั้ง DIP SWITCH ๗ที่มีค่าเท่ากับเบอร์พอร์ทที่เราต้องการ ซึ่งในโครงการนี้ เราจะใช้เบอร์พอร์ท 300H-308H ดังนั้นจะต้องท้าการตั้ง DIP SWITCH ๗ที่มีค่าดังต่อไปนี้

DIP SWITCH 5-6 ต่อกับกราวด์ (สวิตช์อยู่ในสถานะปิดวงจร)

DIP SWITCH 1 และ DIP SWITCH 8 อยู่ในสถานะเปิดวงจร

4.2.4 ท้าการบ้อนลอจิกเข้าที่ขา A_4-A_9 ๗ที่มีค่าดังนี้

A_4-A_7 บ้อนลอจิก "0"

A_8-A_9 บ้อนลอจิก "1"

4.2.5 จำยาพให้กับ 74HCT688 แล้วใช้ลอจิกพริบวัตที่ขา 19 ซึ่งเป็นขาเอาท์พุท จะได้ลอจิกเป็น "0" จากนั้นท้าการบ้อนระดับลอจิกต่าง ๆ กันเข้าที่ขา A_2-A_3 ซึ่งจะมีผล การทดลองดังต่อไปนี้

$A_3=0, A_2=0$ จะสามารถวัดระดับลอจิกที่ขา Y_0 ของ 74LS139 เท่ากับ "0"

$A_3=0, A_2=1$ จะสามารถวัดระดับลอจิกที่ขา Y_1 ของ 74LS139 เท่ากับ "0"

$A_3=1, A_2=0$ จะสามารถวัดระดับลอจิกที่ขา Y_2 ของ 74LS139 เท่ากับ "0"

$A_3=1, A_2=1$ จะสามารถวัดระดับลอจิกที่ขา Y_3 ของ 74LS139 เท่ากับ "0"

สำหรับเบอร์ที่สามารถทำได้ออกมาจาก 74LS139 สามารถระบุได้ดังนี้

ขา Y_0 มีค่าแอดเดรส 300H ใช้เลือก 8255 ตัวที่หนึ่ง

ขา Y_1 มีค่าแอดเดรส 304H ใช้เลือก 8255 ตัวที่สอง

ขา Y_2 มีค่าแอดเดรส 308H ใช้เลือก ADC 0804C

ขา Y_3 ว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ส่วนของการอินเตอร์เฟส

การทดลองในส่วนของการอินเตอร์เฟสนั้น จะต้องนำแผนการดีที่ทำการประกอบวงจรในส่วนของการดีโคเดอร์ และวงจรในส่วนของการอินเตอร์เฟส มาเสียบบนสล็อตของเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วทำโปรแกรม initial 8255 ให้ทำงานในโหมด 0 คือกำหนดให้ 8255 ทำงานเป็นอินพุต / เอาต์พุตพอร์ท แล้วสั่งให้ 8255 ส่งข้อมูลออกไปที่ PORT A, PORT B และ PORT C แล้วทำการวัดระดับลอจิกเอาต์พุตที่ PORT ทั้งสามของ 8255 จะต้องได้ระดับลอจิกเช่นเดียวกับข้อมูลที่ส่งออกไป เมื่อ 8255 สามารถทำงานได้ถูกต้องแล้ว ก็เขียนโปรแกรมจำลองขบวนการในการติดต่อกับหน่วยความจำ และอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตของ Z-80 บนเครื่อง ET-BOARD แต่ในการทดลองนี้ จะเขียนโปรแกรมติดต่อกับหน่วยความจำของ ET-BOARD แล้วใช้ลอจิกโพร์บวัดลอจิกในระบบบัสต่าง ๆ

โปรแกรมทดลองในส่วนของการอินเตอร์เฟส ในการติดต่อกับหน่วยความจำ ของ Z-80

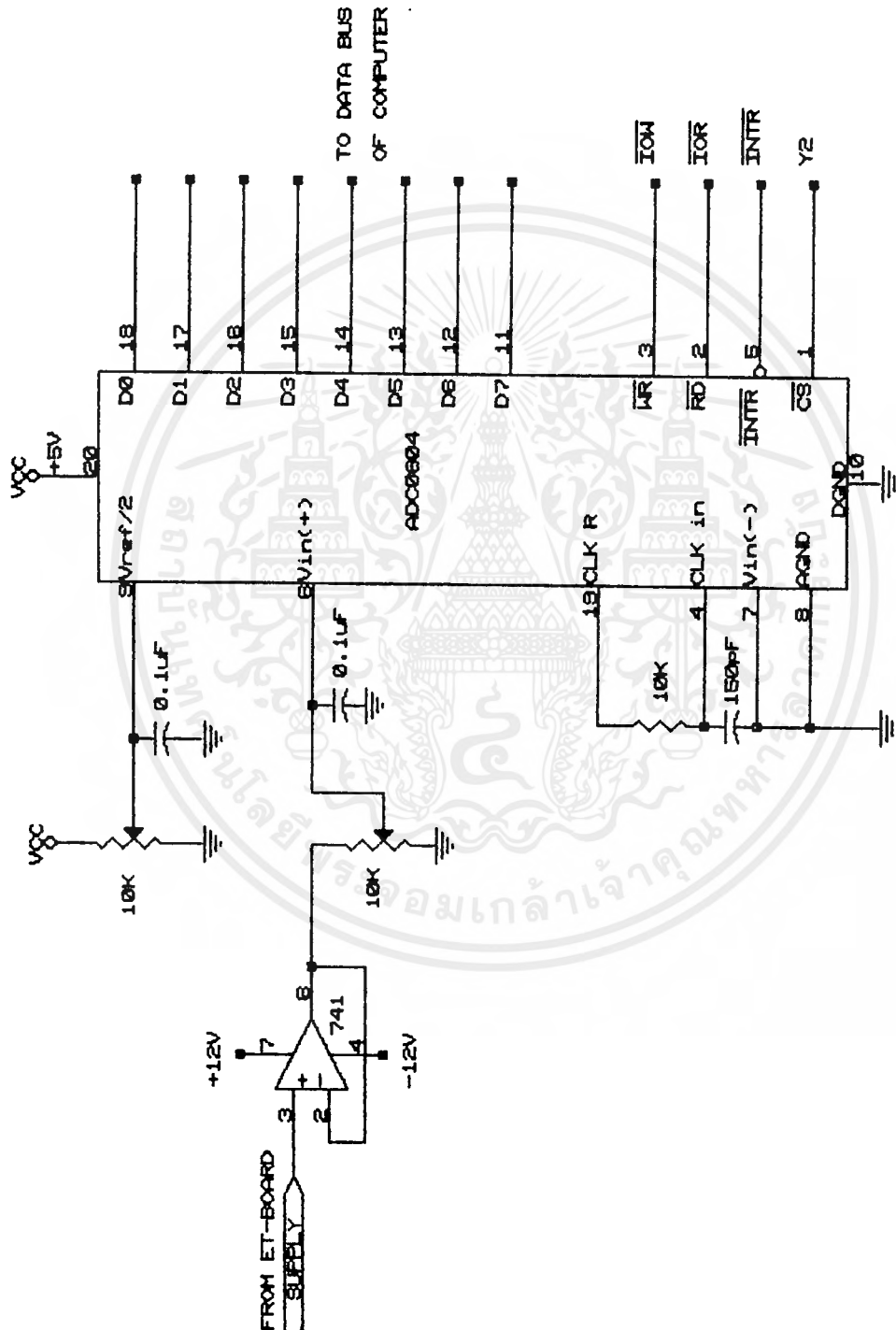
```

OUT &H303,128      ;initial 8255 #1 out, out, out
OUT &H307,128      ;initial 8255 #2 out, out, out
OUT &H300,00       ;ส่งข้อมูล 00H ออกพอร์ท A (8255 #1)
1: OUT &H304,255    ;ส่งข้อมูล FFH ออกพอร์ท A (8255 #2)
OUT &H301,00       ;ส่งแอดเดรส ออกพอร์ท B (8255 #1)
OUT &H304,30       ;ส่ง MREQ = "0" ออกพอร์ท A (8255 #2)
OUT &H300,255      ;ส่งข้อมูล FFH ออกพอร์ท A (8255 #1)
OUT &H304,22       ;ส่ง WR = "0" ออกพอร์ท A (8255 #2)
OUT &H30C,00       ;
OUT &H30C,00       ;└─ หน่วงเวลาเล็กน้อย
OUT &H304,255      ;ส่ง MREQ และ WR = "1"
OUT &H300,00
GOTO 1

```

4.4 ส่วนของการแปลงสัญญาณจากอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล

การทดลองในส่วนนี้ เพื่อต้องการทดสอบการทำงานของ ADC 0804C ว่าสามารถแปลงสัญญาณได้ผลออกมาเป็นเลขฐานสิบสอง ซึ่งเราจะใช้วงจรรูปที่ 4.2 ในการทดลองนี้



รูปที่ 4.2 วงจรที่ใช้ทดลองในส่วนของการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลอง ชั้นแรกต่อวงจรตามรูปที่ 4.2 แล้วปรับแรงดันอ้างอิงให้มีค่า 2 โวลต์ โดยในการปรับแรงดันอ้างอิง ควรใช้ดิจิตอลโวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดัน ทั้งนี้เพื่อทำให้ผลการทดลองมีความถูกต้อง ต่อจากนั้นทำการกระตุ้นการทำงานของ ADC 0804C โดยใช้ขา CS, INTR, และขา WR เป็นลอจิก "0" แล้วปรับแรงดันอินพุต ให้มีการเปลี่ยนแปลงจาก 0-4 โวลต์ ซึ่งผลของการทดลองนี้แสดงได้ดังตารางที่ 4.1



ตารางที่ 4.1 ผลการทดลอง ADC 0804C ที่ $V_{ref} = 2V$

INPUT (volts)	OUTPUT							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0.25	0	0	0	1	0	0	0	0
0.50	0	0	1	0	0	0	0	0
0.75	0	0	1	1	0	0	0	0
1.00	0	1	0	0	0	0	0	0
1.25	1	0	1	0	0	0	0	0
1.50	0	1	0	1	1	1	1	1
1.75	0	1	1	1	0	0	0	0
2.00	1	0	0	0	0	0	0	0
2.25	1	0	0	0	1	1	1	1
2.50	1	0	0	1	1	1	1	1
2.75	1	0	1	0	1	1	1	1
3.00	1	0	1	1	1	1	1	1
3.25	1	1	0	0	1	1	1	1
3.50	1	1	0	1	1	1	1	1
3.75	1	1	1	0	1	1	1	1
4.00	1	1	1	1	1	1	1	1

ผลการทดลองนี้ เราใช้แรงดันอ้างอิง 2 โวลต์ แรงดันอินพุตที่จะทำให้เกิด BINARY

OUTPUT เป็น $(11111111)_B$ หรือ $(FF)_H$ จะมีค่าเท่ากับ 4 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก ADC 0804C มีเอาต์พุต 8 เส้น จึงมีการเปลี่ยนแปลงของเอาต์พุต ได้ตั้งแต่ $(00-255)_D$ หรือ $(00-FF)_H$

การเปลี่ยนของเอาต์พุตในแต่ละครั้งนั้น จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันอนาล็อกอินพุตอยู่ค่าหนึ่ง สามารถคำนวณได้ง่าย ๆ ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{Analog input convert} &= (V_{\text{ref}} * 2)/255 \\ &= (2 * 2)/255 \\ &= 15.686 \text{ mv}\end{aligned}$$

ถ้าอนาล็อกอินพุตเท่ากับ 2 โวลต์ จะคำนวณเอาต์พุตได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{OUTPUT} &= 2 \text{ volts}/15.686 \text{ mv} \\ &= 127.5_D\end{aligned}$$

ต่อไป ทดลองวงจร A/D โดยใช้ ADC0804C แต่เปลี่ยนแรงดันจากเดิม 2 โวลต์ เป็น 2.5 โวลต์ โดยการปรับ VR1 ซึ่งเป็นการปรับควาริซิตจิตอลโวลต์มิเตอร์วัด ต่อจากนั้นก็กระตุ้นการทำงานของวงจร แล้วทำการปรับค่าแรงดันอินพุต 1 ที่มีการเปลี่ยนค่าจาก 0-5 โวลต์ สังเกตที่เอาต์พุต ที่เป็น BINARY โดยใช้ลอจิกโพรบวัดที่เอาต์พุต หรือโดยการต่อ LED 7 ไร่เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของ BINARY OUTPUT เมื่อแรงดันอินพุตเปลี่ยนไป ซึ่งผลการทดลองนี้แสดงได้ดังตารางที่ 4.2 ซึ่งแรงดันอินพุตที่จะทำให้อา้ BINARY OUTPUT เป็น $(11111111)_B$ หรือ $(FF)_H$ จะมีค่าเท่ากับ 5 โวลต์

การเปลี่ยนของเอาต์พุตในแต่ละครั้ง จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงแรงดัน Analog Input อยู่ค่าหนึ่ง ซึ่งสามารถคำนวณได้ง่ายๆดังนี้

$$\begin{aligned}\text{Analog input convert} &= (V_{\text{ref}} * 2)/255 \\ &= (2.5 * 2)/255 \\ &= 19.608 \text{ mv}\end{aligned}$$

ถ้าอนาล็อกอินพุตเท่ากับ 2 โวลต์ จะคำนวณเอาต์พุตได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{OUTPUT} &= 2 \text{ volts}/19.608 \text{ mv} \\ &= 102_D\end{aligned}$$

$$\text{หรือ BINARY OUTPUT} = 01100110$$

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลอง ADC 0804C ที่ $V_{ref} = 2.5V$

INPUT (volts)	OUTPUT							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0.25	0	0	0	0	1	1	0	0
0.50	0	0	0	1	1	0	0	1
0.75	0	0	1	0	0	1	1	0
1.00	0	0	1	1	0	0	1	1
1.25	0	0	1	1	1	1	1	1
1.50	0	1	0	0	1	1	0	0
1.75	0	1	0	1	1	0	0	1
2.00	0	1	1	0	0	1	1	0
2.25	0	1	1	1	0	0	1	0
2.50	0	1	1	1	1	1	1	1
2.75	1	0	0	0	1	1	0	0
3.00	1	0	0	1	1	0	0	1
3.25	1	0	1	0	0	1	0	1
3.50	1	0	1	1	0	0	1	0
3.75	1	0	1	1	1	1	1	1
4.00	1	1	0	0	1	1	0	0
4.25	1	1	0	1	1	0	0	0
4.50	1	1	1	0	0	1	0	1
4.75	1	1	1	1	0	0	1	0
5.00	1	1	1	1	1	1	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

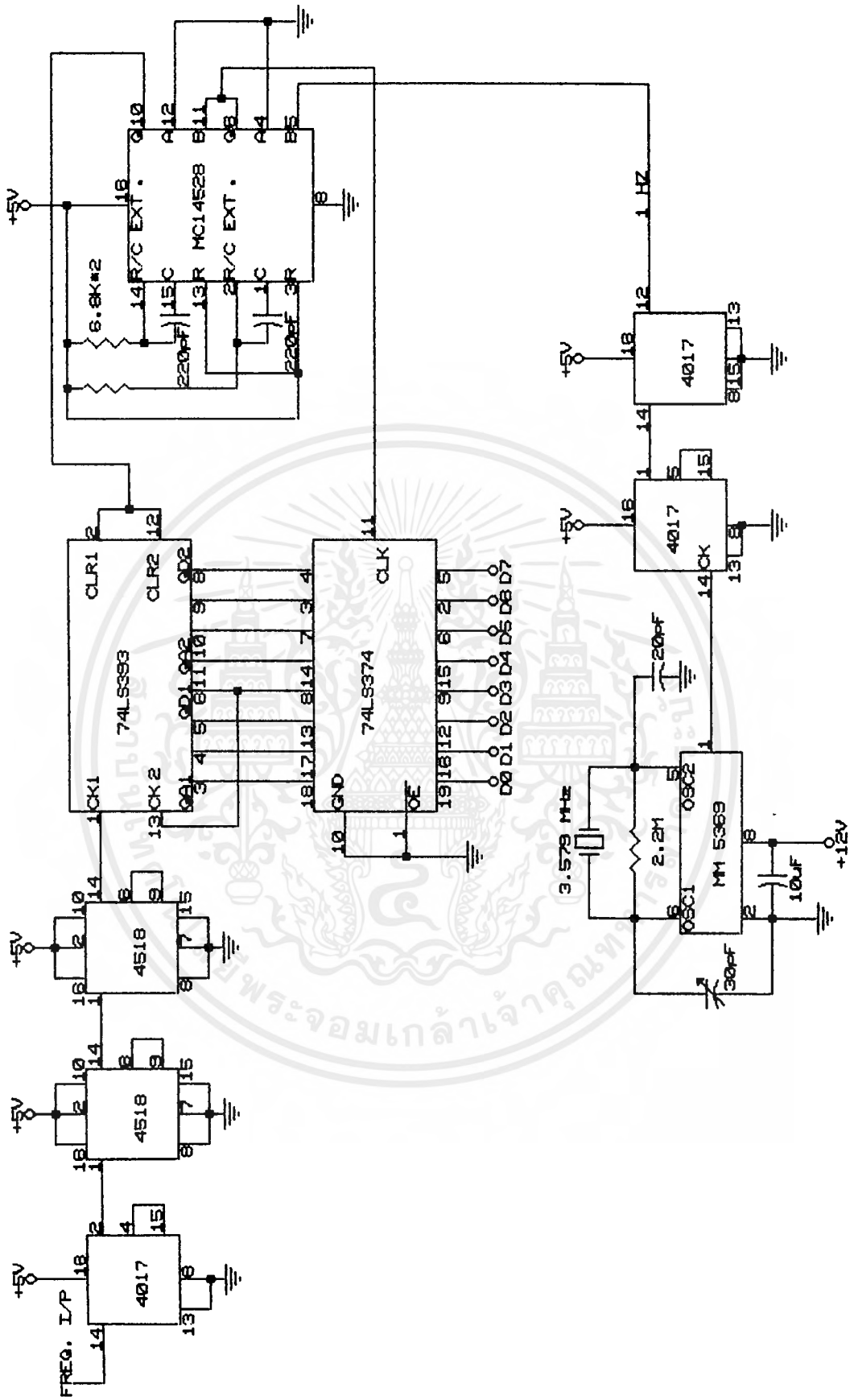
4.5 ส่วนของการวัดความถี่

การทดลองในส่วนของการวัดความถี่นี้ สามารถทำได้โดยการต่อวงจรดังรูปที่ 4.3 แล้วป้อนสัญญาณนาฬิกา (Square Wave) ที่มีความถี่ต่าง ๆ กันเข้าไปที่อินพุต แล้วใช้ลอจิกโปรบวัดระดับลอจิกที่ออกมาจาก 74LS374 ทำการเปรียบเทียบผลจากการทดลองกับการคำนวณ

สำหรับการคำนวณสามารถทำได้ดังนี้

สมมติว่าเราทำการป้อนสัญญาณนาฬิกาความถี่ 2 MHz

$$\begin{aligned} \text{OUTPUT} &= (\text{FREQUENCY INPUT}/20,000) \\ &= 2,000,000 \text{ Hz}/20,000 \\ &= 100_D \\ &= 64_H \end{aligned}$$



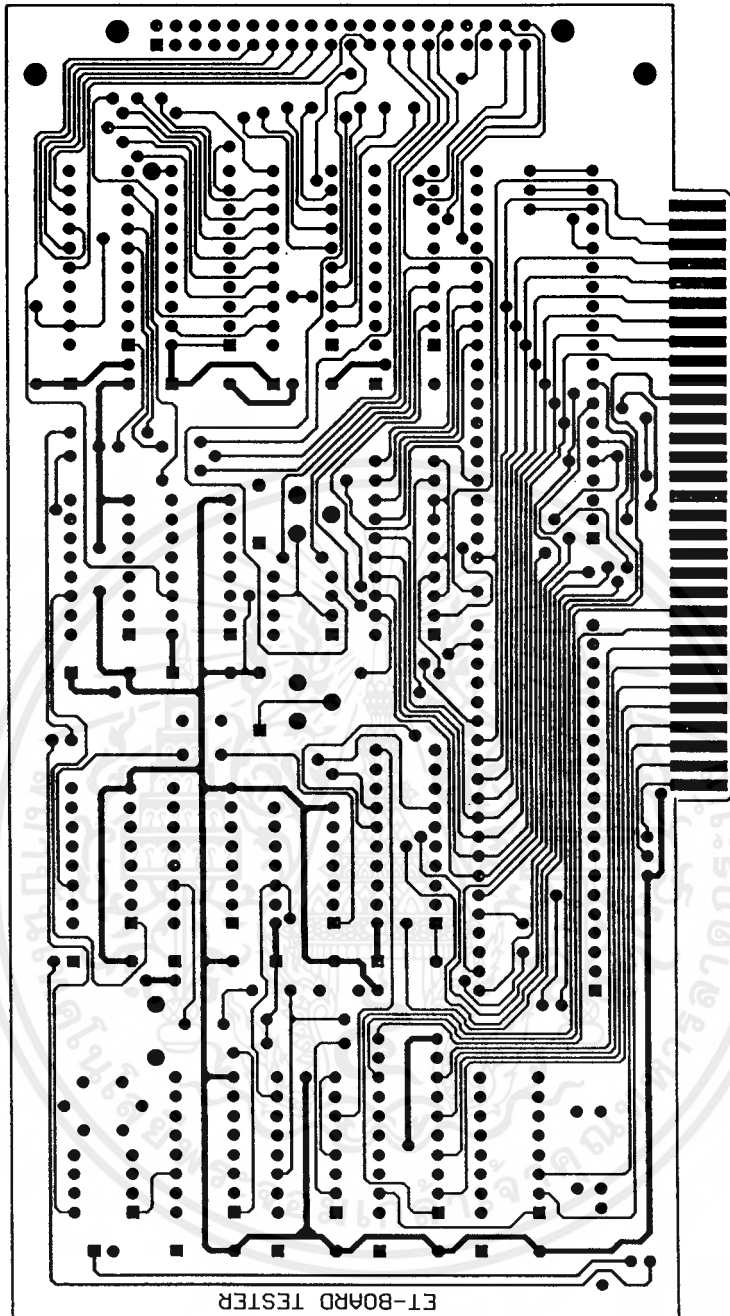
รูปที่ 4.3 วงจรที่ใช้ทดลองในส่วนของ การตรวจสอบความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับผลการทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 4.3

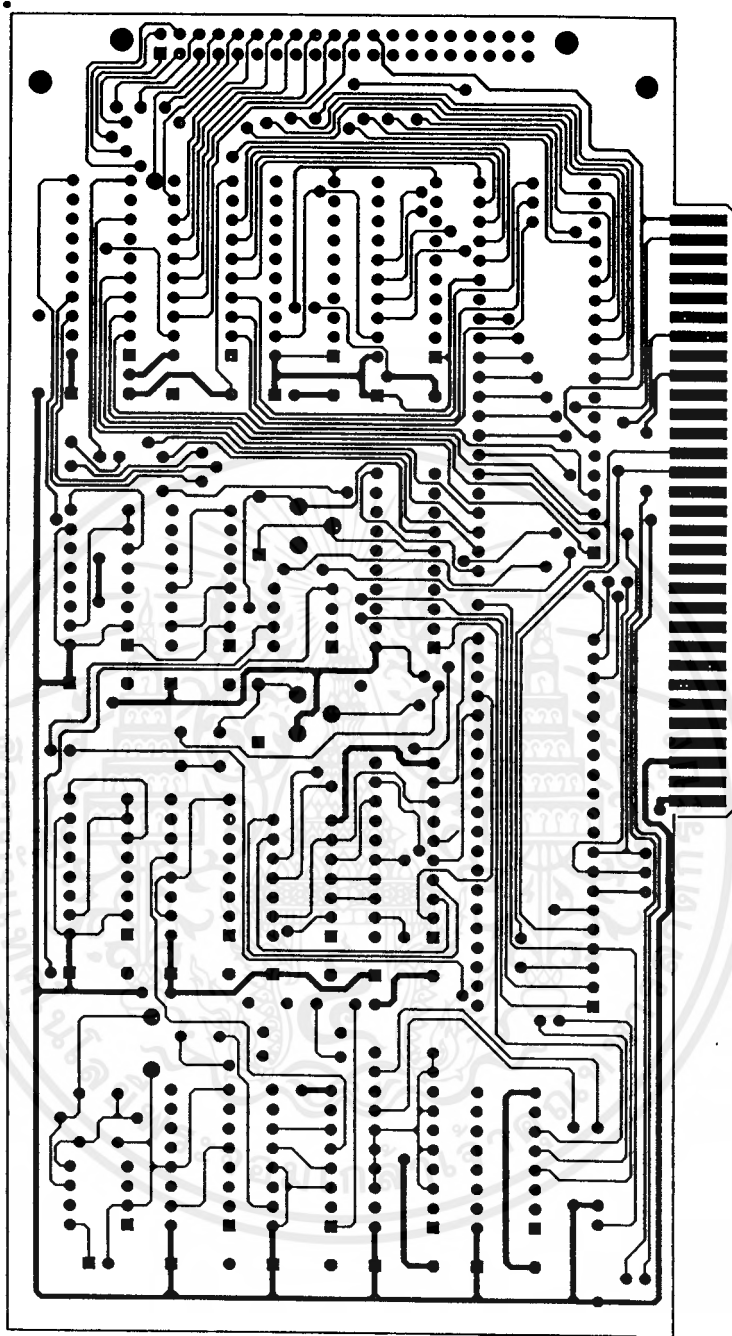
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองในส่วนของการตรวจสอบความถี่

INPUT FREQUENCY (MHz)	OUTPUT ของ 74LS374	
	DECIMAL	HEXADECIMAL
1.00	50	32
1.79	90	5A
2.00	100	64
2.50	125	7D
3.00	150	96
3.58	179	B3
4.00	200	C8
4.50	225	E1
5.00	250	FA
5.10	255	FF



รูปที่ 4.5 แสดงลายวงจรพิมพ์ด้านบน

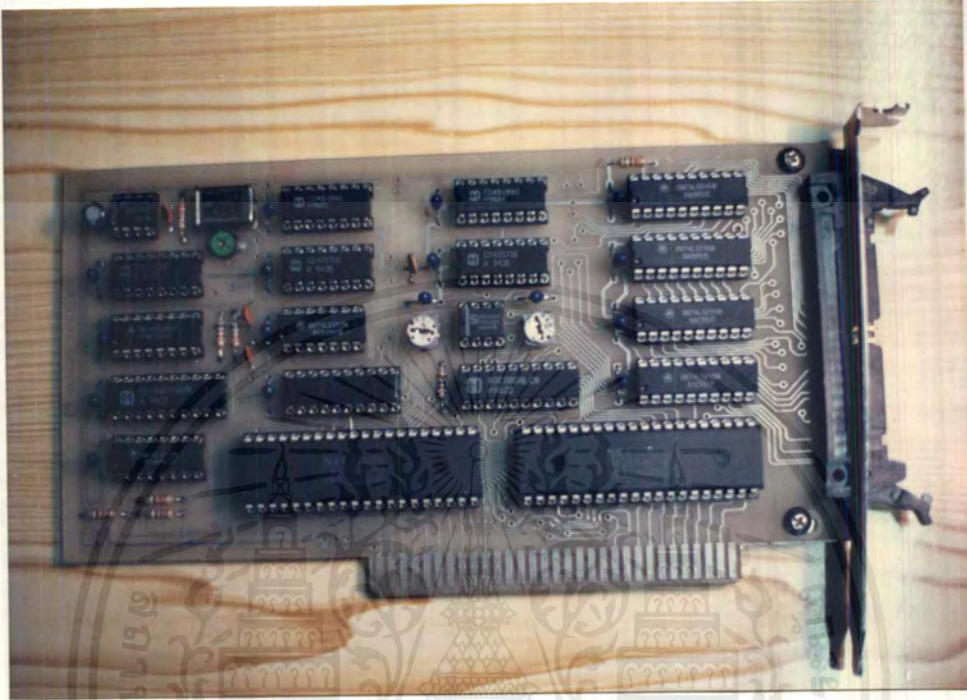
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงลายวงจรพิมพ์ด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผลการทดลองถูกต้อง ก็ให้นำวงจรทุกส่วนมาออกแบบลายวงจรพิมพ์ และทำการ
ลงอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์ จะได้เครื่องต้นแบบออกมา ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.7 และรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.7 แสดงรูปของเครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้น



รูปที่ 4.8 แสดงการติดตั้งใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลของโครงการงาน และข้อเสนอแนะ

5.1 คำนำ

ก่อนที่จะทำโครงการงาน สิ่งที่จะต้องทำเป็นอันดับแรกคือ แหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการงาน จะต้องหาข้อมูลให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แหล่งข้อมูลส่วนมากได้มาจาก หนังสือวารสารและ ตำราต่างๆ จากนั้นก็เริ่มทำการออกแบบวงจร ทดลอง และปรับปรุงแก้ไข เมื่อได้ผลตาม ต้องการแล้ว จึงนำมาต่อเป็นวงจรที่สมบูรณ์

5.2 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอง เครื่องตรวจสอบไมโครโปรเซสเซอร์แชนเนลเดี่ยว ได้ผลสรุปของ การทดลองดังนี้คือ

5.2.1 การทดสอบหน่วยความจำประเภท RAM

จากการตรวจสอบหน่วยความจำประเภท RAM เบอร์ 6264 บนเครื่อง ET-BOARD ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้ 8 กิโลไบต์ การตรวจสอบทำได้ถูกต้อง และมีความรวดเร็วพอสมควร ซึ่งในการตรวจสอบถ้าหน่วยความจำสามารถทำงานได้เป็นปกติ จะมีการแสดงผลบนหน้าจอว่า "RAM GOOD!" แต่ถ้าหน่วยความจำเกิดการทำงานผิดพลาดจะมีการแสดงผลบนหน้าจอว่า "RAM ERROR!" และแสดงผลที่ทราบว่าเป็นความผิดพลาดที่แอดเดรสใดบ้าง

5.2.2 การทดสอบ MONITOR ROM

จากการทดสอบ ในส่วนโปรแกรมมอนิเตอร์ของ EPROM เบอร์ 27256 ที่อยู่บน ET-BOARD โดยจะทำการทดสอบตั้งแต่แอดเดรส 0000H-1FFFH จำนวน 8 กิโลไบต์ จากผล การทดลองสามารถตรวจสอบได้ถูกต้อง และมีความเร็วพอสมควร

