

เครื่องตัดท่อ

PIPE BENDING MACHINE



ปริญญานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เลขหมู่..... b.....
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เลขทะเบียน..... 55039 i.....

วัน,เดือน,ปี - 7 เม.ย. 2548



PIPE BENDING MACHINE




**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING
DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาโท

หัวข้อปริญญาโท เครื่องัดท่อ
PIPE BENDING MACHINE
นักศึกษาผู้จัดทำ นายจรยุทธ โഴ๊ะมาลี รหัสประจำตัว 44015463
นางสาวจารุณี แก้วเมตตา รหัสประจำตัว 44015464
นายเบญจพล ดียิ่ง รหัสประจำตัว 44015473
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม
ปีการศึกษา 2546

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท	ลายมือชื่อ
ผศ.สาท คำมูล	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ วันอังคารที่ 20 เมษายน พ.ศ. 