5.2.3 การทดสอบส่วนของการแสดงผลของ ET-BOARD

การทดสอบหาความผิดปกติของ 7-SEGMENT บนเครื่อง ET-BOARD เมื่อทำการ ทดสอบแล้ว จะเห็นเป็นตัวอักษร "8." รังจากซ้ายมือไปยังขวามือที่ละหลักจนครบทุกหลัก แล้ว จะสั่งให้ LED FLAG ติดสว่างทั้ง 8 ดวง ถ้าหลักใดหรือดวงใดขาดหรือทำงานไม่สมบูรณ์ ก็ สามารถสังเกตเห็นได้ ซึ่งจากการทดสอบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

5.2.4 การทดสอบดีบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบด้วยบอร์ดบน EST-BOARD เมื่อกดด้วยคีย์บอร์ดบน EST-BOARD คีย์ที่ถูกกดจะถูกนำมาแสดงบนจอภาพของเครื่อง PC ถ้ากดคีย์ใดแล้วไม่เกิดการแสดงผลแสดงว่าคีย์นั้นมีปัญหา ซึ่งจากการทดสอบสามารถตรวจสอบได้ 23 คีย์

5.2.5 การทดสอบแรงดัน

ในส่วนของการทดสอบแรงดัน จะใช้ไอซีที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัลแล้วนำเอาสัญญาณดิจิทัลไปประมวลผล แล้วแสดงค่าของแรงดันขณะนั้นออกมา ซึ่งปกติแล้วค่าแรงดันควรจะอยู่ระหว่าง 4.9 โวลต์ถึง 5.1 โวลต์ ถ้าแรงดันที่วัดได้มีค่าต่ำกว่า 4.5 โวลต์ จะมีสัญญาณเตือน และแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าค่าของแรงดันผิดปกติ

5.2.6 การทดสอบความถี่ของสัญญาณนาฬิกา

ในส่วนของการทดสอบความถี่จะใช้หลักการหาความถี่ลงมา แล้วนำผลของการหารมาประมวลผลแล้วแสดงผลค่าความถี่ออกมา ปกติแล้วความถี่จะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.578 MHz - 3.58 MHz ถ้าความถี่ที่วัดได้มีค่าต่ำกว่า 3.55 MHz จะเกิดสัญญาณเตือนและแจ้งให้ทราบว่าความถี่ผิดพลาด ซึ่งทำให้สันนิษฐานได้ว่าสาเหตุอาจเกิดจากภาคผลิตความถี่ จากการทดสอบสามารถตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง

5.3 ข้อเสนอแนะ

ก่อนจะเริ่มใช้โปรแกรมทุกครั้งจะต้องแน่ใจว่าคีย์บอร์ด สัมผัสกับขาของ Z-80 อย่างสนิท เพราะมีเช่นนั้นจะทำให้ผลของการตรวจสอบเกิดการผิดพลาดขึ้นได้ และจากการตรวจสอบหาอาการเสียทั้งหมดที่กล่าวมา เป็นการทดลองตรวจสอบบนเครื่อง EST-BOARD หากจะคิดแปลงมาใช้ได้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แผนผังเดี่ยวของบริษัทอื่น ก็สามารถทำได้ โดยการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมในส่วนของการทดสอบ EPROM การตรวจสอบหน่วยความจำ ประเภทอ่านและเขียนข้อมูลได้ และส่วนของการทดสอบคีย์บอร์ด ส่วนการทดสอบแรงดันและความถี่นั้นสามารถทำได้โดยไม่ต้องปรับปรุง

5.4 อุปสรรคในการทำงาน

5.4.1 เกิดความล่าช้าเนื่องจากการศึกษาการเขียนซอฟต์แวร์บางส่วน

5.4.2 แผ่นข้อมูลเสียหายอันเนื่องมาจากการขีดาว์รัส

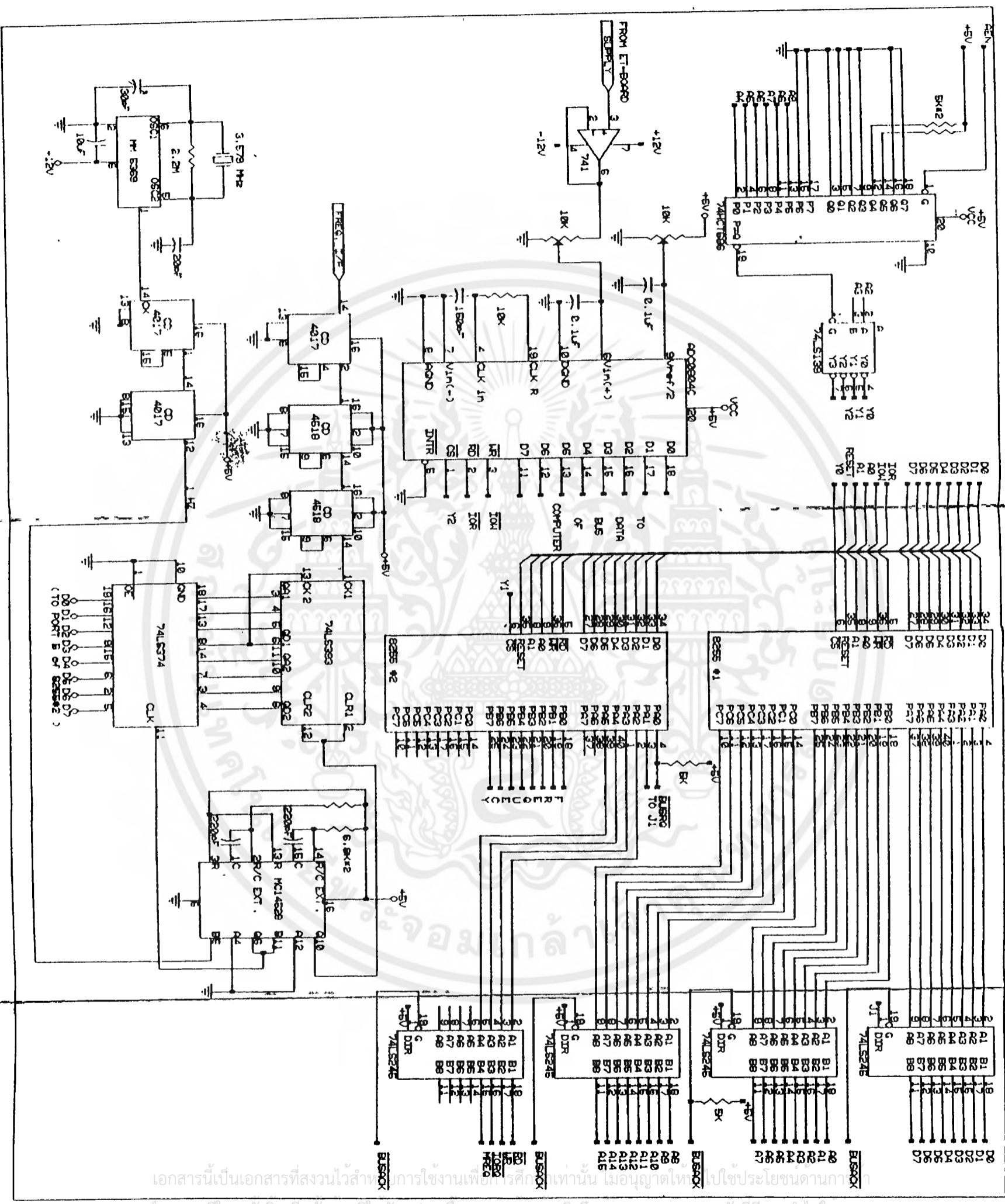
เอกสารอ้างอิง

1. บัณฑิต จามรภูติ, ฮาร์ดแวร์ไมโครคอมพิวเตอร์, กรุงเทพฯ, ทก.เอช-เอนการพิมพ์, 2534.
2. มนตรี พจนารถลาวัณย์, การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยเทอร์โบเบสิก, กรุงเทพฯ, ทก.เอช-เอนการพิมพ์, 2533.
3. ยืน ภู่วรรณ, เทคโนโลยีไมโครคอมพิวเตอร์ 16 บิต, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ, ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2532.
4. ยืน ภู่วรรณ, ทฤษฎีและการประยุกต์ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80, กรุงเทพฯ, ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2532.
5. วิบูลย์ ชื่นแขก, ไมโครโปรเซสเซอร์, กรุงเทพฯ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2532.

ภาคผนวก

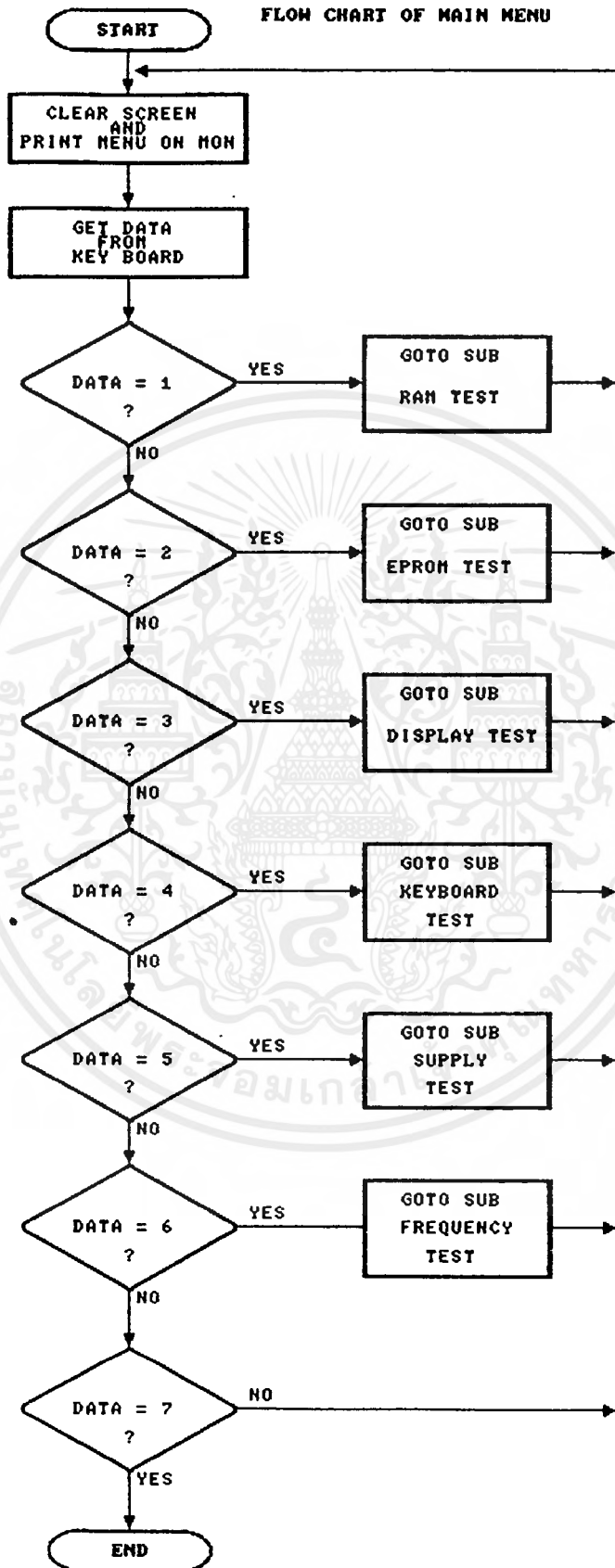


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจรสำหรับเชื่อมต่อเครื่องตรวจจลอบทานาตรคอมพิวเตอร์แบบพกพาเดี่ยว

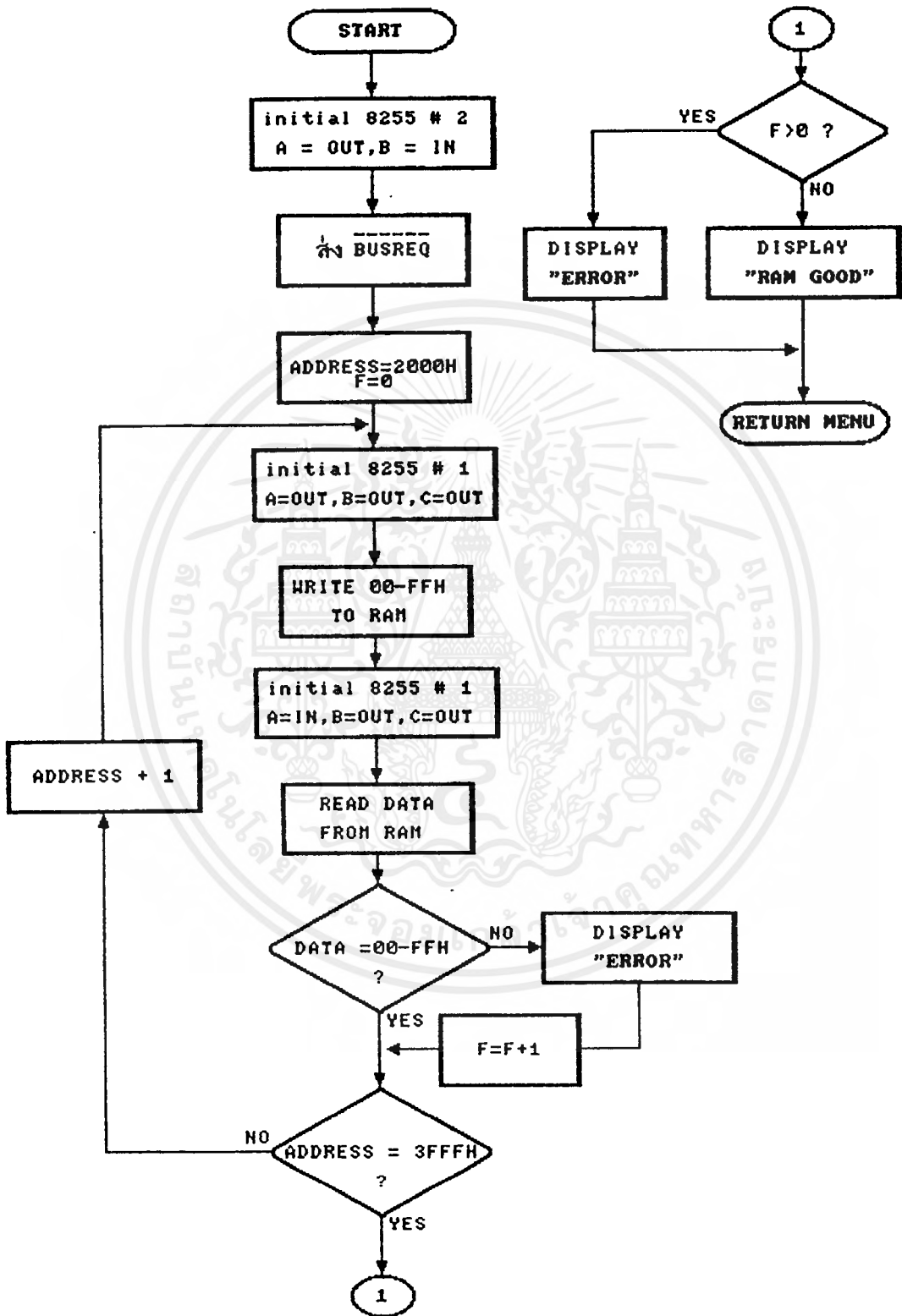
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยนาัดให้ไปประโยชน์คนนอก
 ไมวากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดแปลงเนื้อหาและตองอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป Flow Chart แสดงเมนูหลัก (Main Menu)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

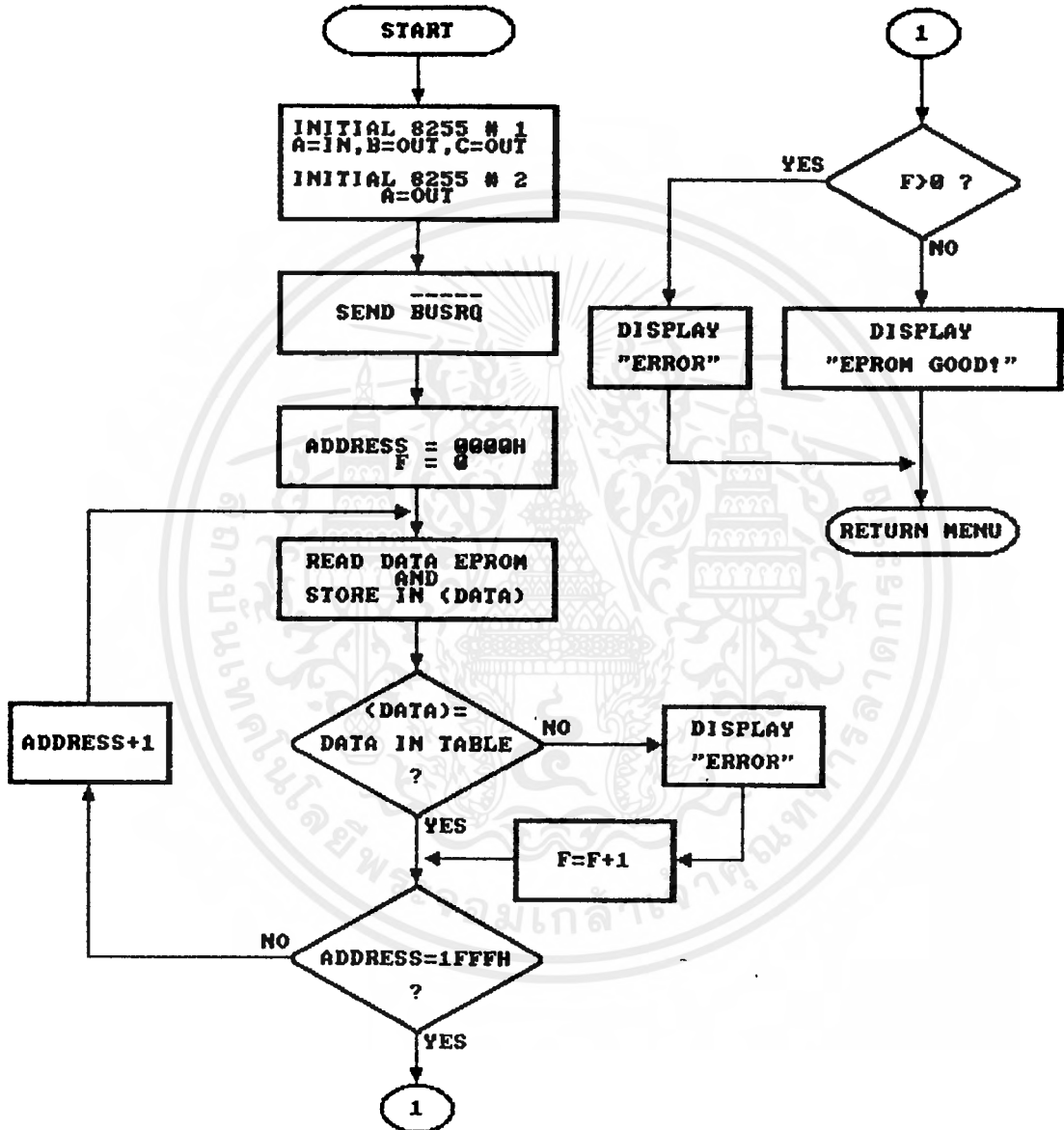
FLOW CHART OF RAM TEST



รูป Flow Chart แสดงการตรวจสอบ RAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้จัดทำนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

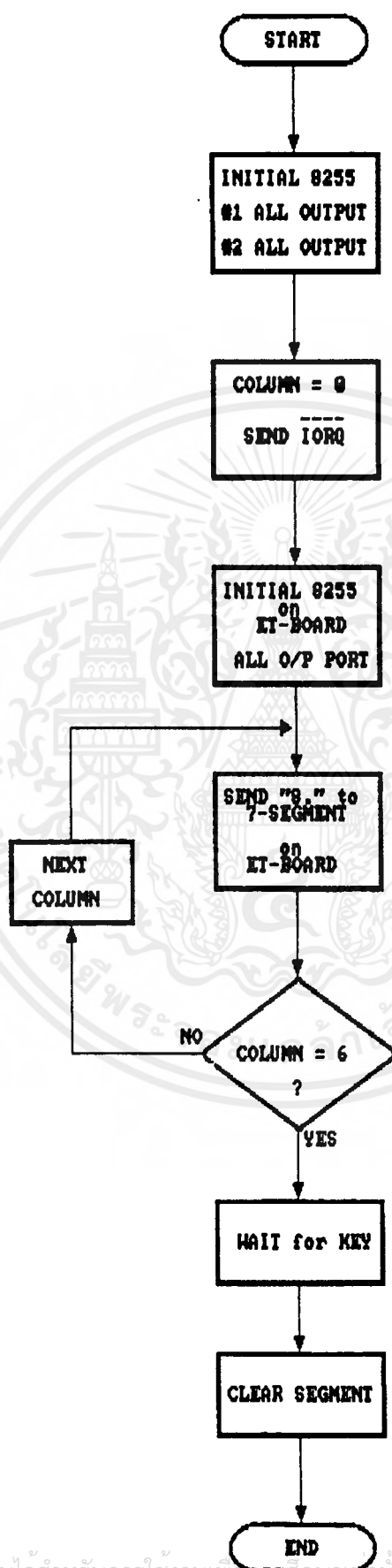
FLOW CHART OF MONITOR EPROM TEST



รูป Flow Chart แสดงการตรวจสอบชิปเตอร์ EPROM

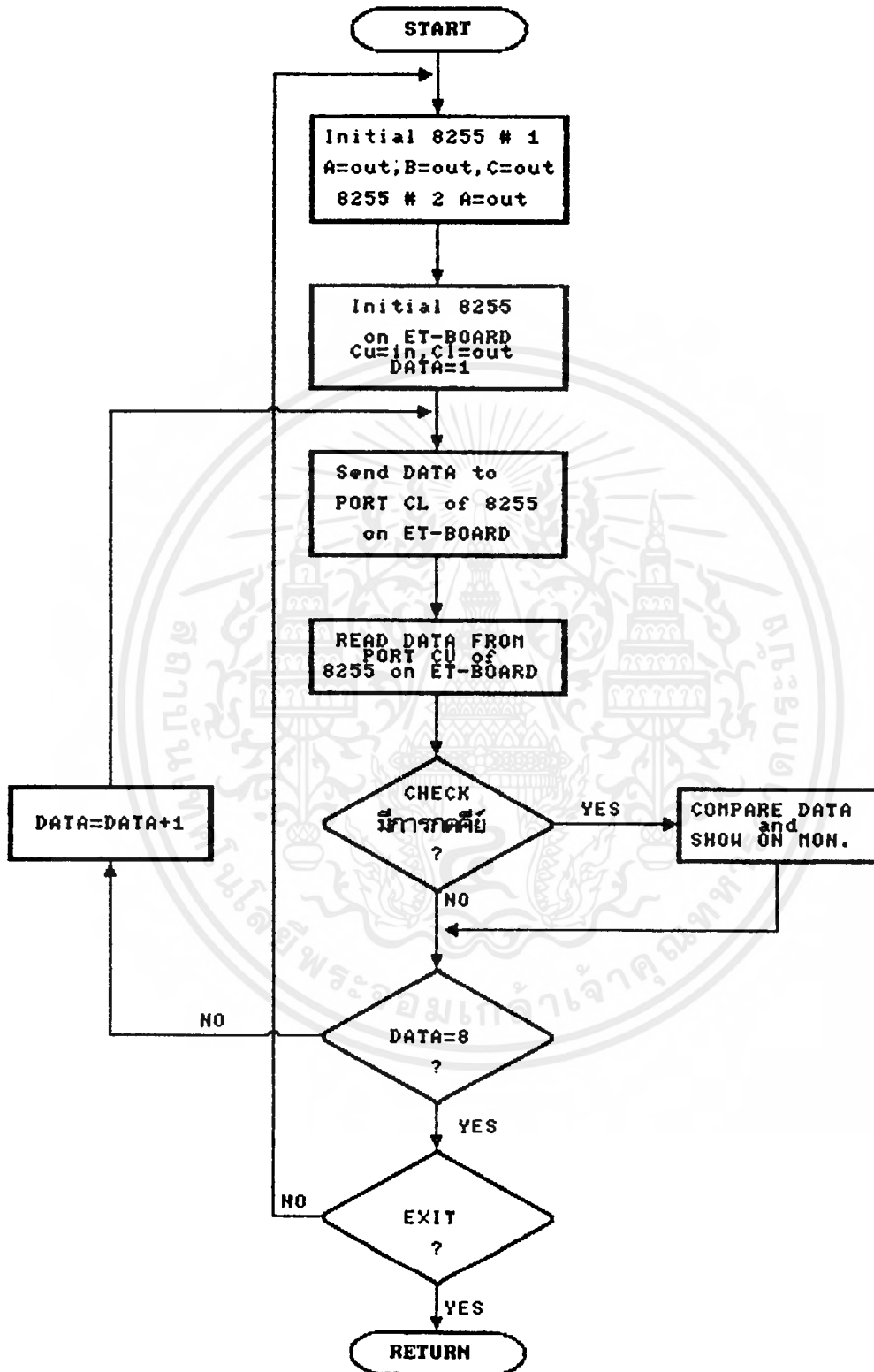
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้คิดเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOW CHART OF DISPLAY TEST



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้ง **รูป Flow Chart แสดงการตรวจสอบภาคแสดงผล (7-Segment)** ึ่งที่มีการนำไปใช้

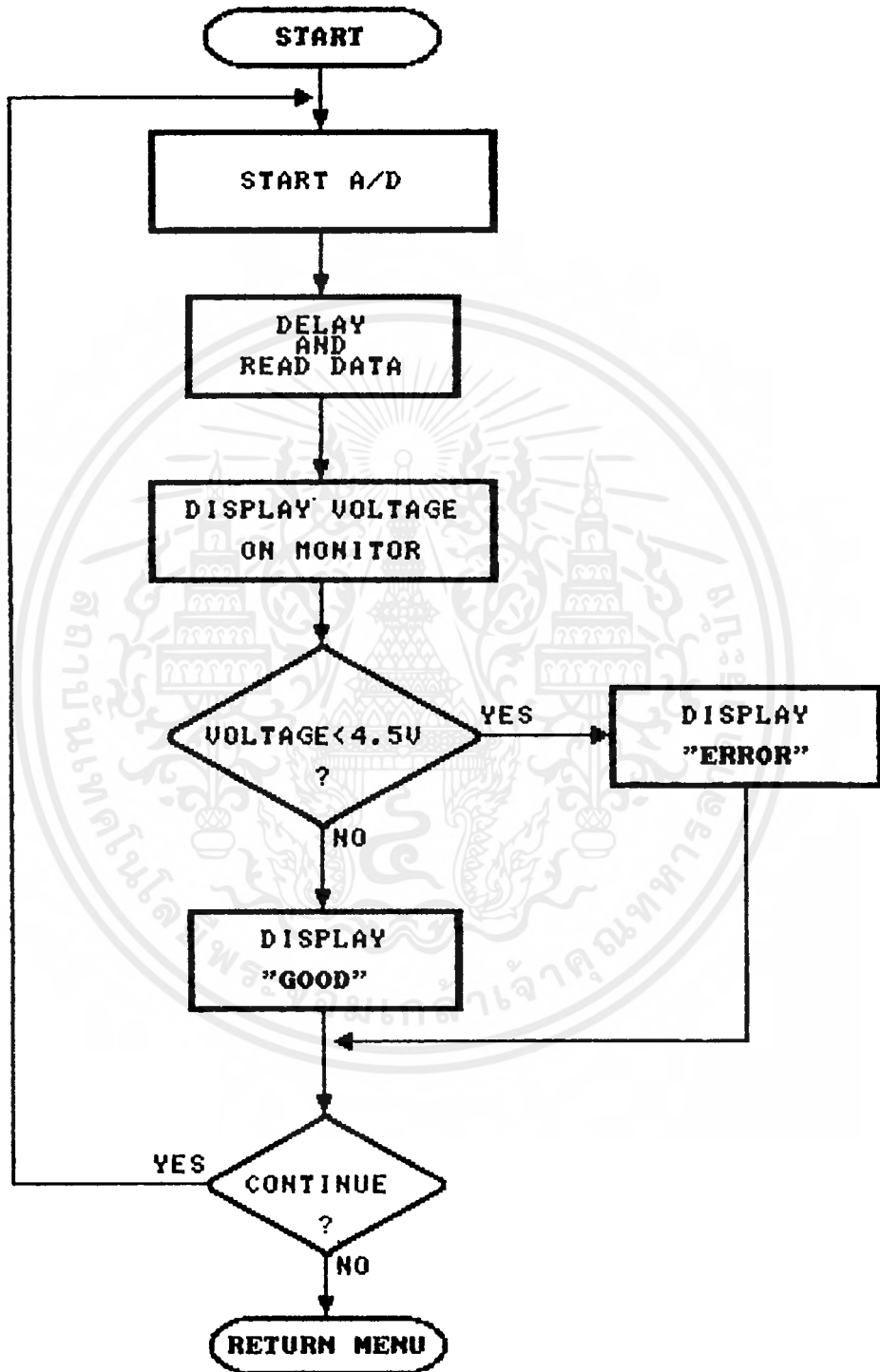
FLOW CHART OF KEYBOARD TEST



รูป Flow Chart แสดงการตรวจสอบภาคเคีบอร์ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

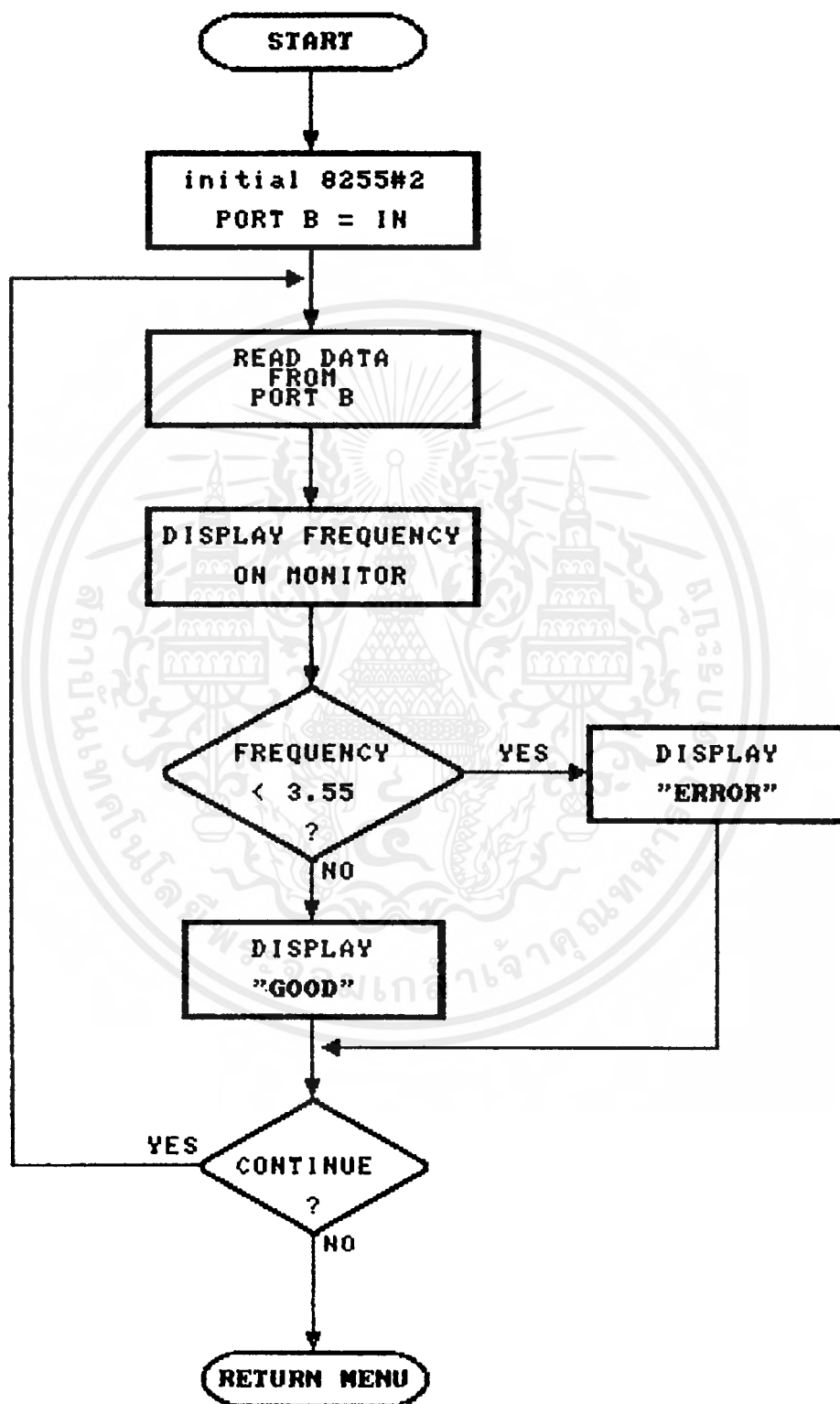
FLOW CHART OF SUPPLY TEST



รูป Flow Chart แสดงการตรวจสอบแรงดันที่จ่ายที่ Z-80

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เฉพาะในพิธีกรรมาธิการเท่านั้น เมื่อผู้ผูกตเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOW CHART OF FREQUENCY (CLOCK) TEST



รูป Flow Chart แสดงการตรวจสอบความถี่ของ Z-80

โปรแกรมตรวจสอบไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยวรุ่น ET-BOARD VERSION 3.5

MENU :

```

CLEAR : CLS : BEEP : GOSUB TBL : COLOR 13,0
LOCATE 5, 25: PRINT " ***** MENU ***** "
COLOR 14,0
LOCATE 8,10 : PRINT " "
LOCATE 8,25 : PRINT " "
LOCATE 8,18 : PRINT "1. RAM TEST IN ADDRESS 2000H - 3FFFH "
LOCATE 10,18 : PRINT "2. MONITOR EPROM TEST "
LOCATE 12,18 : PRINT "3. DISPLAY TEST "
LOCATE 14,18 : PRINT "4. KEYBOARD TEST "
LOCATE 16,18 : PRINT "5. SUPPLY TEST "
LOCATE 18,18 : PRINT "6. FREQUENCY TEST"
LOCATE 20,18 : PRINT "7. EXIT "
COLOR 10,0 : LOCATE 23,23 : PRINT " Please Select Number (1-7) "
COLOR 7, 0
A$ = INPUT$(1)
IF A$ = "1" THEN GOTO RAM
IF A$ = "2" THEN GOTO EPROM
IF A$ = "3" THEN GOTO DISPLAY
IF A$ = "4" THEN GOTO KEYBOARD
IF A$ = "5" THEN GOTO SUPPLY
IF A$ = "6" THEN GOTO FREQ1
IF A$ = "7" THEN GOTO XIT
GOTO MENU

```

REM ***** This part is supply (vcc) test *****

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUPPLY :

```

CLEAR : CLS : BEEP : GOSUB TBL : COLOR 10,0
LOCATE 5, 17 : PRINT " *** VCC VOLTAGE OF Z-80 (+5V) TEST *** "
COLOR 7, 0
CON1:
OUT &H307, 130          'initial 8255#2 OUT IN OUT
OUT &H304, 255          'send BUSRQ=WR=RD=IORQ=MREQ=1
OUT &H308, 255          'start ADC0804C
SUPPLY1 = INP(&H308)    'get data
SUPPLY2 = (SUPPLY1 * 5.10) / 255
IF SUPPLY2 > 5.09 THEN GOTO ERRSUPP2
COLOR 12,0 : LOCATE 12, 18: PRINT "VCC VOLTAGE OF Z-80 CPU = ";
PRINT USING "#.##"; SUPPLY2;
PRINT " VOLTS" : COLOR 7,0
FOR I=1 TO 1000 : NEXT I
IF SUPPLY2 < 4.50 THEN GOTO ERRSUPP1
LOCATE 14,26 : PRINT " "
LOCATE 16,26 : PRINT " "
COLOR 6,0
LOCATE 18,23 : PRINT " VCC VOLTAGE OF Z-80 IS GOOD !"
COLOR 7,0
XIT1:
COLOR 13,0 : LOCATE 21,30 : PRINT " PRESS 'X' TO EXIT"
COLOR 7,0
B$=INKEY$ : IF B$="X" OR B$="x" THEN GOTO MENU
GOTO CON1
ERRSUPP1:

```

```

IF SUPPLY2 < 1 THEN GOTO ERRSUPP2

```

```

LOCATE 18,23 : PRINT " "
LOCATE 14,26 : PRINT " "
COLOR 5,0
LOCATE 16,26 : PRINT " VCC(+5V) ERROR ! "
COLOR 7,0
GOTO XIT1
ERRSUPP2:
LOCATE 16,26 : PRINT " "
LOCATE 18,23 : PRINT " "
COLOR 11,0
LOCATE 14,26 : PRINT " ( NO SUPPLY VOLTAGE !! )"
COLOR 7,0
GOTO XIT1

REM ***** This part is FREQUENCY TEST *****
FREQ1 :
CLEAR : CLS : BEEP : GOSUB TBL
LOOPFREQ:
LOCATE 14,26 : PRINT " "
COLOR 10,0
LOCATE 5,20:PRINT " *** FREQUENCY ( CLOCK ) TEST *** "
COLOR 7,0
LOOP1:
FREQ1 = INP(&H305) 'get data
FREQ2 = (FREQ1 * 2) / 100
IF FREQ2 > 5 THEN GOTO ERRFREQ2
COLOR 12,0 : LOCATE 12,25: PRINT "FREQUENCY = ";
PRINT USING "#.##"; FREQ2 ;

```

```

PRINT " MHz." : COLOR 7,0
IF FREQ2 < 3.40 THEN GOTO ERRFREQ1
LOCATE 16,26: PRINT " "
LOCATE 14,26: PRINT " "
COLOR 6,0
LOCATE 18,26: PRINT "FREQUENCY GOOD ! "
COLOR 7,0
XIT2:
COLOR 13,0 : LOCATE 22,25: PRINT " Press 'X' To Exit"
COLOR 7,0 : D$=INKEY$
IF D$="X" OR D$="x" THEN GOTO MENU
GOTO LOOPFREQ
ERRFREQ1:
IF FREQ2 < 1 THEN GOTO ERRFREQ2
LOCATE 14,26 : PRINT " "
LOCATE 18,26 : PRINT " "
COLOR 5,0
LOCATE 16, 26: PRINT "FREQUENCY ERROR !"
COLOR 7,0
GOTO XIT2
ERRFREQ2:
LOCATE 18,26 : PRINT " "
LOCATE 16,26 : PRINT " "
COLOR 11,0
LOCATE 14, 26: PRINT " ( NO FREQUENCY !! )"
COLOR 7,0
GOTO XIT2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REM ***** This part is DISPLAY TEST *****

DISPLAY :

CLEAR : CLS : BEEP : GOSUB TBL

COLOR 10,0

LOCATE 5, 21: PRINT " ***** TEST DISPLAY ***** "

COLOR 12,0

LOCATE 8, 18 : PRINT " Please any key to test display"

COLOR 7,0 : A\$ = INPUT\$(1)

LOCATE 8,18 : PRINT " "

COLOR 6,0

LOCATE 12,18 : PRINT " TESTING DISPLAY NOW....."

COLOR 7,0

OUT &H303, 128 'int.8255#1 all o/p port

OUT &H307, 128 'int.8255#2 all o/p port

OUT &H304, 254 'send BUSRQ=0

NOPORT=3: MAGG=128: GOSUB DISWR1 'int.U8 on et-board all o/p

NOPORT=1: MAGG=255: GOSUB DISWR1 'send data FFH (number 8)

CONDISP:

NOPORT=2: MAGG=0: GOSUB DISWR : PLAY "C" 'enable column 0

NOPORT=2: MAGG=1: GOSUB DISWR : PLAY "D" 'enable column 1

NOPORT=2: MAGG=2: GOSUB DISWR : PLAY "E" 'enable column 2

NOPORT=2: MAGG=3: GOSUB DISWR : PLAY "F" 'enable column 3

NOPORT=2: MAGG=4: GOSUB DISWR : PLAY "G" 'enable column 4

NOPORT=2: MAGG=5: GOSUB DISWR : PLAY "A" 'enable column 5

NOPORT=2: MAGG=6: GOSUB DISWR : PLAY "B" 'enable column 6

COLOR 12,0

LOCATE 12, 18 : PRINT " TESTING COMPLETE..... "

BEEP : COLOR 14,0

```

LOCATE 20,24 : PRINT " Please any key to menu.....  "
COLOR 7,0 : A$ = INPUT$(1)
NOPORT=1: MAGG=0: GOSUB DISWR1      'clear 7-segment
OUT &H304, 1                          'send BUSRQ=1
GOTO MENU
DISWR:
OUT &H301, NOPORT                      'select number port
OUT &H300, MAGG                        'send data
OUT &H304, 38                          'send BUSRQ=WR=IORQ=0
FOR I = 1 TO 8 : NEXT I
OUT &H304, 254                          'send BUSRQ=0, WR=IORQ=1
FOR DELAYT = 1 TO 800 : NEXT DELAYT
RETURN
DISWR1:
OUT &H301, NOPORT
OUT &H300, MAGG
OUT &H304, 38
OUT &H304, 254
RETURN

REM      ***** This part is RAM TEST *****
RAM :
CLEAR : CLS : BEEP : GOSUB TBL
COLOR 10,0
LOCATE 5,25 : PRINT " ***** RAM TEST ***** "
COLOR 3,0
LOCATE 8,20 : PRINT "  TEST IN ADDRESS 2000H - 3FFFH..."
COLOR 12,0 : LOCATE 11,22 : PRINT "  address      :"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LOCATE 13,22 : PRINT " data write :"  

LOCATE 15,22 : PRINT " data read :"  

LOCATE 17,22 : PRINT " status      :"  

COLOR 6,0 : LOCATE 22,10 : PRINT "JUST MOMENT PLEASE.."  

COLOR 13,0  

LOCATE 20,32 : PRINT " Press 'X' to Exit" : COLOR 14,0  

REM ***** CHECK RAM CONNECTION *****  

OUT &H307,128          'initial 8255#1 out,out,out  

OUT &H303,128          'initial 8255#2 out,out,out  

OUT &H304,62           'busreq and dir=1  

OUT &H302,32           'HIGH ADDRESS  

OUT &H301,0            'LOW ADDRESS      'send address  

OUT &H304,30           'send mreq  

OUT &H300,0            'send data  

OUT &H304,22           'send wr=low  

OUT &H304,62           'send wr=high  

OUT &H303,144          'initial 8255#1 in,out,out  

OUT &H307,128          'initial 8255#2 out,out,out  

OUT &H304,252          'send dir and busreq = low  

OUT &H301,0  

OUT &H302,32           'send address  

OUT &H304,24           'mreq and rd = low  

RAM = INP(&H300)       'get data  

OUT &H304,252          'mreq and rd = high  

IF RAM = &HFF THEN GOTO NORAM  

REM      ** This Part is Write Data to RAM **  

FA=0 : ADD = 8192  

FOR ADDH = 32 TO 63

```

```

FOR ADDL = 0 TO 255
OUT &H307,128      'initial 8255 1 out,out,out
OUT &H303,128      'initial 8255 2 out,out,out
OUT &H304,62       'bureq and dir=1
OUT &H302,ADDH     'HIGH ADDRESS
OUT &H301,ADDL     'LOW ADDRESS      'send address
OUT &H304,30       'send mreq
OUT &H300,ADDL     'send data
OUT &H304,22       'send wr low
OUT &H304,62       'send wr high
LOCATE 11,41 : PRINT HEX$(ADD);"H"
LOCATE 13,43 : PRINT HEX$(ADDL);"H"
R$=INKEY$
IF R$="X" OR R$="x" THEN GOTO RAMEXIT
REM      ** This Part is Read Data from RAM **
OUT &H303,144      ' initial 8255 1 in,out,out
OUT &H307,128      ' initial 8255 2 out,out,out
OUT &H304,252      ' send dir low and busreq
OUT &H301,ADDL
OUT &H302,ADDH     ' send address
OUT &H304,24       ' mreq low and rd low
RAM = INP(&H300)   ' get data
OUT &H304,252      'mreq and rd high
LOCATE 15,43 : PRINT HEX$(RAM);"H"
ADD = ADD + 1
IF RAM <> ADDL THEN RAMERR
RAMLOOP:

```

COLOR 14,0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

NEXT ADDL : NEXT ADDH

COLOR 6,0

LOCATE 17,40 : PRINT " RAM GOOD! " : BEEP

IF FA>0 THEN LOCATE 17,40 : PRINT " RAM ERROR ! " : BEEP

COLOR 7,0

LOCATE 20,20 : PRINT " "

LOCATE 22,10 : PRINT " "

COLOR 5,0

LOCATE 22,25 : PRINT " Please any key to menu....."

A$ = INPUT$(1)

OUT &H304,1

GOTO MENU

RAMERR:

FA=FA+1

LOCATE 22,10 : PRINT " "

COLOR 4,0 : LOCATE 17,40 :PRINT " RAM ERROR ! " : BEEP

COLOR 6,0

LOCATE 20,20 : PRINT " Do You Want To Continue (Y/N)?_Y"

COLOR 18,7 : LOCATE 20,53 : PRINT "Y" : COLOR 14,0

A$ = INPUT$(1)

IF A$="N" OR A$="n" THEN GOTO RAMEXIT

LOCATE 20,20 : PRINT " "

COLOR 18,7: LOCATE 22,10 :PRINT "JUST MOMENT PLEASE.."

COLOR 5,0 : LOCATE 20,32 : PRINT " Press 'X' to Exit"

GOTO RAMLOOP

NORAM:

BEEP : COLOR 18,7 : LOCATE 17,40 : PRINT " RAM NOT CONNECTED !!!"

COLOR 7,0

```

```

LOCATE 22,10 : PRINT "
LOCATE 20,20 : PRINT "      PRESS ANY KEY TO MENU      "
K$ = INPUT$(1)
RAMEXIT:
OUT &H304,1
GOTO MENU

```

```

REM      ***** This part is KEYBOARD TEST *****

```

KEYBOARD :

```
CLEAR : BEEP : CLS
```

```
KEYCONF:
```

```
COLOR 14,1
```

```
LOCATE 3,17 :PRINT"          TEST KEYBOARD          "
```

```
COLOR 11,0
```

```
LOCATE 5,17 :PRINT "          "          "
```

```
LOCATE 6,17 :PRINT "  C      D      E      F      REG      MON  "          "
```

```
LOCATE 7,17 :PRINT "          "          "
```

```
LOCATE 8,17 :PRINT "          "          "
```

```
LOCATE 9,17 :PRINT "  8      9      A      B      DATA      STEP  "          "
```

```
LOCATE 10,17 :PRINT "          "          "
```

```
LOCATE 11,17 :PRINT "          "          "
```

```
LOCATE 12,17 :PRINT "  4      5      6      7      RUN      INC  "          "
```

```
LOCATE 13,17 :PRINT "          "          "
```

```
LOCATE 14,17 :PRINT "          "          "
```

```
LOCATE 15,17 :PRINT "  0      1      2      3      FUNC      DEC  "          "
```

```
LOCATE 16,17 :PRINT "          "          "
```

```
COLOR 2,0 : LOCATE 22,30 : PRINT " Press 'Q' to MENU "
```

```
COLOR 6,0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LOCATE 19,28 :PRINT" TESTING KEYBOARD NOW !"
OUT &H303,128 : OUT &H307,128 : OUT &H304,254
NOPORT = 3 : MAGG = 136      'initial 8255 on ET C1 =out,cu = in
GOSUB KEYLOOP1
NOPORT = 2 : MAGG = 0        ' send data 00 to port C on ET board
GOSUB KEYLOOP1 : GOSUB KEYLOOP2
COLOR 0,7
IF ODD = 96 THEN LOCATE 15,18 :PRINT " 0 ":PLAY "G4MN"
IF ODD = 80 THEN LOCATE 12,18 :PRINT " 4 ":GOSUB DELA:PLAY "G"
IF ODD = 48 THEN LOCATE 9,18 :PRINT " 8 ":PLAY "MLO3E"
NOPORT = 2 :MAGG = 1 :GOSUB KEYLOOP1 :GOSUB KEYLOOP2
IF ODD = 96 THEN LOCATE 15,26 :PRINT " 1 ":PLAY "L8D"
IF ODD = 80 THEN LOCATE 12,26 :PRINT " 5 ":GOSUB DELA:PLAY "E"
IF ODD = 48 THEN LOCATE 9,26 :PRINT " 9 ":GOSUB DELA:PLAY "G"
NOPORT = 2 :MAGG = 2 :GOSUB KEYLOOP1 :GOSUB KEYLOOP2
IF ODD = 96 THEN LOCATE 15,34 :PRINT " 2 ":GOSUB DELA:PLAY "D4"
IF ODD = 80 THEN LOCATE 12,34 :PRINT " 6 ":GOSUB DELA:PLAY "D"
IF ODD = 48 THEN LOCATE 9,34 :PRINT " A ":GOSUB DELA:PLAY "E"
NOPORT = 2 :MAGG = 3 :GOSUB KEYLOOP1 :GOSUB KEYLOOP2
IF ODD = 96 THEN LOCATE 15,42 :PRINT " 3 ":GOSUB DELA:PLAY "C"
IF ODD = 80 THEN LOCATE 12,42 :PRINT " 7 ":GOSUB DELA:PLAY "E"
IF ODD = 48 THEN LOCATE 9,42 :PRINT " B ":PLAY "GMBMN"
NOPORT = 2 :MAGG = 4 :GOSUB KEYLOOP1 :GOSUB KEYLOOP2
IF ODD = 96 THEN LOCATE 15,50 :PRINT "FUNC":GOSUB DELA:PLAY "D"
IF ODD = 80 THEN LOCATE 12,50 :PRINT "RUN ":GOSUB DELA:PLAY "G"
IF ODD = 48 THEN LOCATE 9,50 :PRINT "DATA":GOSUB DELA:PLAY "D"
NOPORT = 2 :MAGG = 5 :GOSUB KEYLOOP1 :GOSUB KEYLOOP2

```

```
IF ODD = 96 THEN LOCATE 6,18:PRINT " C ":PLAY "MNBMT64L803D"
```

```

IF ODD = 80 THEN LOCATE 6,26 :PRINT " D ":GOSUB DELA:PLAY "E"
IF ODD = 48 THEN LOCATE 6,34 :PRINT " E ":GOSUB DELA:PLAY "D"
NOPORT = 2 :MAGG = 6 :GOSUB KEYLOOP1 :GOSUB KEYLOOP2
IF ODD = 96 THEN LOCATE 6,42 :PRINT " F ":GOSUB DELA:PLAY "E"
IF ODD = 80 THEN LOCATE 6,50 :PRINT "REG ":GOSUB DELA:PLAY "O2AL8"
IF ODD = 48 THEN LOCATE 9,58:PRINT "STEP":GOSUB DELA:PLAY "E"
NOPORT = 2 :MAGG = 7 :GOSUB KEYLOOP1 :GOSUB KEYLOOP2
IF ODD = 96 THEN LOCATE 15,58:PRINT "DEC ":GOSUB DELA:PLAY "MLD"
IF ODD = 80 THEN LOCATE 12,58:PRINT "INC ":GOSUB DELA:PLAY "C"
IF ODD = 48 THEN LOCATE 9,58:PRINT "MON "
B$ = INKEY$
IF B$ = "q" OR B$ = "Q" THEN GOTO QUITKEY
GOTO KEYCONT
KEYLOOP1:
OUT &H303,128 : OUT &H301,NOPORT
OUT &H300,MAGG : OUT &H304,38 : OUT &H304,254
RETURN
KEYLOOP2:
OUT &H303,144 : OUT &H301,2 : OUT &H304,40
FOR I = 1 TO 300 : ROAD = INP(&H300) : NEXT I
ODD = ROAD AND 112      ' stay bit 4,5,6 in c upper
OUT &H304,254
RETURN
DELA:
FOR I = 1 TO 100 : NEXT I
RETURN
QUITKEY:
OUT &H304,1 : COLOR 7,0

```

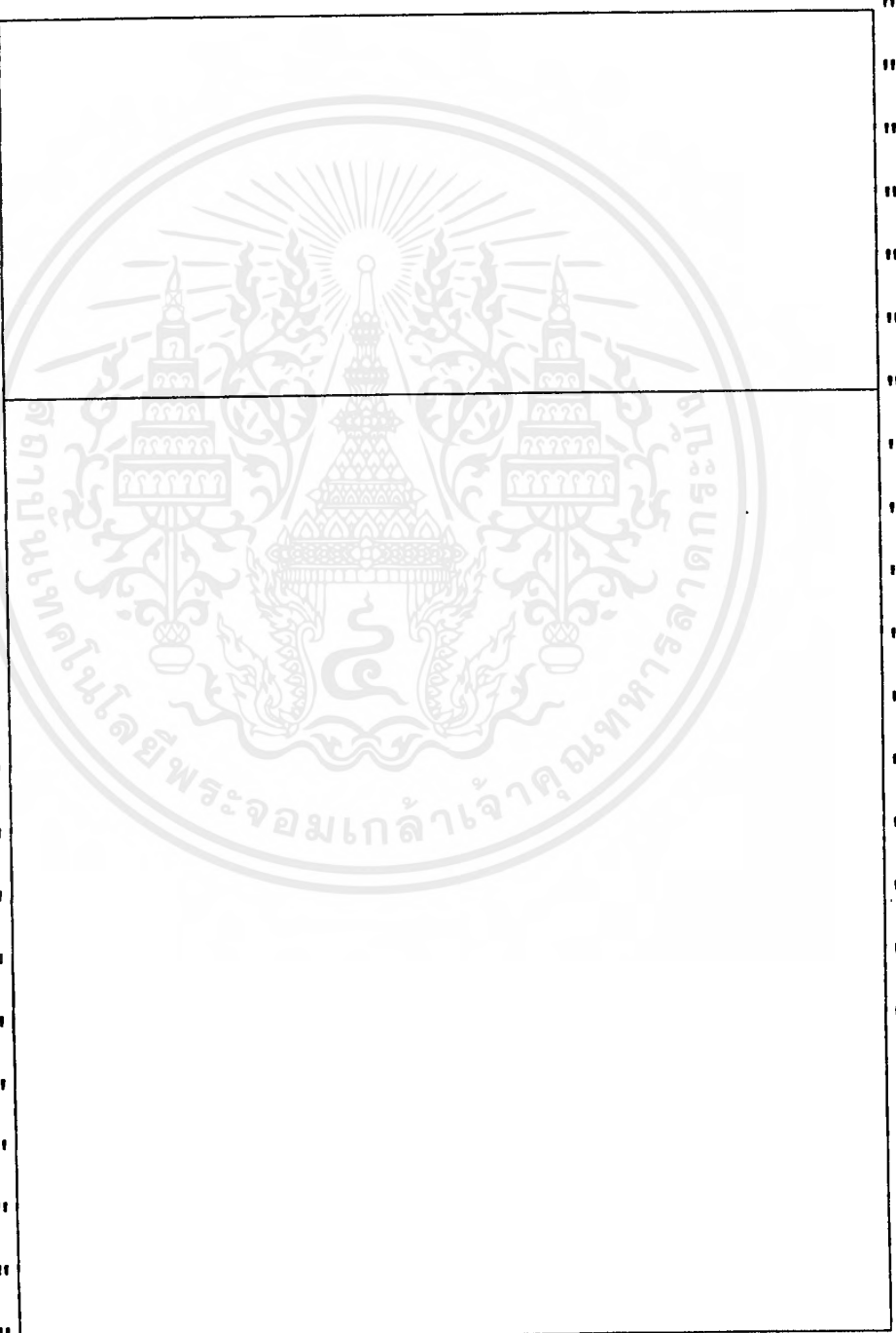
GOTO MENU

REM ***** This part is the TABLE of all part *****

TBL:

CLS : COLOR 11,0

LOCATE 2,9 :PRINT "
 LOCATE 3,9 :PRINT "
 LOCATE 4,9 :PRINT "
 LOCATE 5,9 :PRINT "
 LOCATE 6,9 :PRINT "
 LOCATE 7,9 :PRINT "
 LOCATE 8,9 :PRINT "
 LOCATE 9,9 :PRINT "
 LOCATE 10,9:PRINT "
 LOCATE 11,9:PRINT "
 LOCATE 12,9:PRINT "
 LOCATE 13,9:PRINT "
 LOCATE 14,9:PRINT "
 LOCATE 15,9:PRINT "
 LOCATE 16,9:PRINT "
 LOCATE 17,9:PRINT "
 LOCATE 18,9:PRINT "
 LOCATE 19,9:PRINT "
 LOCATE 20,9:PRINT "
 LOCATE 21,9:PRINT "
 LOCATE 22,9:PRINT "
 LOCATE 23,9:PRINT "



เอกสารนี้ COLOR 7,0 : RETURN เป็นการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XIT :

```
CLS : LOCATE 2,10 :PRINT "EXIT TO DOS....."
```

```
END
```

```
REM ***** This Part is EPROM TEST *****
```

EPROM :

```
CLEAR : CLS : GOSUB TBL
```

```
COLOR 14,0
```

```
LOCATE 5,24 : PRINT "***** MONITOR EPROM TEST *****"
```

```
LOCATE 6,24 : PRINT "      ADDRESS 0000H-1FFFH      "
```

```
COLOR 11,0
```

```
LOCATE 11,21 : PRINT "      address      :"
```

```
LOCATE 13,21 : PRINT "      data read   :"
```

```
LOCATE 15,21 : PRINT "      ref. data   :"
```

```
LOCATE 17,21 : PRINT "      status      :"
```

```
COLOR 12,0 : LOCATE 22,10 :PRINT "JUST MOMENT PLEASE.."
```

```
REM ***** CHECK EPROM CONNECTED *****
```

```
OUT &H303,144 : OUT &H307,128 : OUT &H304,252
```

```
OUT &H302,0                                     'high address
```

```
OUT &H301,0                                     'low address
```

```
OUT &H304,24                                   'send RD=MREQ=LOW
```

```
EPM = INP(&H300)                               'get data
```

```
OUT &H304,252
```

```
IF EPM = &HFF THEN GOTO NOEPM
```

```
OUT &H303,144 : OUT &H307,128 : OUT &H304,252
```

```
F=0 : ADD=0
```

```
COLOR 6,0 : LOCATE 20,32 : PRINT " Press 'X' to Exit"
```

```
FOR ADDH = 00 TO 31
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

FOR ADDL = 00 TO 255
OUT &H302,ADDH           'high address
OUT &H301,ADDL           'low address
OUT &H304,24             .'send RD=MREQ=0
EPM = INP(&H300)         'get data
OUT &H304,252
READ CMP : COLOR 14,0
LOCATE 11,41 : PRINT HEX$(ADD);"H"
LOCATE 13,42 : PRINT HEX$(EPM);"H"
LOCATE 15,42 : PRINT HEX$(CMP);"H"
E$=INKEY$
IF E$="X" OR E$="x" THEN GOTO XITEPM
IF EPM <> CMP THEN EPMERR
EPMCONT:
ADD=ADD+1
NEXT ADDL : NEXT ADDH
COLOR 5,0
LOCATE 17,40 : PRINT "EPROM GOOD! " : BEEP
IF F>0 THEN LOCATE 17,40 : COLOR 4,0 : PRINT "EPROM ERROR! "
COLOR 7,0
LOCATE 22,10 : PRINT " "
COLOR 10,0
LOCATE 22,25 : PRINT " Please any key to menu....."
COLOR 7,0
LOCATE 20,20 : PRINT " "
LOCATE 20,32 : PRINT " "
A$ = INPUT$(1)

```

```

GOTO MENU

EPMERR:

F=F+1

LOCATE 22,10 : PRINT " "

COLOR 4,0

LOCATE 17,40 : PRINT "EPROM ERROR! " :BEEP

COLOR 13,0

LOCATE 20,21 : PRINT "Do You Want To Contine (Y/N)?__Y"

COLOR 18,7 : LOCATE 20,52 : PRINT "Y" : COLOR 7,0

EP$=INPUT$(1)

IF EP$="N" OR EP$="n" THEN GOTO XITEPM

LOCATE 20,21 : PRINT " "

COLOR 2,0 : LOCATE 22,10 :PRINT "JUST MOMENT PLEASE.."

COLOR 13,0

LOCATE 20,32 : PRINT " Press 'X' to Exit"

GOTO EPMCONT

NOEPM:

BEEP : COLOR 28,0

LOCATE 17,35 : PRINT " EPROM NOT CONNECTED !! "

LOCATE 20,21 : PRINT " PRESS ANY KEY TO MENU "

COLOR 7,0 : LOCATE 22,10 : PRINT " "

M$ = INPUT$(1)

XITEPM:

RESTORE : CLEAR : GOTO MENU

```

REM ** This Part is DATA of PROGRAM MONITOR (VERSION 3.5) *****

DATA &HAF,&H3D,&H00,&H20,&HFC,&HC3,&HD4,&H00,&HF5,&H3E
 DATA &H00,&H32,&H5B,&H3F,&H18,&H2E,&HFE,&H48,&HD0,&HE5
 DATA &HC5,&HC3,&H4F,&H05,&HF5,&H3E,&H01,&H32,&H5B,&H3F
 DATA &H18,&H1E,&HE5,&H2A,&HD0,&H3F,&HE3,&HC9,&H10,&H91
 DATA &HE5,&H2A,&HD2,&H3F,&HE3,&HC9,&H00,&H00,&HE5,&H2A
 DATA &HD4,&H3F,&HE3,&HC9,&H35,&H17,&HE5,&H2A,&HD6,&H3F
 DATA &HE3,&HC9,&HF1,&HDD,&H22,&H9C,&H3F,&HDD,&HE1,&HDD
 DATA &H22,&H96,&H3F,&HED,&H73,&H98,&H3F,&H31,&HB0,&H3F
 DATA &HD9,&HE5,&HD5,&HC5,&HD9,&H08,&HF5,&H08,&HE5,&HD5
 DATA &HC5,&HF5,&HFD,&HE5,&HED,&H57,&H32,&H9B,&H3F,&HC3
 DATA &H83,&H00,&HE5,&HF5,&H21,&HFD,&H3F,&HCB,&H56,&H20
 DATA &H06,&HF1,&H2A,&HD8,&H3F,&HE3,&HC9,&HCB,&H96,&H3E
 DATA &H02,&H32,&H5B,&H3F,&HF1,&H21,&H3F,&H00,&HE3,&HED
 DATA &H45,&H3E,&H00,&HE2,&H8A,&H00,&H3E,&H04,&H32,&H9A
 DATA &H3F,&H31,&H38,&H3F,&H3A,&H5B,&H3F,&HFE,&H01,&HCA
 DATA &HE5,&H03,&HFE,&H02,&H28,&H19,&H21,&HFD,&H3F,&HCB
 DATA &H4E,&H28,&H19,&HCB,&H8E,&H2A,&H96,&H3F,&H2B,&H22
 DATA &H96,&H3F,&H2A,&HDA,&H3F,&H3A,&H5C,&H3F,&H77,&H18
 DATA &H07,&H21,&H5D,&H3F,&H35,&HC2,&H43,&H05,&H2A,&H96
 DATA &H3F,&H22,&HEF,&H3F,&HCD,&H67,&H17,&H21,&H00,&H00
 DATA &H22,&HEB,&H3F,&H3A,&HA0,&H3F,&H32,&HED,&H3F,&HC3
 DATA &H00,&H03,&H21,&H00,&H40,&H2B,&H7C,&HB5,&H20,&HFB
 DATA &H31,&H38,&H3F,&H3E,&H88,&HD3,&H03,&HED,&H56,&H3A
 DATA &HFE,&H3F,&HFE,&HA3,&H20,&H4F,&H3E,&H07,&HD3,&H02
 DATA &HDB,&H02,&HE6,&H70,&HFE,&H70,&H28,&H1E,&H57,&HDB
 DATA &H02,&HE6,&H70,&HFE,&H70,&H20,&HF8,&H7A,&HFE,&H60
 DATA &HC2,&H11,&H01,&HAF,&H3D,&H20,&HFD,&H32,&HFE,&H3F

DATA &HC3, &H00, &H00, &HFE, &H50, &HCA, &H79, &H02, &H21, &HFD
 DATA &H3F, &HCB, &H4E, &H28, &H09, &HCB, &H8E, &H2A, &HDA, &H3F
 DATA &H3A, &H5C, &H3F, &H77, &H3A, &H59, &H3F, &HFE, &H01, &HCA
 DATA &H00, &H20, &HFE, &H02, &HCA, &H00, &H40, &HFE, &H03, &HCA
 DATA &H00, &H60, &HC3, &HE2, &H02, &H06, &H00, &HCD, &HE3, &H18
 DATA &H06, &HFF, &H0E, &H36, &H21, &H00, &H40, &HCD, &H6C, &H18
 DATA &H0E, &H24, &H21, &H00, &H70, &HCD, &H6C, &H18, &HCD, &HD8
 DATA &H18, &H21, &H6D, &H1E, &H0E, &H05, &H56, &HCD, &H66, &H02
 DATA &H23, &H0D, &H20, &HFB, &H06, &H80, &HCD, &H97, &H18, &H0E
 DATA &H05, &H16, &H00, &HCD, &H66, &H02, &H0D, &H20, &HFB, &H3A
 DATA &H58, &H3F, &HFE, &HA3, &H20, &H3B, &H21, &HFD, &H3F, &HCB
 DATA &H9E, &HCD, &H0D, &H1A, &H3A, &H57, &H3F, &HBA, &H28, &H05
 DATA &HCD, &H53, &H19, &H18, &H03, &HCD, &H57, &H19, &H2A, &H55
 DATA &H3F, &H7C, &HB5, &H28, &H1E, &H21, &HFD, &H3F, &HCB, &HE6
 DATA &H06, &H73, &H21, &H00, &H00, &HCD, &HE1, &H17, &HED, &H5B
 DATA &H55, &H3F, &HAF, &HED, &H52, &H20, &HEF, &HDB, &H02, &HE6
 DATA &H70, &HFE, &H70, &H20, &HFB, &H21, &H00, &H3F, &H11, &H01
 DATA &H3F, &H01, &HFF, &H00, &HAF, &H77, &HED, &HBO, &H3E, &HFO
 DATA &H32, &HFF, &H3F, &H21, &H00, &H20, &H22, &HDC, &H3F, &H3E
 DATA &H01, &H32, &HE6, &H3F, &H3E, &H96, &H32, &H52, &H3F, &H3E
 DATA &H80, &H32, &H54, &H3F, &H21, &H20, &H3F, &H22, &H98, &H3F
 DATA &H21, &H00, &H20, &H22, &H96, &H3F, &H21, &H08, &H00, &H22
 DATA &HD6, &H3F, &H3E, &H04, &H32, &H9A, &H3F, &HCD, &HD8, &H18
 DATA &H21, &H6D, &H40, &H22, &HE7, &H3F, &H21, &HE9, &H3F, &H36
 DATA &H3F, &H23, &H3A, &HFF, &H27, &HFE, &HA3, &H20, &H03, &H36
 DATA &H06, &H23, &H3A, &HFF, &H47, &HFE, &HA3, &H20, &H03, &H36
 DATA &H5B, &H23, &H3A, &HFF, &H67, &HFE, &HA3, &H20, &H02, &H36
 DATA &H4F, &H3A, &HEA, &H3F, &HFE, &H00, &H28, &H2F, &H21, &H50

DATA &H01, &HE5, &HCD, &HA7, &H18, &HE1, &H2B, &H7C, &HB5, &H28
 DATA &H2A, &H3A, &HFB, &H3F, &HFE, &HFF, &H28, &HEF, &HCD, &H85
 DATA &H17, &H21, &HE9, &H3F, &H06, &H04, &HBE, &H28, &H05, &H23
 DATA &H10, &HFA, &H18, &HDC, &H3A, &HFB, &H3F, &H32, &H59, &H3F
 DATA &H06, &H00, &HCD, &HE3, &H18, &H3E, &HA3, &H32, &HFE, &H3F
 DATA &HC3, &H89, &H1F, &H3A, &HEA, &H3F, &HCD, &H5A, &H17, &H32
 DATA &H59, &H3F, &H18, &HED, &HE5, &H21, &HEC, &H3F, &H06, &H06
 DATA &H7E, &H72, &H57, &H2B, &H10, &HFA, &H06, &H08, &HCD, &H97
 DATA &H18, &HE1, &HC9, &H3A, &HFE, &H3F, &HFE, &HA3, &H28, &H0A
 DATA &H3E, &HF0, &H32, &HFF, &H3F, &H21, &HFD, &H3F, &HCB, &H9E
 DATA &HCD, &HDS, &H18, &H21, &HFD, &H3F, &HCB, &HE6, &H2A, &H26
 DATA &H00, &H22, &HEF, &H3F, &H3A, &H37, &H00, &H32, &HF1, &H3F
 DATA &HCD, &H67, &H17, &H06, &H80, &HCD, &H97, &H18, &H21, &H00
 DATA &H17, &H22, &HEF, &H3F, &HE5, &HCD, &H67, &H17, &H21, &H00
 DATA &H00, &H22, &HE7, &H3F, &H22, &HEB, &H3F, &HCD, &H85, &H16
 DATA &HE1, &HBD, &HC2, &H38, &H19, &H2C, &H25, &H20, &HE4, &H21
 DATA &HE7, &H3F, &H01, &HFF, &H07, &H71, &H23, &H10, &HFC, &HCD
 DATA &H85, &H16, &HCD, &HDS, &H18, &H21, &H00, &H20, &H11, &H1F
 DATA &H3F, &HCD, &H17, &H1A, &HCD, &H57, &H19, &H76, &HCD, &HDS
 DATA &H18, &H06, &H15, &HCD, &HE3, &H18, &H3E, &H40, &H32, &HE7
 DATA &H3F, &H18, &H0F, &H22, &HEF, &H3F, &HCD, &H67, &H17, &H21
 DATA &H00, &H00, &H22, &HEB, &H3F, &HCD, &H57, &H19, &H31, &H38
 DATA &H3F, &H21, &HFD, &H3F, &HCB, &HE6, &HCD, &H85, &H16, &HCB
 DATA &HA6, &HFE, &H10, &H28, &H22, &HFE, &H12, &HCA, &HCB, &H04
 DATA &HFE, &H14, &HCA, &H82, &H03, &HFE, &H15, &HCA, &H2D, &H05
 DATA &HFE, &H16, &HCA, &HE5, &H03, &HCD, &H90, &H17, &HAF, &HB8
 DATA &H20, &HD4, &H3E, &H40, &H32, &HE7, &H3F, &H18, &HCD, &H31
 DATA &H38, &H3F, &H11, &H72, &H1E, &H01, &H05, &H01, &HCD, &H8B

DATA &H18, &H21, &HFD, &H3F, &HCB, &HE6, &HCD, &H85, &H16, &HCB
 DATA &HA6, &HFE, &H10, &H28, &H1C, &HFE, &H12, &HCA, &HDB, &H04
 DATA &HFE, &H14, &H28, &H3C, &HFE, &H15, &HCA, &H3D, &H05, &HFE
 DATA &H16, &HCA, &H10, &H04, &HFE, &H11, &H30, &HDB, &H21, &H2D
 DATA &H1E, &H18, &H0F, &H3E, &H5B, &H32, &HEB, &H3F, &HCD, &H85
 DATA &H16, &HFE, &H10, &H30, &HF4, &H21, &H4D, &H1E, &H47, &HCD
 DATA &HAD, &H19, &H7C, &HB5, &HCA, &HE2, &H02, &HE9, &H3A, &HE7
 DATA &H3F, &HFE, &H40, &H28, &H09, &HCD, &H3C, &H17, &H2A, &HEF
 DATA &H3F, &H22, &HDC, &H3F, &HCD, &HD8, &H18, &H31, &H38, &H3F
 DATA &HDD, &H2A, &HDC, &H3F, &HDD, &H22, &HEF, &H3F, &HDD, &H7E
 DATA &H00, &H32, &HF1, &H3F, &HCD, &H67, &H17, &H3A, &HEA, &H3F
 DATA &HF6, &H80, &H32, &HEA, &H3F, &HCD, &H85, &H16, &HFE, &H14
 DATA &H28, &HE4, &HFE, &H11, &H28, &H25, &HFE, &H13, &H28, &H1D
 DATA &H21, &HEB, &H3F, &HCD, &HCF, &H17, &H38, &HE9, &HCD, &H3C
 DATA &H17, &H3A, &HF1, &H3F, &HDD, &H77, &H00, &H57, &HDD, &H7E
 DATA &H00, &HBA, &H20, &HC4, &H06, &H15, &HCD, &H97, &H18, &HDD
 DATA &H23, &H18, &HBB, &HDD, &H2B, &H18, &HB7, &H3A, &HE7, &H3F
 DATA &HFE, &H40, &H28, &H24, &HCD, &H3C, &H17, &H3A, &HF0, &H3F
 DATA &HE6, &HF0, &H0F, &H0F, &H0F, &H0F, &HFE, &H04, &H38, &H14
 DATA &HD6, &H03, &H87, &H16, &H00, &H5F, &HDD, &H21, &H96, &H3F
 DATA &HDD, &H19, &HFD, &H21, &H1C, &H1F, &HFD, &H19, &H18, &H0B
 DATA &H31, &H38, &H3F, &HDD, &H21, &H96, &H3F, &HFD, &H21, &H1C
 DATA &H1F, &H3A, &HA0, &H3F, &H32, &HED, &H3F, &HCD, &HAB, &H04
 DATA &H7D, &HF6, &H80, &H6F, &H22, &HEB, &H3F, &HCD, &H85, &H16
 DATA &HFE, &H11, &H28, &H11, &HFE, &H13, &H28, &H27, &H21, &HE7
 DATA &H3F, &HCD, &HCF, &H17, &H38, &HED, &HCD, &HBE, &H04, &H18
 DATA &HDE, &H01, &H96, &H3F, &HCD, &HEA, &H18, &H28, &H0A, &HDD

DATA &H2B, &HDD, &H2B, &HFD, &H2B, &HFD, &H2B, &H18, &H08, &HDD

DATA &H21, &HAE, &H3F, &HFD, &H21, &H34, &H1F, &HCD, &HAB, &H04
 DATA &H7C, &HF6, &H80, &H67, &H22, &HEB, &H3F, &HCD, &H85, &H16
 DATA &HFE, &H11, &H28, &HB3, &HFE, &H13, &H28, &H1B, &H21, &HE9
 DATA &H3F, &HCD, &HCF, &H17, &H38, &HED, &HCD, &HBE, &H04, &H01
 DATA &HA0, &H3F, &HCD, &HEA, &H18, &H20, &HD8, &HDD, &H7E, &H00
 DATA &H32, &HED, &H3F, &H18, &HDO, &H01, &HAE, &H3F, &HCD, &HEA
 DATA &H18, &H28, &H0B, &HDD, &H23, &HDD, &H23, &HFD, &H23, &HFD
 DATA &H23, &HC3, &H21, &H04, &HDD, &H21, &H96, &H3F, &HFD, &H21
 DATA &H1C, &H1F, &HC3, &H1B, &H04, &HDD, &H6E, &H00, &HDD, &H6E
 DATA &H01, &H22, &HEF, &H3F, &HCD, &H67, &H17, &HFD, &H6E, &H00
 DATA &HFD, &H66, &H01, &HC9, &HCD, &H3C, &H17, &H2A, &HEF, &H3F
 DATA &HDD, &H75, &H00, &HDD, &H74, &H01, &HC9, &H3A, &HE7, &H3F
 DATA &HFE, &H40, &H28, &H09, &HCD, &H3C, &H17, &H2A, &HEF, &H3F
 DATA &H22, &H96, &H3F, &H2A, &H96, &H3F, &H7E, &HFE, &H00, &H20
 DATA &H06, &HCD, &H53, &H19, &HC3, &HE2, &H02, &HDD, &H2A, &H96
 DATA &H3F, &HED, &H4B, &HDA, &H3F, &HCD, &HEA, &H18, &H30, &H0E
 DATA &H21, &HFD, &H3F, &HCB, &HCE, &H2A, &HDA, &H3F, &H7E, &H32
 DATA &H5C, &H3F, &H36, &HCF, &H2A, &H9A, &H3F, &H7C, &HED, &H47
 DATA &HF3, &HCB, &H55, &H28, &H01, &HFB, &H31, &H9C, &H3F, &HDD
 DATA &HE1, &HFD, &HE1, &HF1, &HC1, &HD1, &HE1, &H08, &HF1, &H08
 DATA &HD9, &HC1, &HD1, &HE1, &HD9, &HED, &H7B, &H98, &H3F, &HE5
 DATA &H2A, &H96, &H3F, &HE3, &HC9, &H3A, &HE7, &H3F, &HFE, &H40
 DATA &H28, &H09, &HCD, &H3C, &H17, &H2A, &HEF, &H3F, &H22, &H96
 DATA &H3F, &H3A, &HE6, &H3F, &H32, &H5D, &H3F, &HAF, &HCB, &HDF
 DATA &HD3, &H02, &H21, &HFD, &H3F, &HCB, &HD6, &H18, &HB5, &HD5
 DATA &H21, &H9D, &H1D, &H47, &HCD, &HAD, &H19, &HD1, &HC1, &HE3
 DATA &HC9, &HCD, &HD8, &H18, &H21, &HFD, &H3F, &HCB, &H5E, &H28
 DATA &H07, &HCB, &H9E, &H11, &H7F, &H1E, &H18, &H05, &HCB, &HDE

DATA &H11,&H7C,&H1E,&H01,&H03,&H30,&HCD,&H8B,&H18,&HC3
 DATA &HE2,&H02,&H11,&H9A,&H1E,&H01,&H04,&H01,&HCD,&H8B
 DATA &H18,&HCD,&H85,&H16,&HFE,&H10,&H30,&HF9,&H21,&HBO
 DATA &H3F,&H47,&HCD,&HAD,&H19,&H7C,&HB5,&H28,&H01,&HE9
 DATA &HCD,&H53,&H19,&HC3,&HE2,&H02,&HCD,&H89,&H06,&HCD
 DATA &H5B,&H18,&H06,&H80,&HCD,&HE3,&H18,&HCD,&HD8,&H18
 DATA &HAF,&H32,&HF9,&H3F,&H3D,&H32,&HF7,&H3F,&H3E,&H3F
 DATA &H32,&HEC,&H3F,&H3A,&HF7,&H3F,&H32,&HF8,&H3F,&H21
 DATA &HEB,&H3F,&HCB,&HFE,&HCD,&HA7,&H18,&H21,&HEB,&H3F
 DATA &HCB,&HBE,&HC5,&H3A,&HFB,&H3F,&HFE,&H11,&HCC,&H14
 DATA &H06,&H3A,&HFB,&H3F,&HFE,&H13,&HCC,&H64,&H06,&HC1
 DATA &H3A,&HF9,&H3F,&HFE,&H1E,&H28,&H27,&H21,&HF8,&H3F
 DATA &H35,&H20,&HD4,&H3A,&HEB,&H3F,&HFE,&H00,&H20,&H1F
 DATA &H3A,&HFA,&H3F,&H3C,&H32,&HFA,&H3F,&HE6,&HOF,&HCD
 DATA &H85,&H17,&H57,&H21,&HE7,&H3F,&H06,&H05,&H7E,&H72
 DATA &H57,&H23,&H10,&HFA,&H18,&HAD,&HCD,&HA7,&H06,&H18
 DATA &H90,&HCD,&HB1,&H06,&H18,&H8B,&H21,&H00,&H04,&H06
 DATA &HFF,&H0E,&H10,&HCD,&H6C,&H18,&H06,&HFF,&HCD,&HE3
 DATA &H18,&H21,&HEC,&H3F,&H7E,&H57,&H06,&H05,&H0E,&H00
 DATA &H2B,&H7E,&HBA,&H20,&H04,&H36,&H00,&H0E,&H01,&H10
 DATA &HF5,&H0D,&HC0,&H21,&HE7,&H3F,&H16,&H00,&H06,&H04
 DATA &H7E,&HFE,&H00,&H20,&HOC,&H23,&H7E,&H36,&H00,&H2B
 DATA &HFE,&H00,&H28,&H03,&H77,&H16,&H01,&H23,&H10,&HEC
 DATA &H15,&H28,&HE2,&H21,&HF9,&H3F,&H34,&H3A,&HF7,&H3F
 DATA &HD6,&H07,&H32,&HF7,&H3F,&HC9,&H3A,&HF8,&H3F,&H32
 DATA &HFA,&H3F,&H21,&H00,&H04,&H06,&HFF,&H0E,&H15,&HCD
 DATA &H6C,&H18,&H06,&H60,&HCD,&HE3,&H18,&H3A,&HEC,&H3F
 DATA &HCD,&H5A,&H17,&H3C,&HE6,&HOF,&HCD,&H85,&H17,&H32

DATA &HEC,&H3F,&HC9,&H16,&H26,&HDD,&H21,&HB6,&H1E,&HCD
DATA &HD7,&H19,&H16,&H15,&H21,&H00,&H08,&H01,&H6D,&HFF
DATA &HCD,&H6C,&H18,&H01,&H49,&HFF,&HCD,&H6C,&H18,&H15
DATA &H20,&HF1,&HC9,&H16,&H0D,&HDD,&H21,&H02,&H1F,&HCD
DATA &HD7,&H19,&HC9,&H21,&H00,&H20,&HOE,&H10,&H51,&H06
DATA &HFF,&HCD,&H6C,&H18,&H06,&H10,&HCD,&HE3,&H18,&H79
DATA &HC6,&H10,&H4F,&H15,&H20,&HEF,&HC9,&H21,&H87,&H1E
DATA &H22,&H3D,&H3F,&H21,&HDO,&H3F,&H22,&H3F,&H3F,&HCD
DATA &H16,&H07,&H21,&H8A,&H1E,&H22,&H3D,&H3F,&H21,&HD2
DATA &H3F,&H22,&H3F,&H3F,&HCD,&H16,&H07,&H21,&H8D,&H1E
DATA &H22,&H3D,&H3F,&H21,&HD4,&H3F,&H22,&H3F,&H3F,&HCD
DATA &H16,&H07,&H21,&H90,&H1E,&H22,&H3D,&H3F,&H21,&HD6
DATA &H3F,&H22,&H3F,&H3F,&HCD,&H16,&H07,&H21,&H93,&H1E
DATA &H22,&H3D,&H3F,&H21,&HD8,&H3F,&H22,&H3F,&H3F,&HCD
DATA &H16,&H07,&H18,&HB3,&HED,&H5B,&H3D,&H3F,&H01,&H03
DATA &H01,&HCD,&H8B,&H18,&HCD,&H85,&H16,&HFE,&H11,&HC8
DATA &H2A,&H3F,&H3F,&H5E,&H23,&H56,&HEB,&H06,&H77,&HCD
DATA &HE1,&H17,&HEB,&H2A,&H3F,&H3F,&H73,&H23,&H72,&HCD
DATA &H57,&H19,&H18,&HD8,&HCD,&H38,&H18,&HCD,&H4F,&H18
DATA &HED,&H4B,&HDE,&H3F,&H2A,&HEO,&H3F,&HED,&H5B,&HE2
DATA &H3F,&HCD,&H8B,&H19,&HCD,&H57,&H19,&HC3,&HE2,&H02
DATA &HCD,&H38,&H18,&HCD,&HD5,&HOA,&H11,&HA8,&H1E,&H01
DATA &H04,&H30,&HCD,&H8B,&H18,&HDD,&H21,&H42,&H3F,&HCD
DATA &HEA,&HOA,&H3A,&H41,&H3F,&H21,&H42,&H3F,&H11,&H4A
DATA &H3F,&H06,&H00,&H4F,&HED,&HB0,&H11,&HAC,&H1E,&H01
DATA &H02,&H30,&HCD,&H8B,&H18,&HDD,&H21,&H4A,&H3F,&HCD
DATA &HEA,&HOA,&HDD,&H2A,&HDE,&H3F,&HED,&H4B,&HEO,&H3F
DATA &H16,&H00,&HFD,&H21,&H42,&H3F,&HDD,&HE5,&HE1,&H3A

DATA &H41, &H3F, &H5F, &HFD, &H7E, &H00, &HBE, &H20, &H1C, &H23
 DATA &HFD, &H23, &H1D, &H20, &HF4, &HFD, &H21, &H4A, &H3F, &HDD
 DATA &HE5, &HE1, &H3A, &H41, &H3F, &H5F, &H14, &HFD, &H7E, &H00
 DATA &H77, &H23, &HFD, &H23, &H1D, &H20, &HF6, &HCD, &HEA, &H18
 DATA &HDD, &H23, &H20, &HCC, &H7A, &H32, &HF1, &H3F, &HCD, &H67
 DATA &H17, &H21, &H00, &H00, &H22, &HE7, &H3F, &H22, &HE9, &H3F
 DATA &H06, &H80, &HCD, &H97, &H18, &HCD, &H57, &H19, &HC3, &HE2
 DATA &H02, &HCD, &H38, &H18, &H2A, &HDE, &H3F, &H22, &HEF, &H3F
 DATA &HCD, &H67, &H17, &H21, &HEA, &H3F, &HCB, &HFE, &H21, &H00
 DATA &H00, &H22, &HEB, &H3F, &HCD, &H85, &H16, &HFE, &H10, &H38
 DATA &HF9, &HFE, &H11, &H28, &H1E, &HED, &H4B, &HDE, &H3F, &H03
 DATA &HED, &H43, &HDE, &H3F, &HC5, &HD1, &H0B, &H2A, &HE0, &H3F
 DATA &H23, &H22, &HE0, &H3F, &H2B, &HCD, &HB8, &H19, &H2A, &HDE
 DATA &H3F, &H2B, &H77, &H18, &HC3, &HED, &H4B, &HDE, &H3F, &H0B
 DATA &HED, &H43, &HDE, &H3F, &HC5, &HD1, &H03, &H2A, &HE0, &H3F
 DATA &H2B, &H22, &HE0, &H3F, &H23, &HCD, &HB8, &H19, &H18, &HAA
 DATA &H06, &H54, &HDD, &H21, &HE6, &H3F, &HCD, &H04, &H18, &HCD
 DATA &H57, &H19, &HC3, &HE2, &H02, &HCD, &H38, &H18, &HCD, &H5B
 DATA &H18, &H2A, &HE0, &H3F, &HED, &H5B, &HDE, &H3F, &HAF, &HED
 DATA &H52, &H23, &HED, &H53, &HF7, &H3F, &H22, &HF9, &H3F, &H3E
 DATA &H01, &H21, &HFD, &H3F, &HCB, &H5E, &H20, &H02, &H3E, &H21
 DATA &H2B, &H77, &H01, &H00, &H15, &HCD, &HE3, &H08, &H0B, &H78
 DATA &HB1, &H20, &HF8, &H21, &HF7, &H3F, &H1E, &H04, &H56, &HCD
 DATA &HB0, &H08, &H23, &H1D, &H20, &HF8, &H2A, &HF7, &H3F, &HED
 DATA &H4B, &HF9, &H3F, &H56, &H7B, &H82, &H5F, &HC5, &HCD, &HB0
 DATA &H08, &HC1, &H23, &H0B, &H78, &HB1, &H20, &HF1, &H7B, &H2F
 DATA &H57, &HCD, &HB0, &H08, &H06, &H80, &HCD, &HF7, &H08, &H10
 DATA &HFB, &HC3, &HE2, &H02, &HAF, &HCD, &HC3, &H08, &H0E, &H08

DATA &HCB,&H1A,&HCD,&HC3,&H08,&H0D,&H20,&HF8,&H37,&HCD
DATA &HC3,&H08,&HC9,&H38,&HOF,&H06,&H10,&HCD,&HF7,&H08
DATA &H10,&HFB,&H06,&H04,&HCD,&HE3,&H08,&H10,&HFB,&HC9
DATA &H06,&H08,&HCD,&HF7,&H08,&H10,&HFB,&H06,&H08,&HCD
DATA &HE3,&H08,&H10,&HFB,&HC9,&H3A,&HFC,&H3F,&HD3,&H00
DATA &H3E,&H78,&H3D,&H20,&HFD,&H3E,&H00,&HD3,&H00,&H3E
DATA &H78,&H3D,&H20,&HFD,&HC9,&H3A,&HFC,&H3F,&HD3,&H00
DATA &H3E,&H39,&H3D,&H20,&HFD,&H3E,&H00,&HD3,&H00,&H3E
DATA &H39,&H3D,&H20,&HFD,&HC9,&H21,&H00,&H00,&H22,&HE2
DATA &H3F,&HCD,&H4F,&H18,&HCD,&H5B,&H18,&H3E,&H06,&HD3
DATA &H02,&HCD,&HB9,&H09,&H38,&HFB,&H3E,&H18,&HD3,&H01
DATA &H01,&H00,&H10,&HCD,&HB9,&H09,&H38,&HFB,&H0B,&H78
DATA &HB1,&H20,&HF6,&HCD,&HB9,&H09,&H30,&HFB,&H21,&HF7
DATA &H3F,&H06,&H04,&HC5,&HCD,&H80,&H09,&HC1,&H72,&H23
DATA &H10,&HF7,&H2A,&HE2,&H3F,&H7C,&HB5,&H28,&H03,&H22
DATA &HF7,&H3F,&H2A,&HF7,&H3F,&HED,&H4B,&HF9,&H3F,&HAF
DATA &H32,&HF9,&H3F,&HC5,&HCD,&H80,&H09,&HC1,&H3A,&HF9
DATA &H3F,&H82,&H32,&HF9,&H3F,&H72,&H23,&H0B,&H78,&HB1
DATA &H20,&HED,&HAF,&HD3,&H01,&HCD,&H80,&H09,&H3A,&HF9
DATA &H3F,&H2F,&HBA,&HC2,&H38,&H19,&H2A,&HF7,&H3F,&HC3
DATA &HF1,&H02,&HCD,&H9E,&H09,&HDA,&H38,&H19,&H1E,&H08
DATA &HD5,&HCD,&H9E,&H09,&HD1,&HCB,&H1A,&H1D,&H20,&HF6
DATA &HD5,&HCD,&H9E,&H09,&HD2,&H38,&H19,&HD1,&H7A,&HD3
DATA &H01,&HC9,&H01,&H00,&H00,&HCD,&HB9,&H09,&H14,&H15
DATA &HC2,&H38,&H19,&H38,&H06,&H0D,&H0D,&HCB,&HCO,&H18
DATA &HFO,&HOC,&HCB,&H40,&H28,&HEB,&HCB,&H11,&HC9,&H11
DATA &H00,&H00,&HDB,&H02,&HCB,&H7F,&H13,&H20,&HF9,&HDB
DATA &H02,&HCB,&H7F,&H13,&H28,&HF9,&H7B,&HFE,&H38,&HC9

DATA &HCD,&H38,&H18,&HCD,&H4F,&H18,&HDD,&H2A,&HDE,&H3F
DATA &HFD,&H2A,&HE2,&H3F,&HED,&H4B,&HE0,&H3F,&HDD,&H7E
DATA &H00,&HFD,&HBE,&H00,&H20,&HOF,&HCD,&HEA,&H18,&HDD
DATA &H23,&HFD,&H23,&H20,&HEF,&HCD,&H57,&H19,&HC3,&HE2
DATA &H02,&HDD,&HE5,&HFD,&HE5,&HDD,&HE1,&HC5,&HCD,&H6C
DATA &H19,&HC1,&HDD,&HE1,&H18,&HE2,&HCD,&H38,&H18,&H06
DATA &H76,&HDD,&H21,&HE4,&H3F,&HCD,&H04,&H18,&HCD,&HDS
DATA &H18,&HDD,&H2A,&HDE,&H3F,&HED,&H4B,&HE0,&H3F,&H3A
DATA &HE4,&H3F,&H57,&HDD,&H7E,&H00,&HBA,&H20,&HOD,&HCD
DATA &HEA,&H18,&HDD,&H23,&H20,&HF3,&HCD,&H57,&H19,&HC3
DATA &HE2,&H02,&HC5,&HD5,&HCD,&H6C,&H19,&HD1,&HC1,&H18
DATA &HEA,&H2A,&HDA,&H3F,&H06,&H7C,&HCD,&HE1,&H17,&H22
DATA &HDA,&H3F,&HCD,&H57,&H19,&HC3,&HE2,&H02,&HCD,&H38
DATA &H18,&HED,&H5B,&HDE,&H3F,&H2A,&HE0,&H3F,&H13,&H13
DATA &HAF,&HED,&H52,&H1B,&HBC,&H28,&HOC,&H3D,&HBC,&H28
DATA &HOF,&H3E,&HFF,&H12,&HCD,&H46,&H19,&H18,&HE1,&H3E
DATA &H7F,&HBD,&H38,&HF3,&H18,&H08,&HBD,&H28,&HEE,&H3E
DATA &H7F,&HBD,&H30,&HE9,&H7D,&H12,&H32,&HF1,&H3F,&HCD
DATA &H67,&H17,&H21,&H00,&H00,&H22,&HE7,&H3F,&H22,&HE9
DATA &H3F,&H06,&H30,&HCD,&H97,&H18,&HCD,&H57,&H19,&H18
DATA &HB7,&HCD,&H38,&H18,&HCD,&HD5,&HOA,&HDD,&H21,&H42
DATA &H3F,&HCD,&HEA,&HOA,&HDD,&H2A,&HDE,&H3F,&HED,&H4B
DATA &HE0,&H3F,&HFD,&H21,&H42,&H3F,&HDD,&HE5,&HE1,&H3A
DATA &H41,&H3F,&H5F,&HFD,&H7E,&H00,&HBE,&H20,&HOB,&H23
DATA &HFD,&H23,&H1D,&H20,&HF4,&HC5,&HCD,&H6C,&H19,&HC1
DATA &HCD,&HEA,&H18,&HDD,&H23,&H20,&HDD,&HCD,&H57,&H19
DATA &HC3,&HE2,&H02,&H06,&H38,&HDD,&H21,&H41,&H3F,&HCD
DATA &H04,&H18,&HDD,&H7E,&H00,&HFE,&H00,&H28,&HFO,&HFE

DATA &H09,&H30,&HEC,&HC9,&H3A,&H41,&H3F,&H47,&HOE,&H01
DATA &HC5,&H79,&HCD,&H85,&H17,&H47,&HCD,&H04,&H18,&HDD
DATA &H23,&HC1,&HOC,&H10,&HF1,&HC9,&HCD,&H38,&H18,&H06
DATA &H76,&HDD,&H21,&HE4,&H3F,&HCD,&H04,&H18,&HDD,&H2A
DATA &HDE,&H3F,&HED,&H4B,&HE0,&H3F,&H3A,&HE4,&H3F,&H57
DATA &HDD,&H72,&H00,&HCD,&HEA,&H18,&HDD,&H23,&H20,&HF6
DATA &HCD,&H57,&H19,&HC3,&HE2,&H02,&H06,&H73,&H21,&H00
DATA &H00,&HCD,&HE1,&H17,&H22,&H55,&H3F,&HCD,&H0D,&H1A
DATA &H32,&H57,&H3F,&H3E,&HA3,&H32,&H58,&H3F,&HAF,&H32
DATA &HFE,&H3F,&HCD,&H57,&H19,&H76,&H11,&H96,&H1E,&H01
DATA &H04,&H01,&HCD,&H8B,&H18,&HCD,&H85,&H16,&HFE,&H10
DATA &H30,&HF9,&H4F,&HCD,&H85,&H17,&H32,&HEB,&H3F,&H06
DATA &H30,&HCD,&H97,&H18,&H21,&HBO,&H3F,&H79,&H87,&H06
DATA &H00,&H4F,&H09,&HE5,&HDD,&HE1,&HDD,&H66,&H01,&HDD
DATA &H6E,&H00,&H06,&H77,&HCD,&HE1,&H17,&HDD,&H74,&H01
DATA &HDD,&H75,&H00,&HCD,&H57,&H19,&HC3,&HE2,&H02,&HCD
DATA &H5B,&H18,&H21,&H00,&H20,&H01,&H00,&H1F,&HCD,&H84
DATA &H1A,&H01,&H05,&H80,&H11,&H82,&H1E,&HCD,&H8B,&H18
DATA &HCD,&H57,&H19,&HC3,&HE2,&H02,&HAF,&H21,&HBO,&H3F
DATA &H06,&H16,&H2B,&H77,&H10,&HFC,&H21,&H20,&H3F,&H22
DATA &H98,&H3F,&H21,&H00,&H20,&H22,&H96,&H3F,&H21,&H08
DATA &H00,&H22,&HD6,&H3F,&H3E,&H04,&H32,&H9A,&H3F,&H01
DATA &H05,&H15,&H11,&H82,&H1E,&HCD,&H8B,&H18,&HCD,&H57
DATA &H19,&HC3,&HE2,&H02,&H11,&HA3,&H1E,&H01,&H05,&H01
DATA &HCD,&H8B,&H18,&HCD,&H85,&H16,&HFE,&H13,&H28,&H2B
DATA &HFE,&H11,&H20,&HF5,&H06,&H73,&HDD,&H21,&HE5,&H3F
DATA &HCD,&H04,&H18,&H4F,&HED,&H78,&H32,&HF1,&H3F,&HF5
DATA &HCD,&H67,&H17,&HF1,&H32,&HED,&H3F,&H21,&H00,&H00

DATA &H22, &HE7, &H3F, &H22, &HE9, &H3F, &H06, &H30, &HCD, &H97
DATA &H18, &H18, &HD9, &H06, &H73, &HDD, &H21, &HE5, &H3F, &HCD
DATA &H04, &H18, &H4F, &HC5, &HED, &H78, &H32, &HF1, &H3F, &HF5
DATA &HCD, &H67, &H17, &HF1, &H32, &HED, &H3F, &H21, &H00, &H00
DATA &H22, &HE7, &H3F, &H22, &HE9, &H3F, &H06, &H01, &HCD, &H97
DATA &H18, &HC1, &H18, &HE1, &H06, &H73, &HDD, &H21, &HE5, &H3F
DATA &HCD, &H04, &H18, &H06, &H76, &HDD, &H21, &HE4, &H3F, &HCD
DATA &H04, &H18, &H57, &H3A, &HE5, &H3F, &H4F, &HED, &H51, &H18
DATA &HE5, &HCD, &HD8, &H18, &H3E, &H3F, &H32, &HEB, &H3F, &HAF
DATA &H32, &H5A, &H3F, &H21, &HFD, &H3F, &HCB, &HBE, &HCB, &HE6
DATA &H21, &HFD, &H3F, &HCB, &HEE, &HCD, &H07, &H0E, &H21, &HFD
DATA &H3F, &H3E, &H5E, &HCB, &H7E, &H28, &H02, &H3E, &H76, &H32
DATA &HEC, &H3F, &H21, &HEB, &H3F, &HCB, &HFE, &HCD, &H85, &H16
DATA &HFE, &H10, &HCA, &H28, &HOD, &HFE, &H11, &H28, &H29, &HFE
DATA &H12, &H28, &H63, &HFE, &H13, &H28, &H6D, &HFE, &H14, &H28
DATA &H77, &HFE, &H15, &HCA, &H1A, &HOD, &HFE, &H16, &HCA, &HA4
DATA &HOC, &HCD, &H44, &HOD, &H18, &HC6, &HCD, &HD8, &H18, &H3E
DATA &H3F, &H32, &HEB, &H3F, &HAF, &H32, &H5A, &H3F, &H18, &HBO
DATA &HCD, &H91, &HOD, &HCD, &H41, &H13, &H3A, &H5A, &H3F, &HFE
DATA &H00, &H28, &HA3, &HFE, &H01, &H20, &H05, &HCD, &H98, &H13
DATA &H18, &H1C, &HFE, &H02, &H20, &H05, &HCD, &HE9, &H13, &H18
DATA &H13, &HFE, &H03, &H20, &H05, &HCD, &H4C, &H14, &H18, &HOA
DATA &HFE, &H04, &H20, &H84, &HCD, &HF1, &H14, &HCD, &H74, &H14
DATA &HCD, &H28, &H13, &HCD, &H7D, &H13, &HCD, &HCB, &HOD, &HC3
DATA &H62, &HOC, &HCD, &H91, &HOD, &HCD, &H41, &H13, &H3E, &H01
DATA &H32, &H5A, &H3F, &HC3, &H62, &HOC, &HCD, &H91, &HOD, &HCD
DATA &H41, &H13, &H3E, &H03, &H32, &H5A, &H3F, &HC3, &H62, &HOC
DATA &HCD, &H91, &HOD, &HCD, &H41, &H13, &H3E, &H02, &H32, &H5A

DATA &H3F, &HC3, &H62, &H0C, &HCD, &H91, &H0D, &HCD, &H41, &H13
 DATA &H3E, &H04, &H32, &H5A, &H3F, &HC3, &H62, &H0C, &HCD, &H91
 DATA &H0D, &H22, &HF9, &H3F, &H21, &HFD, &H3F, &HCB, &H7E, &H28
 DATA &H04, &HCB, &HBE, &H18, &H02, &HCB, &HFE, &H2A, &HF9, &H3F
 DATA &HCD, &HCB, &H0D, &HC3, &H62, &H0C, &H16, &H0A, &H21, &HFD
 DATA &H3F, &HCB, &H7E, &H28, &H02, &H16, &H10, &HBA, &HD0, &H21
 DATA &HEB, &H3F, &HCB, &HBE, &HCD, &H85, &H17, &H57, &H21, &HFD
 DATA &H3F, &HCB, &H6E, &H28, &H05, &HCB, &HAE, &HCD, &HD8, &H18
 DATA &H21, &HFD, &H3F, &HCB, &H7E, &H21, &HE7, &H3F, &H28, &H03
 DATA &H21, &HE8, &H3F, &H7E, &HFE, &H00, &HC0, &H21, &HEB, &H3F
 DATA &H7E, &HFE, &H3F, &H20, &H09, &H2B, &H7E, &H23, &HFE, &H00
 DATA &H20, &H02, &H72, &HC9, &H06, &H05, &H7E, &H72, &H57, &H2B
 DATA &H10, &HFA, &HC9, &H21, &HEB, &H3F, &HCB, &HBE, &H21, &HFD
 DATA &H3F, &HCB, &H7E, &H28, &H11, &H11, &HE8, &H3F, &H21, &HF3
 DATA &H3F, &HCD, &H4B, &H17, &H2B, &HCD, &H4B, &H17, &H2A, &HF2
 DATA &H3F, &HC9, &H3A, &HE7, &H3F, &HCD, &H5A, &H17, &H32, &HF6
 DATA &H3F, &H11, &HE8, &H3F, &H21, &HF5, &H3F, &HCD, &H4B, &H17
 DATA &H2B, &HCD, &H4B, &H17, &HCD, &H13, &H19, &H2A, &HF2, &H3F
 DATA &HC9, &HE5, &H21, &HFD, &H3F, &HCB, &H7E, &HE1, &H28, &H16
 DATA &H22, &HF2, &H3F, &H21, &HF3, &H3F, &H11, &HE8, &H3F, &HCD
 DATA &H76, &H17, &H2B, &HCD, &H76, &H17, &H3E, &H3F, &H32, &HE7
 DATA &H3F, &HC9, &H22, &HF2, &H3F, &HCD, &HF1, &H18, &H3A, &HF6
 DATA &H3F, &HCD, &H85, &H17, &H32, &HE7, &H3F, &H21, &HF5, &H3F
 DATA &H11, &HE8, &H3F, &HCD, &H76, &H17, &H2B, &HCD, &H76, &H17
 DATA &HC9, &H21, &HE7, &H3F, &H06, &H04, &H7E, &HFE, &H3F, &HC0
 DATA &H36, &H00, &H23, &H10, &HF7, &HC9, &HCD, &H4F, &H18, &HDD
 DATA &H2A, &HE2, &H3F, &HDD, &H22, &HF9, &H3F, &HCD, &HD8, &H18
 DATA &HCD, &H8D, &H1A, &HFD, &H7E, &H00, &HE6, &HOF, &HFE, &H05

DATA &H2D, &H38, &H19, &HDD, &HE5, &HFD, &HE1, &H47, &H4F, &H21
 DATA &HE7, &H3F, &HDD, &H7E, &H00, &H77, &HDD, &H23, &H23, &H10
 DATA &HF7, &HC5, &H2A, &HE7, &H3F, &H7C, &H65, &H6F, &H22, &HEF
 DATA &H3F, &H3A, &HE9, &H3F, &H32, &HF1, &H3F, &H3A, &HEA, &H3F
 DATA &HF5, &HCD, &H67, &H17, &HF1, &H32, &HED, &H3F, &HC1, &H79
 DATA &HFE, &H03, &H30, &H0D, &H21, &H00, &H00, &H22, &HEB, &H3F
 DATA &HFE, &H02, &H30, &H03, &H22, &HE9, &H3F, &HCD, &H85, &H16
 DATA &HFE, &H11, &H28, &H0A, &HFE, &H13, &H20, &HF5, &HFD, &H22
 DATA &HF9, &H3F, &H18, &H9F, &HDD, &H2A, &HF9, &H3F, &H18, &H99
 DATA &H2A, &HDE, &H3F, &H06, &HED, &HCD, &HE1, &H17, &H22, &HDE
 DATA &H3F, &H2A, &HE0, &H3F, &H06, &HF1, &HCD, &HE1, &H17, &H22
 DATA &HE0, &H3F, &HCD, &H5B, &H18, &H2A, &HE0, &H3F, &HED, &H5B
 DATA &HDE, &H3F, &HAF, &HED, &H52, &H23, &HED, &H53, &HF7, &H3F
 DATA &H22, &HF9, &H3F, &H3E, &H01, &H21, &HFD, &H3F, &HCB, &H5E
 DATA &H20, &H02, &H3E, &H21, &H2B, &H77, &H01, &H00, &H10, &HCD
 DATA &H0D, &H0F, &H0B, &H78, &HB1, &H20, &HF8, &HCD, &H21, &H0F
 DATA &H2A, &HF7, &H3F, &HED, &H4B, &HF9, &H3F, &H56, &H7B, &HAA
 DATA &H5F, &HC5, &HCD, &HF8, &HOE, &HC1, &H23, &H0B, &H78, &HB1
 DATA &H20, &HF1, &H7B, &H2F, &H57, &HCD, &HF8, &HOE, &HCD, &H21
 DATA &H0F, &HAF, &HD3, &H00, &H06, &H80, &HCD, &HE3, &H18, &HC3
 DATA &HE2, &H02, &HOE, &H08, &HCB, &H12, &HCD, &H03, &H0F, &H0D
 DATA &H20, &HF8, &HC9, &H38, &H04, &HCD, &HF7, &H08, &HC9, &HCD
 DATA &HE3, &H08, &HC9, &H3A, &HFC, &H3F, &HD3, &H00, &H3E, &HB4
 DATA &H3D, &H20, &HFD, &H3E, &H00, &HD3, &H00, &H3E, &HB4, &H3D
 DATA &H20, &HFD, &HC9, &H3A, &HFC, &H3F, &HD3, &H00, &H3E, &H32
 DATA &H3D, &H20, &HFD, &H3E, &H00, &HD3, &H00, &H3E, &H39, &H3D
 DATA &H20, &HFD, &HC9, &H2A, &HE2, &H3F, &H06, &HDE, &HCD, &HE1
 DATA &H17, &H22, &HE2, &H3F, &HCD, &H5B, &H18, &H3E, &H06, &HD3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA &H02, &HCDD, &HC9, &HOF, &H3E, &H18, &HD3, &H01, &H1E, &H00
 DATA &HCDD, &HB1, &HOF, &H7B, &HFE, &H20, &H30, &HF6, &HCDD, &HB1
 DATA &HOF, &HDD, &H2A, &HE2, &H3F, &HCDD, &H90, &HOF, &HDD, &H72
 DATA &H00, &HDD, &H23, &H18, &HF6, &HED, &H5B, &HE2, &H3F, &HDD
 DATA &HE5, &HE1, &H2B, &HAF, &HED, &H52, &HEB, &H2A, &HE2, &H3F
 DATA &H4F, &HD3, &H01, &H79, &HAE, &H4F, &H23, &H1B, &H7A, &HB3
 DATA &H20, &HF7, &H79, &H2F, &HBE, &HC2, &H38, &H19, &H2A, &HE2
 DATA &H3F, &HC3, &HF1, &H02, &H16, &H00, &H06, &H08, &H1E, &H00
 DATA &HCDD, &HB1, &HOF, &HCDD, &HB1, &HOF, &H7B, &HFE, &H00, &H28
 DATA &HOB, &HFE, &H44, &H3F, &HCB, &H12, &H10, &HEC, &H7A, &HD3
 DATA &H01, &HC9, &H21, &H69, &HOF, &HE3, &HC9, &HDB, &H02, &HCB
 DATA &H7F, &H20, &H09, &HDB, &H02, &H1C, &HC8, &HCB, &H7F, &H28
 DATA &HF8, &HC9, &HDB, &H02, &H1C, &HC8, &HCB, &H7F, &H20, &HF8
 DATA &HC9, &HDB, &H02, &HCB, &H7F, &H20, &H07, &HDB, &H02, &HCB
 DATA &H7F, &H28, &HFA, &HC9, &HDB, &H02, &HCB, &H7F, &H20, &HFA
 DATA &HC9, &H21, &H00, &H00, &H22, &HDA, &H3F, &H01, &H05, &H15
 DATA &H11, &H82, &H1E, &HCDD, &H8B, &H18, &HCDD, &H57, &H19, &HC3
 DATA &HE2, &H02, &HCDD, &H38, &H18, &HCDD, &H8C, &H11, &H06, &H5E
 DATA &HDD, &H21, &H54, &H3F, &HCDD, &H04, &H18, &HCDD, &H5B, &H18
 DATA &H2A, &HE0, &H3F, &HED, &H5B, &HDE, &H3F, &HAF, &HED, &H52
 DATA &H23, &HE5, &HFD, &HE1, &HDD, &H2A, &HDE, &H3F, &HFD, &HE5
 DATA &HE1, &H11, &H11, &H00, &HAF, &HED, &H52, &H38, &H08, &H01
 DATA &H00, &H10, &HCDD, &H56, &H10, &H18, &HED, &HFD, &HE5, &HC1
 DATA &H41, &HOE, &H00, &HCDD, &H56, &H10, &H16, &H3A, &HCDD, &H95
 DATA &H10, &H11, &H00, &H00, &HCDD, &HD4, &H10, &H11, &H01, &H00
 DATA &HCDD, &HD4, &H10, &H16, &HFF, &HCDD, &HC6, &H10, &HCDD, &HDE
 DATA &H10, &H16, &H1A, &HCDD, &H95, &H10, &HCDD, &H57, &H19, &HC3
 DATA &HE2, &H02, &H16, &H3A, &HCDD, &H95, &H10, &H50, &HCDD, &H91

DATA &H10,&HCD,&HC6,&H10,&HDD,&HE5,&HD1,&HCD,&H91,&H10
 DATA &H53,&HCD,&H91,&H10,&HDD,&HE5,&HD1,&HCD,&HD4,&H10
 DATA &H16,&H00,&HCD,&HC6,&H10,&HDD,&H56,&H00,&HCD,&H91
 DATA &H10,&HCD,&HC6,&H10,&HDD,&H23,&HFD,&H2B,&H10,&HF1
 DATA &H79,&HED,&H44,&H57,&HCD,&HC6,&H10,&HCD,&HDE,&H10
 DATA &HC9,&H79,&H82,&H4F,&HC9,&H3A,&H54,&H3F,&HF5,&HF1
 DATA &H3D,&H20,&HFB,&H7A,&H2F,&H57,&H3E,&H01,&HD3,&H00
 DATA &HCD,&HBD,&H10,&HC5,&H06,&H08,&HAF,&HCB,&H0A,&H17
 DATA &HD3,&H00,&HCD,&HBD,&H10,&H10,&HF5,&HC1,&HAF,&HD3
 DATA &H00,&HCD,&HBD,&H10,&HC9,&H3A,&H53,&H3F,&HD6,&H02
 DATA &H3D,&H20,&HFD,&HC9,&HC5,&H4A,&HCD,&HEA,&H1A,&HCD
 DATA &H95,&H10,&H53,&HCD,&H95,&H10,&HC1,&HC9,&HD5,&HCD
 DATA &HC6,&H10,&HD1,&H53,&HCD,&HC6,&H10,&HC9,&H16,&H0D
 DATA &HCD,&H95,&H10,&H16,&H0A,&HCD,&H95,&H10,&HC9,&H06
 DATA &H5C,&H21,&H00,&H00,&HCD,&HE1,&H17,&H22,&HE2,&H3F
 DATA &HCD,&H8C,&H11,&HCD,&H5B,&H18,&H3E,&H06,&HD3,&H02
 DATA &HDB,&H02,&HCB,&H7F,&H20,&HFA,&HCD,&HD1,&H11,&H3E
 DATA &H3A,&HBA,&HC2,&H38,&H19,&HOE,&H00,&HCD,&HAC,&H11
 DATA &H42,&HCD,&HAC,&H11,&HD5,&HCD,&HAC,&H11,&HE1,&H6A
 DATA &HE5,&HDD,&HE1,&HCD,&HAC,&H11,&HED,&H5B,&HE2,&H3F
 DATA &HDD,&H19,&HDD,&H22,&HDE,&H3F,&HCD,&HAC,&H11,&H7A
 DATA &HD3,&H01,&HDD,&H77,&H00,&HDD,&H23,&H10,&HF3,&H79
 DATA &HED,&H44,&H47,&HCD,&HAC,&H11,&H7A,&HB8,&HC2,&H38
 DATA &H19,&HCD,&HD1,&H11,&HCD,&HD1,&H11,&HCD,&HD1,&H11
 DATA &H3E,&H3A,&HBA,&HC2,&H38,&H19,&HOE,&H00,&HCD,&HAC
 DATA &H11,&H7A,&HFE,&H00,&H28,&H18,&H47,&HCD,&HAC,&H11
 DATA &HD5,&HCD,&HAC,&H11,&HE1,&H6A,&HE5,&HDD,&HE1,&HCD
 DATA &HAC,&H11,&HED,&H5B,&HE2,&H3F,&HDD,&H19,&H18,&HB6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA &H06,&H04,&HCD,&HAC,&H11,&H10,&HFB,&HCD,&HD1,&H11
DATA &HCD,&HD1,&H11,&HAF,&HD3,&H01,&H2A,&HDE,&H3F,&HC3
DATA &HF1,&H02,&H06,&H7C,&HDD,&H21,&H52,&H3F,&HCD,&H04
DATA &H18,&HDD,&H7E,&H00,&H06,&H04,&H21,&H6F,&H1F,&HBE
DATA &H28,&H06,&H23,&H23,&H10,&HF9,&H18,&HE6,&H23,&H7E
DATA &H32,&H53,&H3F,&HC9,&HCD,&HD1,&H11,&H7A,&HFE,&H41
DATA &H38,&H02,&HC6,&H09,&HE6,&HOF,&H07,&H07,&H07,&H07
DATA &HF5,&HCD,&HD1,&H11,&H7A,&HFE,&H41,&H38,&H02,&HC6
DATA &H09,&HE6,&HOF,&H57,&HF1,&HB2,&H57,&H79,&H82,&H4F
DATA &HC9,&H21,&H00,&H00,&H00,&H00,&H2B,&H7C,&HB5,&HCA
DATA &H38,&H19,&HDB,&H02,&HCB,&H7F,&H20,&HF2,&H00,&H00
DATA &H00,&H00,&HCD,&HFA,&H11,&HC5,&H16,&H00,&H06,&H08
DATA &HDB,&H02,&H17,&HCB,&H1A,&HCD,&HFA,&H11,&H10,&HF6
DATA &HC1,&HC9,&H3A,&H53,&H3F,&H3D,&H20,&HFD,&HC9,&HCD
DATA &H38,&H18,&HCD,&H4F,&H18,&H06,&H77,&H2A,&HE2,&H3F
DATA &HCD,&HE1,&H17,&H22,&HDC,&H3F,&HDD,&H2A,&HDE,&H3F
DATA &HDD,&H22,&HF9,&H3F,&HCD,&H8D,&H1A,&HFD,&H7E,&H00
DATA &HE6,&HOF,&H47,&H2A,&HE2,&H3F,&HDD,&H7E,&H00,&H77
DATA &HDD,&H23,&H23,&H10,&HF7,&H22,&HE2,&H3F,&HFD,&H7E
DATA &H00,&HE6,&HF0,&HOF,&HOF,&HOF,&HOF,&HF5,&HFE,&H02
DATA &HCC,&H57,&H12,&HF1,&HFE,&H06,&HCC,&H57,&H12,&HED
DATA &H4B,&HE0,&H3F,&H03,&HCD,&HEA,&H18,&H38,&HC5,&HCD
DATA &H57,&H19,&HC3,&HE2,&H02,&H2A,&HF9,&H3F,&H4E,&H11
DATA &H77,&H1F,&H06,&H12,&H1A,&HB9,&H28,&H40,&H13,&H10
DATA &HF9,&H2A,&HF9,&H3F,&H22,&HEF,&H3F,&HCD,&H67,&H17
DATA &H21,&H00,&H00,&H22,&HEB,&H3F,&H21,&HEA,&H3F,&HCB
DATA &HFE,&HCD,&H85,&H16,&HFE,&H11,&HC8,&HFE,&H13,&H20
DATA &HF6,&HDD,&HE5,&HE1,&H2B,&H56,&H2B,&H5E,&HD5,&HE1

DATA &HAF, &HED, &H5B, &HDE, &H3F, &HED, &H52, &HED, &H5B, &HDC
DATA &H3F, &H19, &HE5, &HD1, &H2A, &HE2, &H3F, &H2B, &H72, &H2B
DATA &H73, &HC9, &H23, &H5E, &H23, &H56, &HED, &H4B, &HDE, &H3F
DATA &HD5, &HE1, &HAF, &HED, &H42, &H38, &HB4, &HED, &H4B, &HE0
DATA &H3F, &HD5, &HE1, &HAF, &HED, &H42, &H30, &HA9, &HD5, &HE1
DATA &HAF, &HED, &H5B, &HDE, &H3F, &HED, &H52, &HED, &H5B, &HDC
DATA &H3F, &H19, &HE5, &HD1, &H2A, &HE2, &H3F, &H2B, &H72, &H2B
DATA &H73, &HC9, &HAF, &H32, &HF9, &H3F, &HCD, &HD8, &H18, &H3A
DATA &HF9, &H3F, &H32, &HEF, &H3F, &HCD, &H67, &H17, &H3A, &HF9
DATA &H3F, &H32, &HE7, &H3F, &H3E, &H40, &H32, &HE8, &H3F, &H21
DATA &H00, &H00, &H22, &HEB, &H3F, &HCD, &H85, &H16, &H21, &H5D
DATA &H1F, &H06, &H09, &HBE, &H28, &H06, &H23, &H23, &H10, &HF9
DATA &H18, &HEF, &H23, &H3A, &HF9, &H3F, &HAE, &H32, &HF9, &H3F
DATA &H18, &HC8, &HCD, &H38, &H18, &HCD, &H5B, &H18, &H2A, &HDE
DATA &H3F, &HED, &H5B, &HE0, &H3F, &HCD, &H17, &H1A, &HCD, &H57
DATA &H19, &HC3, &HE2, &H02, &H21, &H69, &H3F, &H11, &H6D, &H3F
DATA &H01, &H0C, &H00, &HED, &HB8, &HC9, &HD5, &HCD, &H28, &H13
DATA &HCD, &H55, &H16, &HD1, &H7A, &H32, &H61, &H3F, &HC9, &HE5
DATA &HCD, &H28, &H13, &HCD, &H55, &H16, &HE1, &H7C, &H65, &H6F
DATA &H22, &H60, &H3F, &HC9, &HCD, &H28, &H13, &HDD, &HE5, &HE1
DATA &H11, &H5E, &H3F, &H01, &H04, &H00, &HED, &HB0, &HC9, &H21
DATA &H62, &H3F, &H11, &H5E, &H3F, &H01, &H0C, &H00, &HED, &HB0
DATA &H21, &H6D, &H3F, &HAF, &H06, &H04, &H77, &H2B, &H10, &HFC
DATA &HC9, &HCD, &H5F, &H13, &H3A, &H61, &H3F, &H57, &HC9, &H2A
DATA &H60, &H3F, &H7C, &H65, &H6F, &HE5, &HCD, &H5F, &H13, &HE1
DATA &HC9, &H21, &H5E, &H3F, &HDD, &HE5, &HD1, &H01, &H04, &H00
DATA &HED, &HB0, &HCD, &H5F, &H13, &HC9, &HCD, &H4E, &H16, &H06
DATA &H20, &HC5, &HCD, &HB0, &H13, &HCD, &HBC, &H13, &H30, &H03

DATA &HCD, &HCE, &H13, &HC1, &H10, &HF1, &HCD, &H38, &H16, &HC9
 DATA &HAF, &H21, &H75, &H3F, &H06, &H08, &HCB, &H16, &H2B, &H10
 DATA &HFB, &HC9, &HAF, &H21, &H65, &H3F, &H06, &H04, &HCB, &H16
 DATA &H2B, &H10, &HFB, &HDO, &H21, &H65, &H3F, &HCB, &HC6, &HC9
 DATA &HAF, &H21, &H61, &H3F, &H11, &H75, &H3F, &H06, &H04, &H1A
 DATA &H8E, &H12, &H2B, &H1B, &H10, &HF9, &HDO, &H01, &H00, &H04
 DATA &H1A, &H89, &H12, &H1B, &H10, &HFA, &HC9, &HCD, &H4E, &H16
 DATA &H0E, &H20, &HCD, &H07, &H14, &HCD, &H19, &H14, &HCD, &H2B
 DATA &H14, &H30, &H03, &HCD, &H3B, &H14, &H3F, &HCD, &H20, &H14
 DATA &HOD, &H20, &HEB, &HCD, &H38, &H16, &HC9, &HAF, &H21, &H65
 DATA &H3F, &H06, &H04, &HCB, &H16, &H2B, &H10, &HFB, &HDO, &H21
 DATA &H65, &H3F, &HCB, &HC6, &HC9, &H21, &H71, &H3F, &H06, &H04
 DATA &H18, &H05, &H21, &H75, &H3F, &H06, &H04, &HCB, &H16, &H2B
 DATA &H10, &HFB, &HC9, &H21, &H61, &H3F, &H11, &H71, &H3F, &H06
 DATA &H04, &H1A, &H9E, &H12, &H2B, &H1B, &H10, &HF9, &HC9, &HAF
 DATA &H21, &H61, &H3F, &H11, &H71, &H3F, &H06, &H04, &H1A, &H8E
 DATA &H12, &H2B, &H1B, &H10, &HF9, &HC9, &HDD, &HE5, &HCD, &H4E
 DATA &H16, &H21, &H65, &H3F, &H11, &H61, &H3F, &HDD, &H21, &H75
 DATA &H3F, &H06, &H04, &H1A, &H8E, &HDD, &H77, &H00, &H2B, &H1B
 DATA &HDD, &H2B, &H10, &HF5, &H3E, &H00, &H8F, &HDD, &H77, &H00
 DATA &HDD, &HE1, &HCD, &H38, &H16, &HC9, &HDD, &HE5, &HCD, &H4E
 DATA &H16, &H21, &H65, &H3F, &H11, &H61, &H3F, &HDD, &H21, &H75
 DATA &H3F, &H06, &H04, &H1A, &H9E, &HDD, &H77, &H00, &H2B, &H1B
 DATA &HDD, &H2B, &H10, &HF5, &H3E, &H00, &H8F, &HDD, &H77, &H00
 DATA &HDD, &HE1, &HCD, &H38, &H16, &HC9, &HCD, &H4E, &H16, &H0E
 DATA &H20, &H21, &H61, &H3F, &H06, &H04, &HCB, &H16, &H2B, &H10
 DATA &HFB, &H21, &H75, &H3F, &H06, &H08, &H7E, &H8F, &H27, &H77
 DATA &H2B, &H10, &HF9, &HOD, &H20, &HE7, &HCD, &H42, &H16, &HCD

DATA &H60,&H16,&HC9,&HOE,&H20,&H06,&H04,&HAF,&H21,&H5E
 DATA &H3F,&H7E,&H1F,&HF5,&HCB,&H7F,&H28,&H02,&HD6,&H30
 DATA &HCB,&H5F,&H28,&H02,&HD6,&H03,&H77,&H23,&HF1,&H10
 DATA &HEC,&H21,&H72,&H3F,&H06,&H04,&HCB,&H1E,&H23,&H10
 DATA &HFB,&H0D,&H20,&HD9,&HCD,&H42,&H16,&HCD,&H60,&H16
 DATA &HC9,&H21,&H62,&H3F,&H11,&H72,&H3F,&H01,&H04,&H00
 DATA &HED,&HBO,&H21,&H5E,&H3F,&H11,&H62,&H3F,&H01,&H04
 DATA &H00,&HED,&HBO,&HCD,&H42,&H16,&HC9,&H21,&H5E,&H3F
 DATA &H11,&H7A,&H3F,&H06,&H1C,&H4E,&H1A,&H77,&H79,&H12
 DATA &H23,&H13,&H10,&HF7,&HC9,&HCD,&H28,&H13,&H21,&H76
 DATA &H3F,&H11,&H5E,&H3F,&H01,&H04,&H00,&HED,&HBO,&HC9
 DATA &H21,&H76,&H3F,&H06,&H04,&HAF,&H77,&H23,&H10,&HFC
 DATA &HC9,&H21,&H79,&H3F,&H11,&H61,&H3F,&H06,&H04,&HAF
 DATA &H1A,&H8E,&H77,&H2B,&H1B,&H10,&HF9,&HC9,&H21,&H61
 DATA &H3F,&H11,&H79,&H3F,&H06,&H04,&HAF,&H1A,&H9E,&H12
 DATA &H2B,&H1B,&H10,&HF9,&HC9,&HDD,&HE5,&HCD,&H4E,&H16
 DATA &H21,&H65,&H3F,&H11,&H61,&H3F,&HDD,&H21,&H75,&H3F
 DATA &H06,&H04,&H1A,&H8E,&H27,&HDD,&H77,&H00,&H2B,&H1B
 DATA &HDD,&H2B,&H10,&HF4,&H3E,&H00,&H8F,&HDD,&H77,&H00
 DATA &HDD,&HE1,&HCD,&H38,&H16,&HC9,&HDD,&HE5,&HCD,&H4E
 DATA &H16,&H21,&H65,&H3F,&H11,&H61,&H3F,&HDD,&H21,&H75
 DATA &H3F,&H06,&H04,&H1A,&H9E,&H27,&HDD,&H77,&HCO,&H2B
 DATA &H1B,&HDD,&H2B,&H10,&HF4,&H3E,&H00,&H8F,&HDD,&H77
 DATA &H00,&HDD,&HE1,&HCD,&H38,&H16,&HC9,&HDD,&HE5,&HCD
 DATA &H4E,&H16,&H21,&H65,&H3F,&H11,&H61,&H3F,&HDD,&H21
 DATA &H75,&H3F,&H06,&H02,&HCD,&HE2,&H15,&HDD,&H77,&H00
 DATA &H2B,&H1B,&HDD,&H2B,&H10,&HF4,&H06,&H02,&H1A,&H8E
 DATA &H27,&HDD,&H77,&H00,&H2B,&H1B,&HDD,&H2B,&H10,&HF4

DATA &H3E,&H00,&H8F,&HDD,&H77,&H00,&HDD,&HE1,&HCD,&H38
 DATA &H16,&HC9,&H1A,&H8E,&H27,&H30,&H05,&HC6,&H40,&H27
 DATA &H37,&HC9,&HFE,&H60,&H38,&H05,&HD6,&H60,&H27,&H37
 DATA &HC9,&H37,&H3F,&HC9,&HDD,&HE5,&HCD,&H4E,&H16,&H21
 DATA &H65,&H3F,&H11,&H61,&H3F,&HDD,&H21,&H75,&H3F,&H06
 DATA &H02,&HCD,&H2F,&H16,&HDD,&H77,&H00,&H2B,&H1B,&HDD
 DATA &H2B,&H10,&HF4,&H06,&H02,&H1A,&H9E,&H27,&HDD,&H77
 DATA &H00,&H2B,&H1B,&HDD,&H2B,&H10,&HF4,&H3E,&H00,&H8F
 DATA &HDD,&H77,&H00,&HDD,&HE1,&HCD,&H38,&H16,&HC9,&H1A
 DATA &H9E,&H27,&HD0,&HD6,&H40,&H27,&H37,&HC9,&HCD,&H5F
 DATA &H13,&HCD,&H42,&H16,&HCD,&H60,&H16,&HC9,&H21,&H72
 DATA &H3F,&H11,&H5E,&H3F,&H01,&H04,&H00,&HED,&HBO,&HC9
 DATA &H21,&H6E,&H3F,&H06,&H08,&H18,&H05,&H21,&H5E,&H3F
 DATA &H06,&H04,&HAF,&H77,&H23,&H10,&HFC,&HC9,&HOE,&H00
 DATA &H21,&H6E,&H3F,&H06,&H04,&H7E,&HFE,&H00,&H28,&H04
 DATA &HCB,&HC1,&H18,&H03,&H23,&H10,&HF4,&H21,&H5E,&H3F
 DATA &H06,&H04,&H7E,&HFE,&H00,&H20,&H05,&H23,&H10,&HF8
 DATA &HCB,&HF9,&HC5,&HF1,&HC9,&H06,&H08,&H48,&H1E,&H00
 DATA &H21,&HE7,&H3F,&HCD,&H2E,&H17,&H22,&HF7,&H3F,&HDB
 DATA &H02,&HE6,&H70,&HFE,&H70,&H20,&H15,&H0D,&H20,&HOA
 DATA &H21,&HFD,&H3F,&HCB,&H86,&H21,&HFC,&H3F,&H36,&H60
 DATA &H2A,&HF7,&H3F,&H1C,&H10,&HDF,&H18,&HD5,&HB3,&HC5
 DATA &H21,&H4C,&H1F,&H06,&H16,&HBE,&H28,&H03,&H2B,&H10
 DATA &HFA,&H50,&HC1,&H21,&HFD,&H3F,&HCB,&H46,&H28,&H1C
 DATA &H3E,&H07,&HBB,&H28,&H06,&H7A,&HCD,&H23,&H17,&H38
 DATA &HD7,&H3A,&HFB,&H3F,&HCD,&H23,&H17,&H38,&HCF,&H21
 DATA &HFC,&H3F,&H35,&H20,&HC9,&H36,&H16,&HC9,&H7A,&H32
 DATA &HFB,&H3F,&HCB,&HC6,&HCB,&H5E,&H20,&H14,&H21,&H00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA &H04, &H4F, &H3A, &HFF, &H3F, &H47, &H79, &H0E, &H10, &HFE
 DATA &H10, &H30, &H02, &H0E, &H14, &HCD, &H6C, &H18, &H3A, &HFB
 DATA &H3F, &H21, &HFD, &H3F, &HCB, &H66, &HC0, &HFE, &H10, &HCA
 DATA &H33, &H03, &HFE, &H12, &HCA, &HDB, &H04, &HFE, &H14, &HCA
 DATA &H92, &H03, &HFE, &H15, &HCA, &H3D, &H05, &HFE, &H16, &HCA
 DATA &HE5, &H03, &HC9, &HFE, &H11, &HC8, &HFE, &H13, &HC8, &HFE
 DATA &H15, &HC8, &H37, &HC9, &H7B, &HD3, &H02, &H7E, &HD3, &H01
 DATA &HAF, &H3D, &H20, &HFD, &HD3, &H01, &H23, &HC9, &H11, &HE7
 DATA &H3F, &H21, &HF0, &H3F, &HCD, &H4B, &H17, &H2B, &HCD, &H4B
 DATA &H17, &H23, &H23, &H0E, &H02, &H1A, &HE5, &HCD, &H5A, &H17
 DATA &HE1, &HED, &H6F, &H13, &H0D, &H20, &HF4, &HC9, &H21, &H5C
 DATA &H1F, &H06, &H0F, &HBE, &H28, &H03, &H2B, &H10, &HFA, &H78
 DATA &HC9, &H11, &HE7, &H3F, &H21, &HF0, &H3F, &HCD, &H76, &H17
 DATA &H2B, &HCD, &H76, &H17, &H23, &H23, &H06, &H02, &HAF, &HED
 DATA &H6F, &HE5, &HCD, &H85, &H17, &HE1, &H12, &H13, &H10, &HF4
 DATA &HC9, &H21, &H4D, &H1F, &H85, &H6F, &H3E, &H00, &H8C, &H67
 DATA &H7E, &HC9, &HFE, &H11, &H28, &H23, &HFE, &H10, &HD0, &HCD
 DATA &H85, &H17, &H57, &H21, &HE7, &H3F, &H7E, &HFE, &H40, &H28
 DATA &H10, &HFE, &H00, &H28, &H0C, &H06, &H04, &H23, &H7E, &H05
 DATA &HCC, &HD8, &H18, &HFE, &H00, &H20, &HF6, &H72, &H06, &HFF
 DATA &HC9, &H21, &HED, &H3F, &H36, &H00, &H2B, &H2B, &H06, &H04
 DATA &H2B, &H7E, &H05, &H28, &H07, &HFE, &H00, &H28, &HF7, &H36
 DATA &H00, &HC9, &H36, &H00, &HC9, &HE5, &HCD, &H85, &H17, &HE1
 DATA &H57, &H23, &H7E, &HFE, &H00, &H28, &H04, &H36, &H00, &H2B
 DATA &H37, &H72, &HC9, &H22, &HEF, &H3F, &H60, &H2E, &H40, &H22
 DATA &HF9, &H3F, &HCD, &H67, &H17, &H2A, &HF9, &H3F, &H22, &HEB
 DATA &H3F, &HCD, &H85, &H16, &HCD, &H90, &H17, &HFE, &H13, &H20
 DATA &HF0, &HCD, &H3C, &H17, &H2A, &HEF, &H3F, &HC9, &HC5, &HDD

DATA &H7E, &H00, &H32, &HF0, &H3F, &HCD, &H67, &H17, &HC1, &H60
 DATA &H2E, &H40, &H22, &HEB, &H3F, &H21, &H00, &H00, &H22, &HE9
 DATA &H3F, &HCD, &H85, &H16, &HFE, &H11, &H28, &HF9, &HFE, &H13
 DATA &H28, &H08, &H21, &HE7, &H3F, &HCD, &HCF, &H17, &H18, &HED
 DATA &HCD, &H3C, &H17, &H3A, &HF0, &H3F, &HDD, &H77, &H00, &HC9
 DATA &H2A, &HDE, &H3F, &H06, &H6D, &HCD, &HE1, &H17, &H22, &HDE
 DATA &H3F, &H2A, &HE0, &H3F, &H06, &H71, &HCD, &HE1, &H17, &H22
 DATA &HE0, &H3F, &HC9, &H2A, &HE2, &H3F, &H06, &H5E, &HCD, &HE1
 DATA &H17, &H22, &HE2, &H3F, &HC9, &H11, &H9E, &H1E, &H01, &H05
 DATA &H01, &HCD, &H8B, &H18, &HCD, &H85, &H16, &HFE, &H13, &H20
 DATA &HF9, &HC9, &HE5, &HD5, &H16, &H00, &H78, &HCD, &H7E, &H18
 DATA &HAF, &HCD, &H7E, &H18, &H15, &H20, &HF3, &HD1, &HE1, &HC9
 DATA &HD3, &H00, &H59, &H2B, &H7C, &HB5, &H20, &H01, &H14, &H1D
 DATA &H20, &HF7, &HC9, &HC5, &HCD, &HD8, &H18, &HEB, &HED, &HBO
 DATA &HC1, &HCD, &H97, &H18, &HC9, &H11, &H00, &H08, &H21, &HE7
 DATA &H3F, &HCD, &H2E, &H17, &H1C, &H15, &H20, &HF9, &H10, &HF1
 DATA &HC9, &H11, &H00, &H08, &H21, &HE7, &H3F, &H3E, &HFF, &H32
 DATA &HFB, &H3F, &HCD, &H2E, &H17, &HDB, &H02, &HE6, &H70, &HFE
 DATA &H70, &H28, &H16, &HB3, &HC5, &HD5, &HE5, &H21, &H4C, &H1F
 DATA &H06, &H16, &HBE, &H28, &H03, &H2B, &H10, &HFA, &H78, &HE1
 DATA &HD1, &HC1, &H32, &HFB, &H3F, &H1C, &H15, &H20, &HDB, &HC9
 DATA &HAF, &H21, &HF2, &H3F, &H06, &HOB, &H2B, &H77, &H10, &HFC
 DATA &HC9, &HAF, &H3D, &H20, &HFD, &H10, &HFA, &HC9, &HDD, &HE5
 DATA &HE1, &HAF, &HED, &H42, &HC9, &HAF, &H21, &HF7, &H3F, &H06
 DATA &H03, &H2B, &H77, &H10, &HFC, &H0E, &H10, &H21, &HF2, &H3F
 DATA &HCB, &H16, &H23, &HCB, &H16, &H23, &H06, &H03, &H7E, &H8F
 DATA &H27, &H77, &H23, &H10, &HF9, &H0D, &H20, &HEB, &HC9, &H0E
 DATA &H10, &H06, &H03, &HAF, &H21, &HF6, &H3F, &H7E, &H1F, &HF5

DATA &HCB,&H7F,&H28,&H02,&HD6,&H30,&HCB,&H5F,&H28,&H02
 DATA &HD6,&H03,&H77,&H2B,&HF1,&H10,&HEC,&HCB,&H1E,&H2B
 DATA &HCB,&H1E,&H0D,&H20,&HDE,&HC9,&HCD,&H53,&H19,&H01
 DATA &H05,&H01,&HCD,&H4C,&H19,&HCD,&H85,&H16,&H18,&HFB
 DATA &HCD,&H53,&H19,&H01,&H05,&H30,&H11,&H77,&H1E,&HCD
 DATA &H8B,&H18,&HC9,&H0E,&H50,&H18,&H04,&H0E,&H08,&H18
 DATA &H00,&H21,&HFD,&H3F,&HCB,&H5E,&HC0,&H21,&H00,&H15
 DATA &H3A,&HFF,&H3F,&H47,&HCD,&H6C,&H18,&HC9,&HDD,&H22
 DATA &HEF,&H3F,&HCD,&H67,&H17,&H21,&HEA,&H3F,&HCB,&HFE
 DATA &H21,&H00,&H00,&H22,&HEB,&H3F,&H21,&HFD,&H3F,&HCB
 DATA &HE6,&HCD,&H85,&H16,&HCB,&HA6,&HFE,&H10,&HCA,&H33
 DATA &H03,&HFE,&H12,&HCA,&HDB,&H04,&HFE,&H14,&H28,&H0F
 DATA &HFE,&H15,&HCA,&H3D,&H05,&HFE,&H16,&HCA,&HE2,&H02
 DATA &HFE,&H13,&HC8,&H18,&HD9,&H21,&HEA,&H3F,&HCB,&HBE
 DATA &HC3,&H82,&H03,&H78,&H87,&H06,&H00,&H4F,&H09,&H5E
 DATA &H23,&H56,&HEB,&HC9,&HAF,&HED,&H42,&HE5,&HD5,&HE1
 DATA &HED,&H42,&HC5,&HE1,&HC1,&H30,&H04,&H03,&HED,&HBO
 DATA &HC9,&H09,&HEB,&H09,&HEB,&H03,&HED,&HBS,&HC9,&HDD
 DATA &H21,&HAE,&H1E,&H16,&H04,&H2E,&H00,&HDD,&H66,&H00
 DATA &H06,&HFF,&HDD,&H23,&HDD,&H4E,&H00,&HCD,&H6C,&H18
 DATA &HDD,&H23,&H15,&H20,&HEC,&HC9,&H06,&H00,&HCD,&H6C
 DATA &H18,&H04,&H20,&HFA,&HC9,&H06,&HFF,&HCD,&H6C,&H18
 DATA &H05,&H20,&HFA,&HC9,&H16,&H00,&H7A,&HAE,&H57,&H23
 DATA &HOB,&H78,&HB1,&H20,&HF7,&H7A,&HBD,&H57,&HC9,&H21
 DATA &H00,&H20,&H01,&H00,&H1F,&HCD,&HFE,&H19,&HC9,&HEB
 DATA &HAF,&HED,&H52,&H01,&H01,&H00,&H09,&HE5,&HC1,&HD5
 DATA &HDD,&HE1,&H21,&HFD,&H3F,&HCB,&HB6,&HC5,&HDD,&H22
 DATA &HEF,&H3F,&HCD,&H67,&H17,&H21,&H00,&H00,&H22,&HEB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA &H3F, &H06, &H15, &HCD, &H97, &H18, &HC1, &HAF, &H5F, &H21
 DATA &H00, &H01, &HED, &H42, &H38, &H06, &H21, &HFD, &H3F, &HCB
 DATA &HF6, &H59, &H53, &HAF, &HDD, &HE5, &HE1, &HDD, &HE5, &HFD
 DATA &HE1, &HDD, &H77, &H00, &HDD, &H23, &HOB, &H3C, &H15, &H20
 DATA &HF6, &H53, &HAF, &HBE, &H20, &H11, &H36, &H00, &H23, &H3C
 DATA &H15, &H20, &HF6, &H21, &HFD, &H3F, &HCB, &H76, &H28, &HB7
 DATA &HCB, &HB6, &HC9, &HC5, &HDD, &HE5, &HFD, &HE5, &HDD, &HE1
 DATA &HCD, &H6C, &H19, &HDD, &HE1, &HC1, &H18, &HE7, &H36, &H00
 DATA &HE5, &HD1, &H13, &HOB, &HED, &HB0, &HC9, &HDD, &H7E, &H00
 DATA &HFE, &HCB, &H28, &H17, &HFE, &HDD, &H28, &H18, &HFE, &HED
 DATA &H28, &H35, &HFE, &HFD, &H28, &H39, &H11, &H51, &H1B, &H26
 DATA &H00, &H6F, &H19, &HE5, &HFD, &HE1, &HC9, &HFD, &H21, &H51
 DATA &H1C, &HC9, &HDD, &H7E, &H01, &HFE, &HCB, &H28, &H12, &H21
 DATA &H52, &H1C, &H56, &HBA, &H28, &H06, &H38, &H25, &H23, &H23
 DATA &H18, &HF6, &H23, &HE5, &HFD, &HE1, &HC9, &HDD, &H7E, &H03
 DATA &H21, &H5E, &H1D, &H18, &HE9, &HDD, &H7E, &H01, &H21, &HA0
 DATA &H1C, &H18, &HE1, &HDD, &H7E, &H01, &HFE, &HCB, &H28, &HE9
 DATA &H21, &H10, &H1D, &H18, &HD5, &HFD, &H21, &H9C, &H1D, &HC9
 DATA &H79, &HE6, &HF0, &HOF, &HOF, &HOF, &HOF, &HCD, &HFB, &H1A
 DATA &H57, &H79, &HCD, &HFB, &H1A, &H5F, &HC9, &HE6, &HOF, &HFE
 DATA &HOA, &H30, &H03, &HF6, &H30, &HC9, &HD6, &H09, &HF6, &H40
 DATA &HC9, &H4A, &HCD, &H18, &H1B, &H07, &H07, &H07, &H07, &H57
 DATA &H4B, &HCD, &H18, &H1B, &HB2, &HC9, &H79, &HFE, &H41, &H38
 DATA &H02, &HC6, &H09, &HE6, &HOF, &HC9, &HD5, &HE5, &H04, &H16
 DATA &H00, &H59, &H21, &H00, &H00, &H05, &H28, &H03, &H19, &H18
 DATA &HFA, &HEB, &HE1, &H19, &HD1, &HC9, &H79, &HFE, &H61, &HD8
 DATA &HFE, &H7B, &HD0, &HD6, &H20, &HC9, &HE5, &H21, &HA0, &HCD
 DATA &HE5, &HE1, &HE5, &HE1, &H2B, &H7C, &HB5, &H20, &HF7, &H10

DATA &H36,&H54,&H39,&H02,&H46,&H43,&H4E,&H43,&H56,&H43
DATA &H5E,&H43,&H66,&H43,&H6E,&H43,&H70,&H43,&H71,&H43
DATA &H72,&H43,&H73,&H43,&H74,&H43,&H75,&H43,&H77,&H43
DATA &H7E,&H43,&H86,&H43,&H8E,&H43,&H96,&H43,&H9E,&H43
DATA &HA6,&H43,&HAE,&H43,&HB6,&H43,&HBE,&H43,&HE1,&H02
DATA &HE3,&H02,&HE5,&H02,&HE9,&H02,&HF9,&H02,&H40,&H02
DATA &H41,&H02,&H42,&H02,&H43,&H64,&H44,&H02,&H45,&H02
DATA &H46,&H02,&H47,&H02,&H48,&H02,&H49,&H02,&H4A,&H02
DATA &H4B,&H64,&H4D,&H02,&H4F,&H02,&H50,&H02,&H51,&H02
DATA &H52,&H02,&H53,&H64,&H56,&H02,&H57,&H02,&H58,&H02
DATA &H59,&H02,&H5A,&H02,&H5B,&H64,&H5E,&H02,&H5F,&H02
DATA &H60,&H02,&H61,&H02,&H62,&H02,&H67,&H02,&H68,&H02
DATA &H69,&H02,&H6A,&H02,&H6F,&H02,&H72,&H02,&H73,&H64
DATA &H78,&H02,&H79,&H02,&H7A,&H02,&H7B,&H64,&HA0,&H02
DATA &HA1,&H02,&HA2,&H02,&HA3,&H02,&HA8,&H02,&HA9,&H02
DATA &HAA,&H02,&HAB,&H02,&HBO,&H02,&HB1,&H02,&HB2,&H02
DATA &HB3,&H02,&HB8,&H02,&HB9,&H02,&HBA,&H02,&HBB,&H02
DATA &H09,&H02,&H19,&H02,&H21,&H64,&H22,&H64,&H23,&H02
DATA &H29,&H02,&H2A,&H64,&H2B,&H02,&H34,&H43,&H35,&H43
DATA &H36,&H54,&H39,&H02,&H46,&H43,&H4E,&H43,&H56,&H43
DATA &H5E,&H43,&H66,&H43,&H6E,&H43,&H70,&H43,&H71,&H43
DATA &H72,&H43,&H73,&H43,&H74,&H43,&H75,&H43,&H77,&H43
DATA &H7E,&H43,&H86,&H43,&H8E,&H43,&H96,&H43,&H9E,&H43
DATA &HA6,&H43,&HAE,&H43,&HB6,&H43,&HBE,&H43,&HE1,&H02
DATA &HE3,&H02,&HE5,&H02,&HE9,&H02,&HF9,&H02,&H06,&H44
DATA &H0E,&H44,&H16,&H44,&H1E,&H44,&H26,&H44,&H2E,&H44
DATA &H3E,&H44,&H46,&H44,&H4E,&H44,&H56,&H44,&H5E,&H44
DATA &H66,&H44,&H6E,&H44,&H76,&H44,&H7E,&H44,&H86,&H44

DATA &H8E,&H44,&H96,&H44,&H9E,&H44,&HA6,&H44,&HAE,&H44
 DATA &HB6,&H44,&HBE,&H44,&HC6,&H44,&HCE,&H44,&HD6,&H44
 DATA &HDE,&H44,&HE6,&H44,&HEE,&H44,&HF6,&H44,&HFE,&H44
 DATA &HFF,&HE2,&H02,&H6C,&H18,&H85,&H16,&HD8,&H18,&H97
 DATA &H18,&HA7,&H18,&H3C,&H17,&H67,&H17,&H04,&H18,&HE1
 DATA &H17,&HF1,&H18,&H13,&H19,&H8B,&H18,&H5B,&H18,&H57
 DATA &H19,&HE3,&H18,&H00,&H03,&H33,&H0B,&H38,&H19,&H6C
 DATA &H19,&HD7,&H19,&HD1,&H19,&HEA,&H18,&HAD,&H19,&H38
 DATA &H18,&H4F,&H18,&H80,&H09,&HB0,&H08,&HEC,&H19,&HF5
 DATA &H19,&H53,&H19,&HB8,&H19,&HEA,&H1A,&H09,&H1B,&H18
 DATA &H1B,&HD1,&H11,&HAC,&H11,&H95,&H10,&HC6,&H10,&HD4
 DATA &H10,&H8D,&H1A,&H17,&H1A,&HFE,&H19,&H84,&H1A,&H8C
 DATA &H11,&H22,&H1B,&H36,&H1B,&H40,&H1B,&H28,&H13,&H34
 DATA &H13,&H41,&H13,&H50,&H13,&H5F,&H13,&H75,&H13,&H7D
 DATA &H13,&H89,&H13,&H98,&H13,&HE9,&H13,&H4C,&H14,&H74
 DATA &H14,&H9C,&H14,&HC1,&H14,&HF1,&H14,&H0B,&H15,&H1D
 DATA &H15,&H2C,&H15,&H37,&H15,&H48,&H15,&H59,&H15,&H82
 DATA &H15,&HAB,&H15,&HF8,&H15,&H5B,&H05,&H7A,&H05,&H9C
 DATA &H05,&HC9,&H06,&H3E,&H07,&H58,&H07,&HE5,&H07,&H3E
 DATA &H08,&H4D,&H08,&H0B,&H09,&HCE,&H09,&H06,&H0A,&H3D
 DATA &H0A,&H4E,&H0A,&H97,&H0A,&H00,&H0B,&H28,&H0B,&H46
 DATA &H0B,&H85,&H0B,&HA0,&H0B,&HDO,&H0B,&H34,&H0C,&H4F
 DATA &H0C,&H16,&H0E,&H88,&H0E,&H35,&H0F,&HF2,&H0F,&HE9
 DATA &H10,&HDD,&H0F,&H01,&H12,&HD6,&H12,&H12,&H13,&H79
 DATA &H78,&HCF,&H6D,&H00,&H71,&H1C,&H54,&HD8,&H06,&H79
 DATA &H50,&H50,&H5C,&H50,&H3F,&H71,&H71,&H3F,&H54,&H00
 DATA &H58,&H38,&H79,&H77,&H50,&H5B,&H3F,&H76,&H5B,&H7F
 DATA &H76,&H4F,&H3F,&H76,&H4F,&H7F,&H76,&H7D,&H7D,&H76

DATA &H6D,&H79,&H78,&H40,&H3E,&H6D,&H79,&H50,&H50,&H79
 DATA &H77,&H5E,&H6E,&H38,&H77,&H78,&H39,&H76,&H71,&H50
 DATA &H5C,&H54,&H78,&H5C,&H30,&H6D,&H30,&H57,&H30,&H49
 DATA &H30,&H36,&H00,&H6D,&H05,&H01,&H00,&H36,&H40,&H3E
 DATA &H40,&H40,&H40,&H49,&H00,&H28,&H80,&H36,&H10,&H01
 DATA &H40,&H3E,&H40,&H40,&H40,&H49,&H00,&H28,&H80,&H36
 DATA &H10,&H01,&H40,&H3E,&H40,&H40,&H40,&H3E,&H00,&H49
 DATA &H30,&H01,&H00,&H6D,&H05,&H01,&H00,&H36,&H40,&H3E
 DATA &H40,&H40,&H40,&H49,&H00,&H28,&H80,&H36,&H10,&H01
 DATA &H40,&H3E,&H40,&H40,&H40,&H49,&H00,&H28,&H80,&H36
 DATA &H10,&H01,&H40,&H3E,&H40,&H40,&H40,&H3E,&H30,&H6D
 DATA &H80,&H51,&H30,&H40,&H80,&H36,&H30,&H40,&H00,&H36
 DATA &H30,&H01,&H30,&H36,&H80,&H28,&H30,&H20,&H80,&H1A
 DATA &H30,&H20,&H00,&H1A,&H73,&H39,&H6D,&H73,&H06,&H71
 DATA &H06,&H70,&H06,&H6E,&H77,&H71,&H7C,&H39,&H5E,&H79
 DATA &H76,&H38,&H77,&H02,&H7C,&H02,&H5E,&H02,&H76,&H02
 DATA &H60,&H61,&H62,&H63,&H50,&H51,&H52,&H53,&H30,&H31
 DATA &H32,&H33,&H65,&H55,&H35,&H66,&H64,&H67,&H54,&H57
 DATA &H34,&H36,&H56,&H3F,&H06,&H5B,&H4F,&H66,&H6D,&H7D
 DATA &H07,&H7F,&H6F,&H77,&H7C,&H39,&H5E,&H79,&H71,&H01
 DATA &H08,&H02,&H80,&H04,&H10,&H05,&H40,&H06,&H04,&H08
 DATA &H20,&H09,&H40,&H0A,&H02,&H0D,&H01,&H12,&H6B,&H24
 DATA &H5B,&H48,&H2D,&H96,&H14,&HC2,&HC3,&HC4,&HCA,&HCC
 DATA &HCD,&HD2,&HD4,&HDA,&HDC,&HE2,&HE4,&HEA,&HEC,&HF2
 DATA &HF4,&HFA,&HFC,&H3A,&H59,&H3F,&HFE,&H00,&HC2,&HEC
 DATA &H00,&H3A,&HFE,&HFF,&HFE,&H33,&HC2,&HEC,&H00,&H3A
 DATA &HFF,&HFF,&HFE,&H35,&HC2,&HEC,&H00,&H21,&HCO,&HFF
 DATA &H06,&H00,&H4E,&H23,&H11,&HBO,&H3F,&HED,&HBO,&H11

DATA &HC3,&H1F,&H06,&H40,&HOE,&H07,&H3E,&H0C,&HD7,&H01
 DATA &H45,&HFF,&H21,&H00,&H18,&H3E,&H01,&HD7,&HC3,&HEC
 DATA &H00,&H71,&H1C,&H54,&HD8,&H4F,&H6D,&H00,&H00,&H00
 DATA &H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00
 DATA &H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00
 DATA &H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00
 DATA &H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00
 DATA &H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00,&H00
 DATA &H00,&H00



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งานเครื่องตรวจสอบไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยว

ในการใช้งานเครื่องตรวจสอบไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยว จะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ 2 กลุ่มด้วยกันคือ ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ในส่วนของฮาร์ดแวร์จะประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM PC จะเป็น AT หรือ XT ก็ได้ , ชุดอินเทอร์เฟซที่สร้างขึ้น และเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยว (ET-BOARD) ที่จะนำมาทำการทดสอบ ในส่วนของซอฟต์แวร์นั้น จะเป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นมา เพื่อใช้สำหรับการประมวลผลการทำงานของ ET BOARD ในส่วนต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ หน่วยความจำประเภท ROM และ RAM, ภาคนแสดงผล , ดิสก์บอร์ด, แรงดันและความถี่ ซึ่งจะถูกเก็บไว้ในแผ่นจานแม่เหล็ก

การใช้งานและการติดตั้ง

- 1) เสียบชุดอินเทอร์เฟซที่สร้างขึ้น บนสล็อตของเครื่อง PC
- 2) ต่อสายคาส์เบอ์เข้ากับชุดอินเทอร์เฟซ
- 3) จ่ายไฟให้กับเครื่อง PC พร้อมกับทำการ BOOT DOS
- 4) จ่ายไฟให้กับเครื่อง ET-BOARD
- 5) กดปุ่ม RESET ของเครื่อง ET-BOARD ดังไว้ แล้วนำคาส์เบอ์มาทาบที่ Z-80 เมื่อทาบเรียบร้อยแล้วจึงปล่อยปุ่ม RESET
- 6) นำแผ่นจานแม่เหล็กที่เก็บโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาสาน DISK DRIVE แล้วเรียก ET
- 7) หน้าจอจะขึ้น MENU ให้เลือก

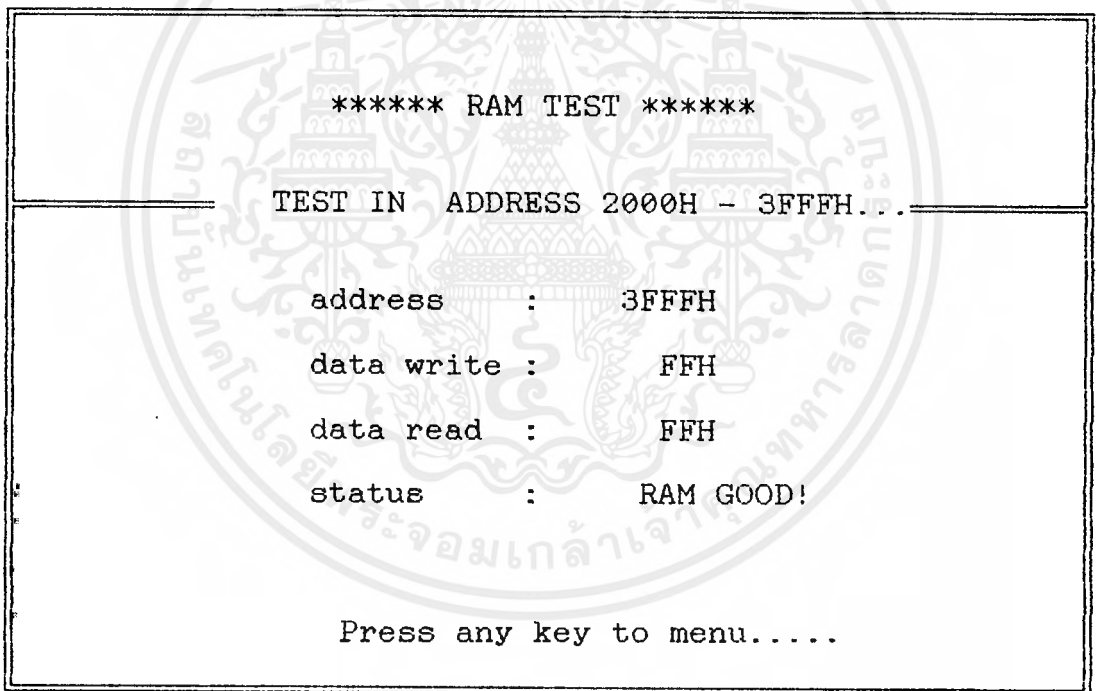
***** MENU *****

1. RAM TEST IN ADDRESS 2000H - 3FFFH
2. MONITOR EPROM TEST
3. DISPLAY TEST
4. KEYBOARD TEST
5. SUPPLY TEST
6. FREQUENCY TEST
7. EXIT

Please Select Number (1-7)

การทดสอบ RAM

- 1) กดเลือกหมายเลข 1
- 2) หน้าจอจะแสดงให้ผู้ใช้งานได้ทราบว่า ได้เข้าสู่โปรแกรมการตรวจสอบ RAM แล้วและจะทำการทดสอบหน่วยความจำในตำแหน่ง 2000H-3FFFH
- 3) ถ้าผลของการทดสอบผ่าน จะแสดงคำว่า "RAM GOOD!!" ออกทางหน้าจอ แสดงว่า RAM ตัวนี้ดี ใช้งานได้เป็นปกติ และจะบอกให้ผู้ใช้งานได้กดที่ปุ่มเพื่อกลับสู่ MAIN MENU



- 4) แต่ถ้าหน่วยความจำ RAM ผิดปกติ หรือมาไม่ได้จ่ายไฟให้กับ ET-BOARD ที่หน้าจอจะแสดงคำว่า "ERROR !" พร้อมบอกตำแหน่งที่ผิดพลาด และจะหยุดรอเพื่อให้ยืนยันว่า

เอกสารนี้เป็นการทดสอบฮาร์ดแวร์เบื้องต้นหรืออาจเป็นการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

***** RAM TEST *****

TEST IN ADDRESS 2000H - 3FFFH...

address      :    2000H
data write   :    0H
data read    :    FFH
status       :    RAM ERROR !

Do You Want To Continue (Y/N)?__Y

```

การทดสอบ MONITOR EPROM

- 1) กดเลือกหมายเลข 2
- 2) หน้าจอจะแสดงให้ผู้ใช้งานได้ทราบว่าจะได้เข้าสู่โปรแกรมการตรวจสอบ EPROM แล้ว และบอกให้ผู้ใช้งานได้โดยสังเขป
- 3) ถ้าหน้าจอแสดงคำว่า "EPROM GOOD!" แสดงว่า EPROM ตัวนี้ดี สามารถทำงานได้เป็นปกติ และจะบอกให้ผู้ใช้งานได้กดปุ่มเพื่อกลับไปสู่ MAIN MENU

```
***** MONITOR EPROM TEST *****
        ADDRESS 0000H-1FFFH
```

```
address   : 1FFFH
data read : 0H
ref. data : 0H
status    : EPROM GOOD!
Press any key to menu.....
```

- 4) ถ้าหน้าจอแสดงคำว่า "ERROR !" แสดงว่า EPROM ตัวที่ทดสอบนี้เสีย หรือไม่ได้จ่ายไฟให้กับ ET-BOARD พร้อมบอกตำแหน่งที่ผิดพลาด และจะหยุดรอเพื่อที่ยืนยันว่าต้องการทดสอบในแอดเดรสต่อไปหรือไม่

```
***** MONITOR EPROM TEST *****
        ADDRESS 0000H-1FFFH
```

```
address  :      0H
data read :      FFH
ref. data :      AFH
status   :      EPROM ERROR!
```

```
Do You Want To Contine (Y/N)?_Y
```

การทดสอบ DISPLAY (7-SEGMENT) บนเครื่อง ET-BOARD

- 1) กดเลือกหมายเลข 3
- 2) หน้าจอจะแสดงให้ผู้ใช้งานได้ทราบว่า ได้เข้าสู่โปรแกรมการทดสอบ DISPLAY แล้ว
- 3) เมื่อหน้าจอขึ้นข้อความว่า " Please any key to test display " ผู้ใช้กดคีย์ใด ๆ ก็ได้เพื่อเริ่มต้นการทดสอบ DISPLAY ขณะที่ทำการทดสอบ DISPLAY อยู่ นี้ าส่งเหตุที่ DISPLAY บน ET-BOARD จะติดเป็นเลข "8." รังจากซ้ายสุดไปยังขวาสุด จากนั้น LED FLAG ทั้ง 8 ตัวจะติดสว่าง

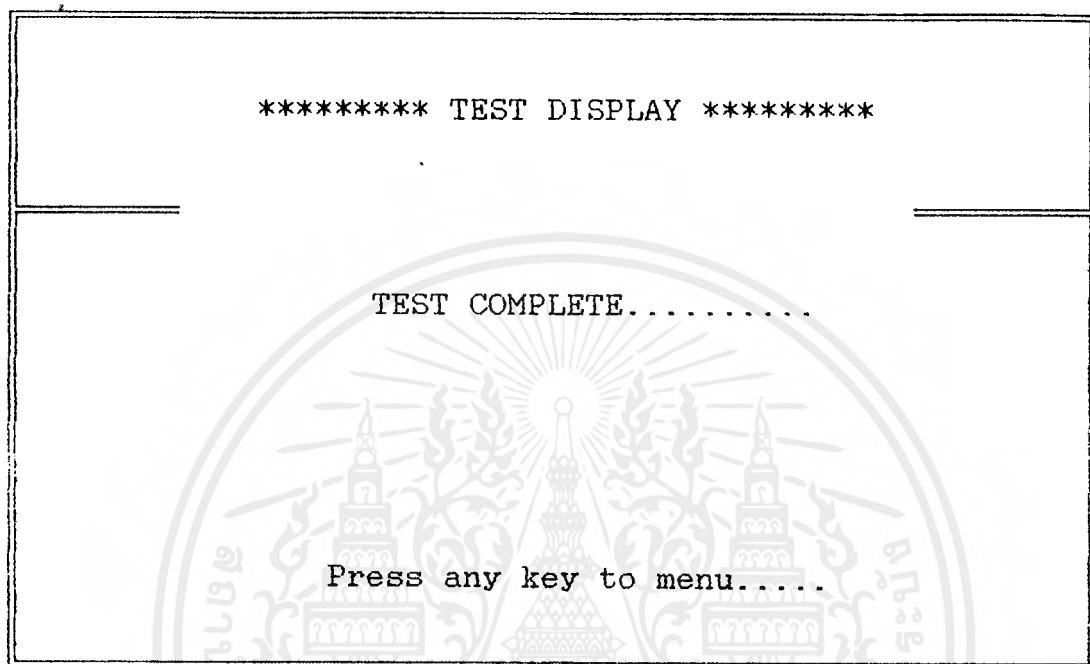
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

***** TEST DISPLAY *****

Press any key to test display

4) ถ้ามี 7 SEGMENT ตัวใดแสดงไม่เป็นเลข "8." แสดงว่า 7-SEGMENT ตัวนั้นอาจจะขาดไปบางส่วน หรือการบัดกรีอาจจะไม่แน่น แต่ถ้าทุกหลักมีการผิดพลาดของการแสดงผลเหมือนกัน แสดงว่าอาจจะมีความผิดพลาดในส่วนของ HARD WARE เช่น 8255 หรือ BUFFER ที่รับข้อมูลมาจาก 8255 ก็อาจจะเป็นไปได้

5) เมื่อการทดสอบจบลง จะมีข้อความแสดงขึ้นมาว่า "TEST COMPLETE.."



6) กดต๋ย่๑ด ๑ เพื่อกลับสู่ MAIN MENU

การทดสอบ KEYBOARD บนเครื่อง ET-BAORD

1) กดเลือกหมายเลข 4

2) หน้าจอจะแสดงให้ผู้ใ้ช้ได้ทราบว่การำลังทดสอบ KEYBOARD โดยจะแสดงคำว่า

"TESTING KEYBOARD NOW!"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*** VCC VOLTAGE OF Z-80. (+5V) TEST ***

VCC VOLTAGE OF Z-80 CPU = 4.90 VOLTS

VCC VOLTAGE OF Z-80 IS GOOD !

PRESS 'X' TO EXIT

4) ถ้าแรงเคลื่อนต่ำกว่า 4.5 โวลต์ จะเกิดเสียงเตือน และแสดงผลของความผิดพลาดที่เกิดคือ " SUPPLY ERROR ! " หรือถ้ามาด้จ่ายพาท์กับ ET-BOARD ก็ จะแสดงผลที่หน้าจอมอนิเตอร์ ว่า " (NO SUPPLY VOLTAGE !!) "

5) กดปุ่ม 'x' หรือ 'X' เพื่อกลับสู่ MAIN MENU

การทดสอบความถี่ของสัญญาณนาฬิกาบน ET-BOARD

- 1) กดเลือกหมายเลข 6
- 2) จะเข้าสู่การทดสอบความถี่ของสัญญาณนาฬิกาบนเครื่อง ET-BOARD
- 3) บนจอภาพจะแสดงค่าของความถี่

*** FREQUENCY (CLOCK) TEST ***

FREQUENCY = 3.58 MHz.

FREQUENCY GOOD !

Press 'X' To Exit

- 4) ถ้าความถี่ที่วัดได้ต่ำกว่า 3.55 MHz จะเกิดเสียงเตือน และแสดงผลของความผิดพลาดที่เกิดคือ " FREQUENCY ERROR ! " หรือถ้าไม่สามารถจ่ายไฟให้กับ ET-BOARD ก็ จะแสดงผลที่หน้าจอมอนิเตอร์ ว่า " (NO FREQUENCY !!) "

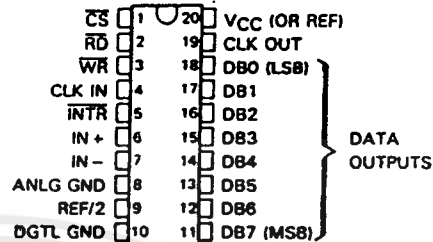
DATA ACQUISITION CIRCUITS

TYPE ADC0804C 8-BIT ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER WITH DIFFERENTIAL INPUTS

D2755, OCTOBER 1983

- 8-Bit Resolution
- Ratiometric Conversion
- 100 μ s Conversion Time
- 135 ns Access Time
- No Zero Adjust Requirement
- On-Chip Clock Generator
- Single 5-Volt Power Supply
- Operates With Microprocessor or as Stand-Alone
- Designed to be Interchangeable with National Semiconductor ADC0804LCN

16 PIN DUAL-IN-LINE PACKAGE
(TOP VIEW)



description

The ADC0804C is a CMOS 8-bit successive-approximation analog-to-digital converter that uses a modified potentiometric (256R) ladder. The ADC0804 is designed to operate from common microprocessor control buses, with the three-state output latches driving the data bus. The ADC0804 can be made to appear to the microprocessor as a memory location or an I/O port.

A differential analog voltage input allows increased common-mode rejection and offset of the zero-input analog voltage value. Although a reference input (REF/2) is available to allow 8-bit conversion over smaller analog voltage spans or to make use of an external reference, ratiometric conversion is possible with the REF/2 input open. Without an external reference, the conversion takes place over a span from V_{CC} to analog ground (ANLG GND). The ADC0804 can operate with an external clock signal or, with an additional resistor and capacitor, can operate using an on-chip clock generator.

The ADC0804C is characterized for operation from 0°C to 70°C.

TYPE ADC0804C 8-BIT ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER WITH DIFFERENTIAL INPUTS

PRINCIPLES OF OPERATION

The ADC0804 contains a circuit equivalent to a 256-resistor network. Analog switches are sequenced by successive approximation logic to match an analog differential input voltage ($V_{in+} - V_{in-}$) to a corresponding tap on the 256-resistor network. The most-significant bit (MSB) is tested first. After eight comparisons (64 clock periods), an eight-bit binary code (1111 1111 = full scale) is transferred to an output latch and the interrupt (\overline{INTR}) output goes low. The device can be operated in a free-running mode by connecting the \overline{INTR} output to the write (\overline{WR}) input and holding the conversion start (\overline{CS}) input at a low level. To ensure start-up under all conditions, a low-level \overline{WR} input is required during the power-up cycle. Taking \overline{CS} low anytime after that will interrupt a conversion in process.

When the \overline{WR} input goes low, the ADC0804 successive approximation register (SAR) and eight-bit shift register are reset. As long as both \overline{CS} and \overline{WR} remain low, the ADC0804C will remain in a reset state. One to eight clock periods after \overline{CS} or \overline{WR} makes a low-to-high transition, conversion starts.

When the \overline{CS} and \overline{WR} inputs are low, the start flip-flop is set and the interrupt flip-flop and eight-bit register are reset. The next clock pulse transfers a logic high to the output of the start flip-flop. The logic high is ANDed with the next clock pulse placing a logic high on the reset input of the start flip-flop. If either \overline{CS} or \overline{WR} have gone high, the set signal to the start flip-flop is removed causing it to be reset. A logic high is placed on the D input of the eight-bit shift register and the conversion process is started. If the \overline{CS} and \overline{WR} inputs are still low, the start flip-flop, the eight-bit shift register, and the SAR remain reset. This action allows for wide \overline{CS} and \overline{WR} inputs with conversion starting from one to eight clock periods after one of the inputs goes high.

When the logic high input has been clocked through the eight-bit shift register, completing the SAR search, it is applied to an AND gate controlling the output latches and to the D input of a flip-flop. On the next clock pulse, the digital word is transferred to the three-state output latches and the interrupt flip-flop is set. The output of the interrupt flip-flop is inverted to provide an \overline{INTR} output that is high during conversion and low when the conversion is completed.

When a low is at both the \overline{CS} and \overline{RD} inputs, an output is applied to the D60 through D67 outputs and the interrupt flip-flop is reset. When either the \overline{CS} or \overline{RD} inputs return to a high state, the D60 through D67 outputs are disabled (returned to the high-impedance state). The interrupt flip-flop remains reset.

TYPE ADC0804C
8-BIT ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER
WITH DIFFERENTIAL INPUTS

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range.
 $V_{CC} = 5\text{ V}$, $f_{\text{clock}} = 640\text{ kHz}$, $\text{REF}/2 = 2.5\text{ V}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP [†]	MAX	UNIT
V_{OH}	High-level output voltage	All outputs $V_{CC} = 4.75\text{ V}$, $I_{OH} = -360\text{ }\mu\text{A}$	2.4			V
		DB and INTR $V_{CC} = 4.75\text{ V}$, $I_{OH} = -10\text{ }\mu\text{A}$	4.5			
V_{OL}	Low-level output voltage	Data outputs $V_{CC} = 4.75\text{ V}$, $I_{OL} = 1.6\text{ mA}$			0.4	V
		INTR output $V_{CC} = 4.75\text{ V}$, $I_{OL} = 1\text{ mA}$			0.4	
		CLK OUT $V_{CC} = 4.75\text{ V}$, $I_{OL} = 360\text{ }\mu\text{A}$			0.4	
V_{T+}	Clock positive-going threshold voltage		2.7	3.1	3.5	V
V_{T-}	Clock negative-going threshold voltage		1.5	1.8	2.1	V
$V_{T+} - V_{T-}$	Clock input hysteresis		0.6	1.3	2	V
I_{IH}	High-level input current			0.005	1	μA
I_{IL}	Low-level input current			-0.005	-1	μA
I_{OZ}	Off-state output current	$V_O = 0$			-3	μA
		$V_O = 5\text{ V}$			3	
I_{OHS}	Short-circuit output current	Output high $V_O = 0$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	-4.5	-6		mA
I_{OLS}	Short-circuit output current	Output low $V_O = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	9	16		mA
I_{CC}	Supply current plus reference current	REF/2 open, $T_A = 25^\circ\text{C}$, CS at 5 V		1.9	2.5	mA
REF/2	Input resistance to reference ladder	See Note 7	1	1.3		k Ω
C_i	Input capacitance (control)			5	7.5	pF
C_o	Output capacitance (DB)			5	7.5	pF

[†]All typical values are at $T_A = 25^\circ\text{C}$.

NOTE 7: The resistance is calculated from the current drawn from a 5-volt supply applied to pins 8 and 9.

operating characteristics over recommended operating free-air temperature,
 $V_{CC} = 5\text{ V}$, $V_{\text{REF}/2} = 2.5\text{ V}$, $f_{\text{clock}} = 640\text{ kHz}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP [†]	MAX	UNIT
Supply-voltage-variation error	$V_{CC} = 4.5\text{ V}$ to 5.5 V , See Note 8		$\pm 1/16$	$\pm 1/8$	LSB
Total unadjusted error	See Notes 8 and 9			± 1	LSB
DC common-mode error	See Note 9		$\pm 1/16$	$\pm 1/8$	LSB
t_{en}	Output enable time $C_L = 100\text{ pF}$		135	200	ns
t_{dis}	Output disable time $C_L = 10\text{ pF}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$		125	200	ns
$t_{\text{d(INTR)}}$	Delay time to reset INTR		300	450	ns
t_{conv}	Conversion cycle time $f_{\text{clock}} = 100\text{ kHz}$ to 1.48 MHz , See Note 10		66	73	clock cycles
CR	Free-running conversion rate INTR connected to WR, CS at 0 V			8770	conv/s

[†]All typical values are at $T_A = 25^\circ\text{C}$.

NOTES: 8. These parameters are guaranteed over the recommended analog input voltage range.

9. All errors are measured with reference to an ideal straight line through the end-points of the analog-to-digital transfer characteristic.

10. Although internal conversion is completed in 64 clock periods, a CS or WR low-to-high transition is followed by 1 to 8 clock periods before conversion starts. After conversion is completed, part of another clock period is required before a high-to-low transition of INTR completes the cycle.

TYPE ADC0804C
8-BIT ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER
WITH DIFFERENTIAL INPUTS

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, V_{CC} (see Note 1)	6.5 V
Input voltage range \overline{CS} , \overline{RD} , \overline{WR}	-0.3 V to 18 V
other inputs	-0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Output voltage range	-0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Continuous total power dissipation at 25°C free-air temperature (see Note 2)	875 mW
Operating free-air temperature	0°C to 70°C
Storage temperature range	-65°C to 150°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C

NOTES: 1. All voltage values are with respect to digital ground (DGTL GND) with DGTL GND and ANLG GND connected together (unless otherwise noted).
 2. For operation above 25°C free-air temperature, refer to Dissipation Derating Curves, Section 2.

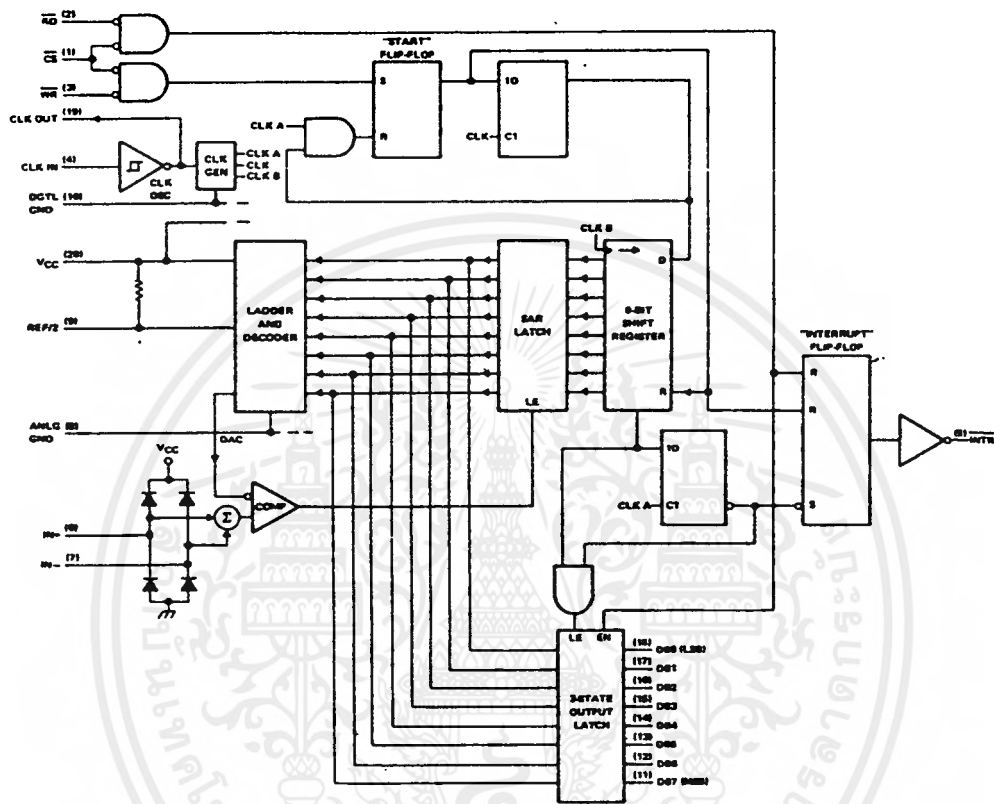
recommended operating conditions

	MIN	NOM	MAX	UNIT
V_{CC} Supply voltage	.4.5	5	6.3	V
$V_{REF/2}$ Voltage at REF/2 (see Note 3)	0.25	2.5		V
V_{IH} High-level input voltage at \overline{CS} , \overline{RD} , or \overline{WR}	2		15	V
V_{IL} Low-level input voltage at \overline{CS} , \overline{RD} , or \overline{WR}			0.8	V
Analog ground voltage (see Note 4)	-0.05	0	1	V
Analog input voltage (see Note 5)	GND - 0.05		$V_{CC} + 0.05$	V
f_{clock} Clock input frequency (see Note 6)	100	640	1460	kHz
Duty cycle above 640 kHz (see Note 6)	40		60	%
$t_w(\text{CLK})$ Pulse duration clock input (high or low) (see Note 6)	275	781		ns
$t_w(\overline{WR})$ Pulse duration, \overline{WR} input low	100			ns
T_A Operating free-air temperature	0		70	°C

NOTES: 3. Proper operation is achieved over a differential input range of 0 V to V_{CC} when the REF/2 input is open.
 4. These values are with respect to digital ground (pin 10).
 5. When the positive analog input with respect to the negative analog input ($V_{in+} - V_{in-}$) is zero or negative, the output code is 0000 0000.
 6. Total unadjusted error is guaranteed only at an f_{clock} of 640 kHz this with a duty cycle of 40% to 60% (pulse duration 625 ns to 937 ns). For frequencies above this limit or pulse duration below 625 ns, error may increase. The duty cycle limits should be observed for an f_{clock} greater than 640 kHz. Below 640 kHz, this duty cycle limit can be exceeded provided $t_w(\text{CLK})$ remains within limits.

TYPE ADC0804C 8-BIT ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER WITH DIFFERENTIAL INPUTS

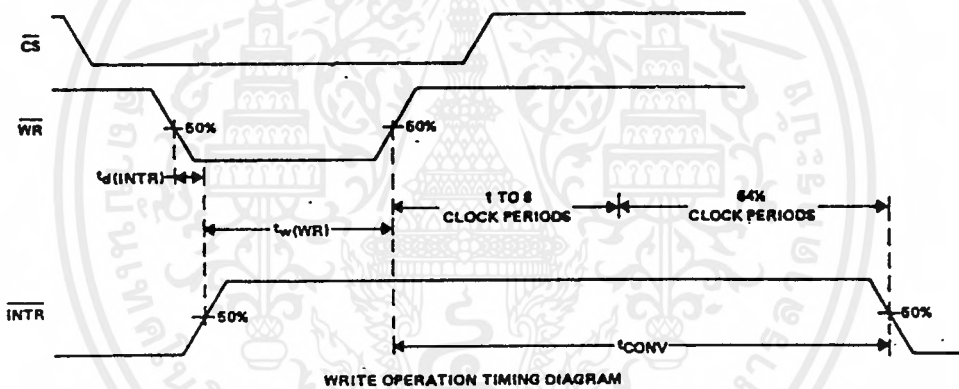
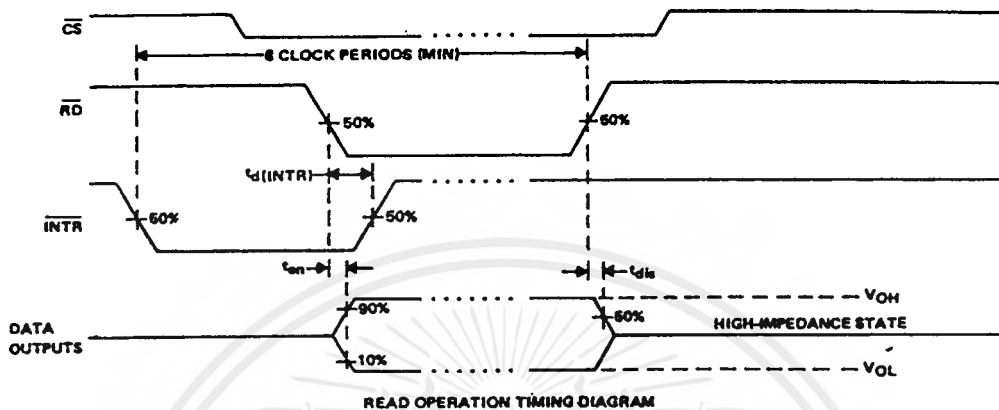
functional block diagram (positive logic)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**TYPE ADC0804C
8-BIT ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER
WITH DIFFERENTIAL INPUTS**

timing diagrams



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**SN54LS682, SN54LS684, SN54LS685, SN54LS687, SN54LS688
SN74LS682, SN74LS684 THRU SN74LS688
8-BIT MAGNITUDE/IDENTITY COMPARATORS**

description

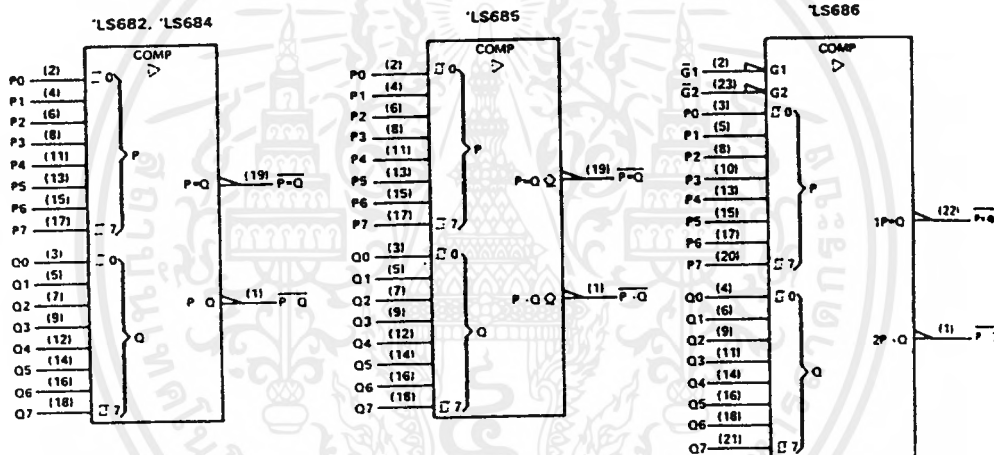
These magnitude comparators perform comparisons of two eight-bit binary or BCD words. All types provide $P = Q$ outputs and all except 'LS688 provide $P > Q$ outputs as well. The 'LS682, 'LS684, 'LS686, and 'LS688 have totem-pole outputs, while the 'LS685 and 'LS687 have open-collector outputs. The 'LS682 features 20-k Ω pullup termination resistors on the Q inputs for analog or switch data.

FUNCTION TABLE

DATA P, Q	INPUTS ENABLES		OUTPUTS	
	G, G1	G2	$P = Q$	$P > Q$
$P = Q$	L	X	L	H
$P > Q$	X	L	H	L
$P < Q$	X	X	H	H
$P = Q$	H	X	H	H
$P > Q$	X	H	H	H
X	H	H	H	H

- NOTES: 1. The last three lines of the function table applies only to the devices having enable inputs, i.e., 'LS626 thru 'LS688.
2. The $P < Q$ function can be generated by applying the $P = Q$ and $P > Q$ outputs to a 2-input NAND gate.
3. For 'LS686 and 'LS687, G1 enables $P = Q$ and G2 enables $P > Q$.

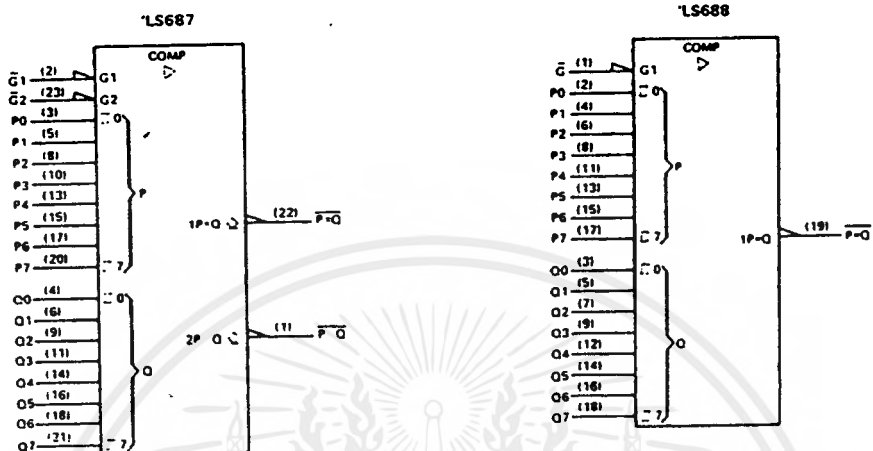
logic symbols†



†These symbols are in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12. Pin numbers shown are for DW, J, JT, N, and NT packages.

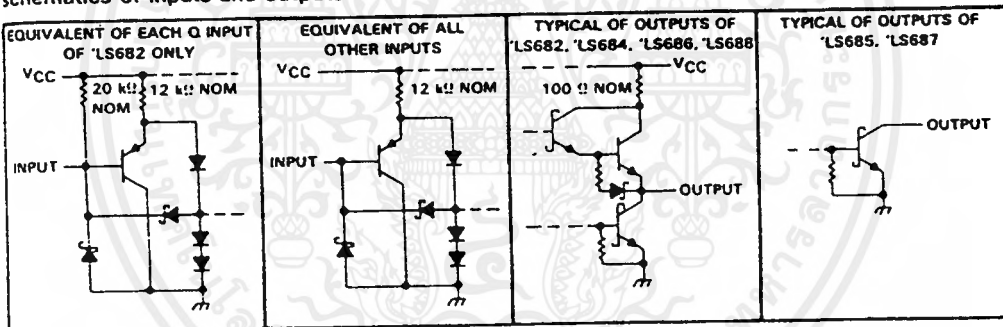
**SN54LS682, SN54LS684, SN54LS685, SN54LS687, SN54LS688,
SN74LS682, SN74LS684 THRU SN74LS688
8-BIT MAGNITUDE/IDENTITY COMPARATORS**

logic symbols† (continued)



†These symbols are in accordance with ANSI IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12.
‡Numbers shown are for DW, J, JT, N, and NT packages.

schematics of inputs and outputs



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54LS682, SN54LS684, SN54LS688
SN74LS682, SN74LS684, SN74LS686, SN74LS688
8-BIT MAGNITUDE/IDENTITY COMPARATORS WITH TOTEM-POLE OUTPUTS

switching characteristics, $V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

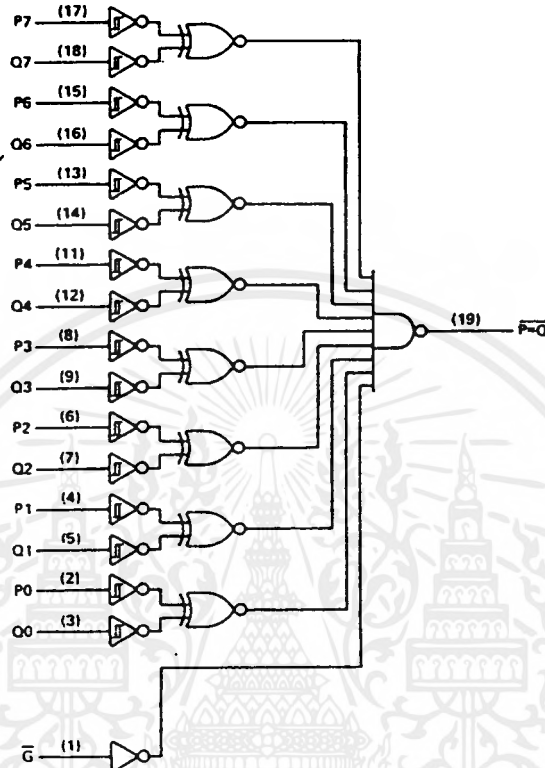
PARAMETER ¹	FROM (INPUTS)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	'LS682			'LS684			'LS686			'LS688			UNIT
				MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
t_{PLH}	P	$F=Q$	$R_L = 667\ \Omega$, $C_L = 45\ \text{pF}$, All other inputs low., See Note 2	13	25		15	25		13	25		12	18	ns	
t_{PHL}				15	25		17	25		20	30		17	23		
t_{PLH}	Q	$F=Q$		14	25		16	25		13	25		12	18	ns	
t_{PHL}				15	25		15	25		21	30		17	23		
t_{PLH}	\bar{C}, \bar{C}_1	$F=Q$								11	20		12	18	ns	
t_{PHL}										19	30		13	20		
t_{PLH}	P	$F>Q$		20	30		22	30		19	30				ns	
t_{PHL}				15	30		17	30		15	30					
t_{PLH}	Q	$F>Q$		21	30		24	30		18	30				ns	
t_{PHL}				19	30		20	30		19	30					
t_{PLH}	\bar{C}_2	$F>Q$								21	30				ns	
t_{PHL}										16	25					

¹ t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level outputs; t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output.
 NOTE 2: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**SN54LS682, SN54LS684, SN54LS685, SN54LS687, SN54LS688
SN74LS682, SN74LS684 THRU SN74LS688
8-BIT IDENTITY COMPARATORS**

*LS688 logic diagram (positive logic)



Pin numbers shown are for DW, J, and N packages.

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, V_{CC} (see Note 1)	7 V
Input voltage: Q inputs of *LS682	5.5 V
All other inputs	7 V
Off-state output voltage: *LS685, *LS687	7 V
Operating free-air temperature range:	
SN54LS682, SN54LS684, SN54LS685, SN54LS687, SN54LS688	-55°C to 125°C
SN74LS682, SN74LS684 thru SN74LS688	0°C to 70°C
Storage temperature range	-65°C to 150°C

NOTE 1 Voltage values are with respect to network ground terminal

SN54LS682, SN54LS684, SN54LS688
SN74LS682, SN74LS684, SN74LS686, SN74LS688
8-BIT MAGNITUDE/IDENTITY COMPARATORS WITH TOTEM-POLE OUTPUTS

recommended operating conditions

	SN54LS*			SN74LS*			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.85	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			-400			-400	μ A
Low-level output current, I_{OL}			12			24	mA
Operating free-air temperature, T_A	-55		125	0		70	$^{\circ}$ C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS†	SN54LS*		SN74LS*		UNIT		
			MIN	TYP‡	MAX	MIN		TYP‡	MAX
V_{IH}	High-level input voltage		2		2		V		
V_{IL}	Low-level input voltage			0.7		0.8	V		
$V_T - V_{T-}$	Hysteresis	P or Q inputs		0.4		0.4	V		
V_{IK}	Input clamp voltage	$V_{CC} = \text{MIN.}$, $I_I = -18 \text{ mA}$		-1.5		-1.5	V		
V_{OH}	High-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN.}$, $V_{IH} = 2 \text{ V.}$ $V_{IL} = V_{IL \text{ max.}}$, $I_{OH} = -400 \mu\text{A}$	2.5		2.7		V		
V_{OL}	Low-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN.}$, $V_{IH} = 2 \text{ V.}$ $V_{IL} = V_{IL \text{ max.}}$	$I_{OL} = 12 \text{ mA}$		0.25	0.4	V		
			$I_{OL} = 24 \text{ mA}$			0.35		0.5	
I_I	Input current at maximum input voltage	Q inputs, *LS682	$V_{CC} = \text{MAX.}$, $V_I = 5.5 \text{ V}$		0.1	0.1	mA		
		All other inputs	$V_{CC} = \text{MAX.}$, $V_I = 7 \text{ V}$						
I_{IH}	High-level input current		$V_{CC} = \text{MAX.}$, $V_I = 2.7 \text{ V}$		20	20	μ A		
I_{IL}	Low-level input current	Q inputs, *LS682	$V_{CC} = \text{MAX.}$, $V_I = 0.4 \text{ V}$		-0.4	-0.4	mA		
		All other inputs			-0.2	-0.2			
I_{OS}^{\S}	Short-circuit output current	$V_{CC} = \text{MAX.}$, $V_O = 0$	-20	-100	-20	-100	mA		
I_{CC}	Supply current	*LS682	$V_{CC} = \text{MAX.}$ See Note 1		42	70	mA		
		*LS684			40	65		40	65
		*LS686			44	75		44	75
		*LS688			40	65		40	65

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate values specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at $V_{CC} = 5 \text{ V}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$.

§ Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit should not exceed one second.

NOTE 1: I_{CC} is measured with any Q inputs grounded, all other inputs at 4.5 V, and all outputs open.

54139/74139 Dual 2-Line-to-4-Line Decoder/Demultiplexer

	Schottky TTL				High-Speed TTL				Low-Power Schottky TTL				Standard TTL				Low-Power TTL				
	Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		
	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	
T.I.	SN54S139	J	I	W					SN54LS139	J	I	W									
	SN74S139	J	N						SN74LS139	J	N										
FAIRCHILD	/FMS139	P							FMS139/FMS139	P		P									
	FCM139/FCM139	P							FCM139/FCM139	P		P									
MOTOROLA																					
N.S.C.	DM74S139								SN74LS139	P											
									DM54LS139												
	DM74LS139								DM74LS139												
PHILIPS	N74S139								N74LS139												
SIGNETICS	SS4S139	F	B	W																	
	N74S139	F	B	W					N74LS139	A											
SIEMENS																					
FUJITSU																					
HTACH									74LS139	M											
									MD74LS139	P											
MTSUBISHI																					
									M74LS139	P											
NEC																					
									74LS139	C											
AMD																					

Electrical Characteristics SN54LS139/SN74LS139

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V _{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS139	-55°C to 125°C
Input voltage	7V		SN74LS139	0°C to 70°C
		Storage temperature range		-65°C to 150°C

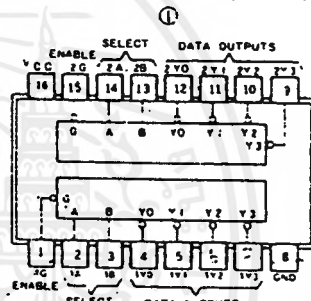
recommended operating conditions

	SN54LS139			SN74LS139			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V _{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I _{OH}			-400			400	-mA
Low-level output current, I _{OL}			4			8	mA
Operating free-air temperature, T _A	-55	125	0	70			°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER*	TEST CONDITIONS†	MIN	TYP‡	MAX	UNIT	
V _{OH} High-level output voltage	V _{CC} = MAX, I _{OH} = -18mA		2		V	
V _{OL} Low-level output voltage				0.8	V	
V _I Input clamp voltage	V _{CC} = MAX, I _I = -18mA			1.5	V	
V _{OH} High-level output voltage	V _{CC} = MIN, V _{IH} = 2V, I _{OH} = 0.8V, I _{OH} = -1mA	SN54LS139	2.5	3.4	V	
		SN74LS139	2.7	3.4	V	
V _{OL} Low-level output voltage	V _{CC} = MIN, V _{IL} = 0.5V, I _{OL} = 8mA		0.35	0.5	V	
I _I Input current at maximum input voltage	V _{CC} = MAX, V _I = 7V			0.1	mA	
I _{OH} High-level output current	V _{CC} = MAX, V _O = 2.7V			20	μA	
I _{OL} Low-level output current	V _{CC} = MAX, V _O = 0.5V			-0.4	mA	
I _{SC} Short-circuit output current	V _{CC} = MAX, V _O = 0V			-20	-100	mA
I _{CC} Supply current	V _{CC} = MAX, Outputs enabled and open		6.8	11	mA	
t _{PLH} from Binary select	V _{CC} = 5V, T _A = 25°C, C _L = 150pF, R _L = 2k	2	13	26	ns	
t _{PLH} to Any output		levels	18	25	ns	
t _{PLH} to Any output		of	25	38	ns	
t _{OLH} from Enable		delay	16	24	ns	
t _{OLH} to Any output			21	32	ns	

Pin Assignment (Top View)



positive logic: see function table

Function Table

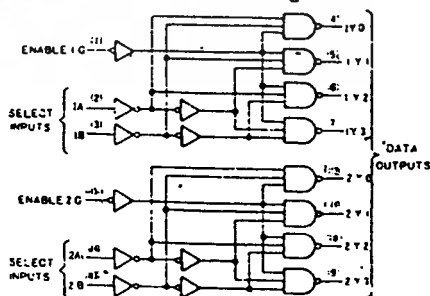
*S139 *LS139

(EACH DECODER/DEMULPLEXER)

INPUTS		OUTPUTS			
ENABLE	SELECT	Y0	Y1	Y2	Y3
H	X X	H	H	H	H
L	L L	L	H	H	H
L	L H	H	L	H	H
L	H L	H	H	L	H
L	H H	H	H	H	L

H = high level, L = low level, X = irrelevant

Functional Block Diagram



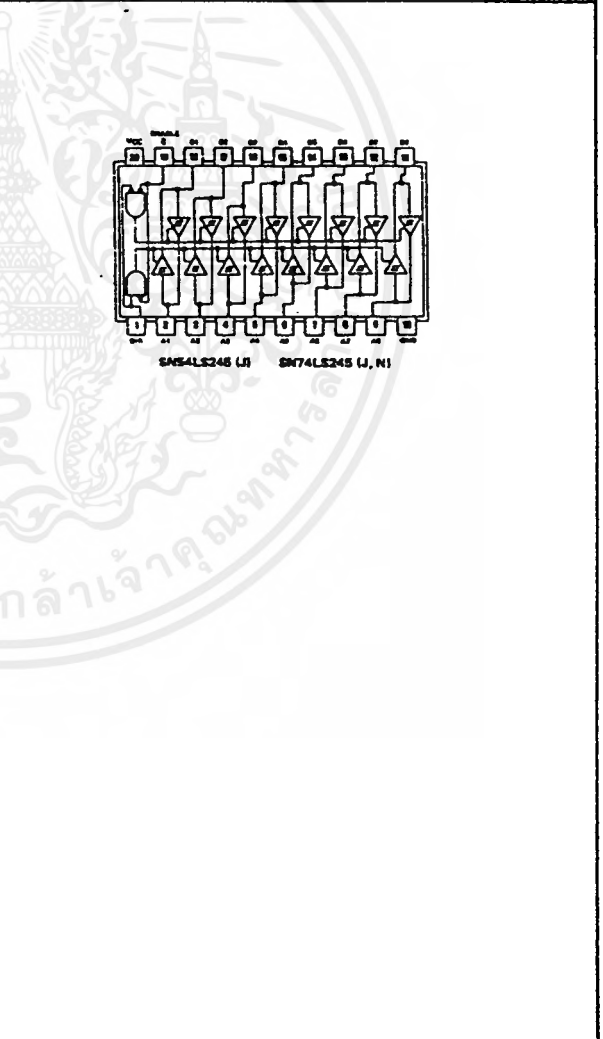
*S139 *LS139 DECODER/DEMULPLEXER

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable device type.
 ‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
 * Not more than one output should be connected to a line.
 † t_{PLH} propagation delay time; t_{OLH} propagation delay time; high-to-low-level output.

54245/74245 Octal Bus Transceivers with 3-state Outputs

	Schottky TTL			High-Speed TTL			Low-Power Schottky TTL			Standard TTL			Low-Power TTL			
	Device Type	Package		Device Type	Package		Device Type	Package		Device Type	Package		Device Type	Package		
		C	P	MCF		C	P	MCF		C	P	MCF		C	P	MCF
T. I.																
FAIRCHILD																
MOTOROLA																
N. S. C.																
PHILIPS																
SIGNETICS																
SIEMENS																
FUJITSU																
HITACHI																
mitsubishi																
NEC																
TOSHIBA																

Electrical Characteristics SN54LS245/SN74LS245									
absolute maximum ratings over operating free-air temperature range									
Supply voltage, VCC	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	-55°C to 125°C					
Input voltage	7V	Storage temperature range	SN74LS	0°C to 70°C					
				65°C to 150°C					
recommended operating conditions									
			SN54LS245	SN74LS245					
			MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, VCC			4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, IOH					12			-15	mA
Low-level output current, IOL					12			24	mA
Operating free-air temperature, TA			-55		125	0		70	°C
electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range									
PARAMETER	TEST CONDITIONS †	SN74LS245			UNIT				
		MIN	TYP ‡	MAX					
V _{IH}	High-level input voltage		2		V				
V _{IL}	Low-level input voltage			0.8	V				
V _{IK}	Input clamp voltage	VCC = MIN, I _I = -18mA			-1.5	V			
	Hysteresis (V _T - V _T -) A or B input	VCC = MIN			0.2 0.4	V			
V _{OH}	High-level output voltage	VCC = MIN, V _{IH} = 2V, V _{IL} = V _{ILmax}		I _{OH} = -3mA 2.4 I _{OH} = MAX 3.4	V				
V _{OL}	Low-level output voltage	VCC = MIN, V _{IH} = 2V, V _{IL} = V _{ILmax}		I _{OL} = 12mA 0.4 I _{OL} = 24mA 0.5	V				
I _{OZH}	Off-state output current, high-level voltage applied	VCC = MAX, V _O = 2.7V			10				
I _{OZL}	Off-state output current, low-level voltage applied	VCC = MAX, V _O = 0.4V			-200				
I _I	Input current at maximum input voltage	VCC = MAX, V _I = 5.5V			0.1				
	A or B DIR or C	V _I = 7V			0.1				
I _{IH}	High-level input current	VCC = MAX, V _{IH} = 2.7V			20	µA			
I _{IL}	Low-level input current	VCC = MAX, V _{IL} = 0.4V			-0.2	mA			
I _{CS}	Short-circuit output current	VCC = MAX			-40 -225	mA			
I _{CC}	Supply current	Total, outputs high			48 70	mA			
		Total, outputs low			82 90				
		Outputs at Hi-Z			64 55				
switching characteristics, VCC 5V, TA 25°C									
PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT				
t _{PLH}	Propagation delay time, low-to-high-level output		8	12	ns				
t _{PHL}	Propagation delay time, high-to-low-level output		8	12	ns				
t _{PZL}	Output enable time to low level	C _L = 45pF, R _L = 667Ω, See Note 2			27 40	ns			
t _{PZH}	Output enable time to high level	C _L = 45pF, R _L = 667Ω, See Note 2			25 40	ns			
t _{BZL}	Output disable time from low level	C _L = 50pF, R _L = 667Ω, See Note 2			15 25	ns			
t _{BZH}	Output disable time from high level	C _L = 50pF, R _L = 667Ω, See Note 2			15 25	ns			



† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
 ‡ All typical values are at VCC = 5V, TA = 25°C.
 * Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short should not exceed one second.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54374/74374 Octal D-Type Transparent Latches and Edge-Triggered Flip-Flops

	Schottky TTL			High-Speed TTL			Low-Power Schottky TTL			Standard TTL			Low-Power TTL		
	Device Type	Package		Device Type	Package		Device Type	Package		Device Type	Package		Device Type	Package	
		C	P M CF		C	P M CF		C	P M CF		C	P M CF		C	P M CF
T.I.	SN54LS374	J	M				SN54LS374	J	M						
	SN74LS374	J	M				SN74LS374	J	M						
FAIRCHILD															
MOTOROLA															
N.S.C.															
PHILIPS															
SIGNETICS															
SIEMENS															
FUJITSU															
HTACHI															
mitsubishi															
NEC															
TOSHIBA															

Electrical Characteristics SN54LS374/SN74LS374

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V _{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	-55°C to 125°C
Input voltage	7V		SN74LS	0°C to 70°C
		Storage temperature range		-65°C to 150°C

recommended operating conditions

	SN54LS374			SN74LS374			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V _{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output voltage, V _{OH}			-400			-400	μA
High-level output current, I _{OH}			16			16	mA
Width of each enabling pulse, t _w	High	15		15			ns
	Low	15		15			ns
Data hold time, t _{hold}		0†		0†			ns
Setup time, t _{setup}		20‡		20‡			ns
Operating free-air temperature, T _a		-55	125	0	70		°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS‡	MIN	TYP‡	MAX	UNIT	
V _{IH}	High-level input voltage		2		V	
V _{IL}	Low-level input voltage			0.8	V	
V _{IK}	Input clamp voltage	V _{CC} =MIN, I _I =-18mA		-1.3	V	
V _{OH}	High-level output voltage	V _{CC} =MIN, V _{IH} =2V, V _O =V _{IH} max, I _{OH} =MAX	2.4	3.1	V	
V _{OL}	Low-level output voltage	V _{CC} =MIN, V _{IH} =2V, V _I =V _{IL} max, I _{OL} =24mA	0.35	0.5	V	
I _{OZH}	Off-state output current, high-level voltage applied	V _{CC} =MAX, V _{IH} =2V, V _O =2.7V		20	μA	
I _{OZL}	Off-state output current, low-level voltage applied	V _{CC} =MAX, V _{IH} =2V, V _O =0.4V		-25	μA	
I _I	Input current at maximum input voltage	V _{CC} =MAX, V _I =7V		0.1	mA	
I _{IH}	High-level input current	V _{CC} =MAX, V _I =2.7V		20	μA	
I _{IL}	Low-level input current	V _{CC} =MAX, V _I =0.4V		-0.4	mA	
I _{OS}	Short-circuit output current‡	V _{CC} =MAX		-30	mA	
I _{CC}	Supply current	V _{CC} =MAX, Output control at 1.5V	LS374	27	40	mA

switching characteristics, V_{CC}=5V, T_a=25°C

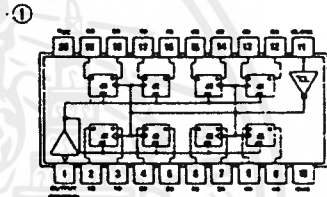
PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t _{prop}				35	50		nHz
t _{PHL}	Data	Any Q	C _L =45pF, R _L =66Ω. See Notes 2 and 3				
t _{PLH}	Clock or enable	Any Q		15	28		ns
t _{PHL}	Output Control	Any Q		19	28		ns
t _{PLH}	Output Control	Any Q		20	28		ns
t _{PHL}	Output Control	Any Q	C _L =50f, R _L =66Ω. See Note 3	12	20		ns
t _{PLH}	Output Control	Any Q		14	25		ns

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V_{CC}=5V, T_a=25°C.

§ Not more than one output should be shorted at a time and duration of the short circuit should not exceed one second.

Pin Assignment (Top View)



SN54LS374 (J) SN74LS374 (J, N)
SN54S374 (J) SN74S374 (J, N)

LS374, S374 FUNCTION TABLE

OUTPUT CONTROL	CLOCK	D	OUTPUT
L	↑	H	H
L	↑	L	L
L	L	X	Q ₀
H	X	X	Z

NOTES: 2. Maximum clock frequency is tested with all outputs loaded.

3. See load circuits and waveforms on page 3-11.

f_{max} # maximum clock frequency

t_{PLH} # propagation delay time, low-to-high-level output

t_{PHL} # propagation delay time, high-to-low-level output

t_{OL} # output delay time to the level

54393/74393 Dual 4-Bit Binary Counter

	Schottky TTL				High-Speed TTL				Low-Power Schottky TTL				Standard TTL				Low-Power TTL			
	Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package	
	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF
T. I.									SNS4LS393	JQ		WD	SNS4393	JQ		WD				
FAIRCHILD									SN74LS393	JQ	ND		SN74393	JQ	ND					
MOTOROLA																				
N. S. C.																				
PHILIPS																				
SIGNETICS																				
SIEMENS																				
FUJITSU																				
HITACHI																				
MITSUBISHI																				
NEC									M74LS393		PD									
TOSHIBA																				

Electrical Characteristics SNS4LS393/SN74LS393

absolute maximum ratings over operating free-air temperature

Supply voltage, V _{CC}	TV	Operating free-air temperature range	SNS4LS	-55°C to 125°C
Input voltage	TV	Storage temperature range	SN74LS	0°C to 70°C
				-65°C to 125°C

recommended operating conditions

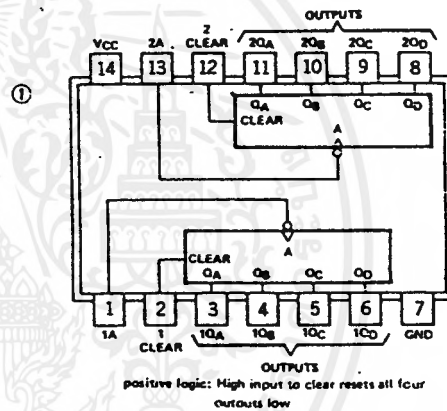
	SNS4LS390			SN74LS390			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V _{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I _{OH}			400			-400	μA
Low-level output current, I _{OL}			4			8	mA
Count frequency, f _{count}	A input	0	25	0	25		MHz
	B input	0	20	0	20		
Pulse width, t _p	A input high or low	20		20			ns
	B input high or low	25		25			
	Clear high	20		20			
Clear inactive-state setup time, t _{setup}		75		75			ns
Operating free-air temperature, T _A		-55	125		0	70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER*	TEST CONDITIONS†	MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V _{IH}	High-level input voltage		2		V
V _{IL}	Low-level input voltage			0.8	V
V _I	Input clamp voltage	V _{CC} =MIN, I _I =-18mA		-1.5	V
V _{OH}	High-level output voltage	V _{CC} =MIN, V _I =2V, I _{OH} =-400μA	2.7	3.4	V
V _{OL}	Low-level output voltage	V _{CC} =MIN, V _I =2V, I _{OL} =8mA	0.35	0.5	mA
I _I	Input current at maximum input voltage	Clear	V _{CC} =MAX, V _I =TV	0.1	μA
		Input A	V _{CC} =MAX, V _I =5.5V	0.2	
I _{IH}	High-level input current	Clear	V _{CC} =MAX, V _I =2.4V	20	mA
		A	V _{CC} =MAX, V _I =2.4V	100	
I _{IL}	Low-level input current	Clear	V _{CC} =MAX, V _I =2.4V	100	mA
		A	V _{CC} =MAX, V _I =2.4V	-1.6	
I _{OS}	Short-circuit output current*	Clear	V _{CC} =MAX	0.4	mA
			V _{CC} =MAX	-2.4	
I _{CC}	Supply current	V _{CC} =MAX, See Note 1			mA
t _{max}	from A to output Q _A	V _{CC} =5V, T _A =25°C, C _L =150F, R _L =2kΩ	25	35	ns
t _{PLH}	from A to output Q _A		12	20	ns
t _{PHL}	from A to output Q _A		13	20	ns
t _{PLH}	from A to output Q _D		40	60	ns
t _{PHL}	from A to output Q _D		40	60	ns
t _{PHL}	from Clear to Any output		24	35	ns

NOTE: * I_{CC} is measured with all outputs open, both clear inputs grounded following momentary connection to 4.5V, and all other inputs grounded.

Pin Assignment (Top View)

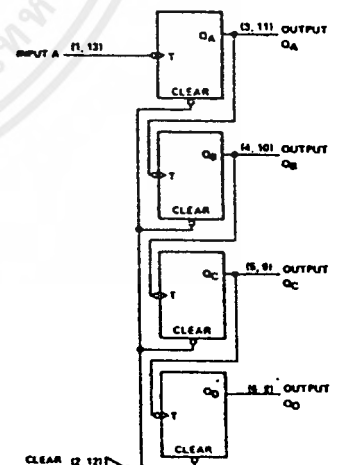


Function Table

COUNT SEQUENCE (EACH COUNTER)

COUNT	OUTPUT			
	Q _D	Q _C	Q _B	Q _A
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H
10	H	L	H	L
11	H	L	H	H
12	H	H	L	L
13	H	H	L	H
14	H	H	H	L
15	H	H	H	H

Functional Block Diagram



*393 DUAL 4-BIT BINARY COUNTER

† The arrow indicates that the falling edge of the clock pulse is used for reference.
 * I_{max} = maximum count frequency. t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output. t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output.
 † The Q_A outputs of the *393 are tested at I_{OL} = 16 mA plus the limit value for I_I for the B input. This permits driving the B input while maintaining full fan-out capability.
 ‡ For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
 § All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
 * I_{CC} more than the output should be absorbed at a time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. บัณฑิต จามรภูติ. ฮาร์ดแวร์ไมโครคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ: ทจก.เอช-เอนการพิมพ์, 2534.
2. ยืน ภู่วรวรรณ. เทคโนโลยีไมโครคอมพิวเตอร์ 16 บิต. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2532.
3. ยืน ภู่วรวรรณ. ทฤษฎีและการประยุกต์ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2532.
4. วิบูลย์ ชื่นแขก. ไมโครโปรเซสเซอร์. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2532.
5. บริษัท ฮีทีที จำกัด. ET-BOARD VERSION 3.5 NEW POWER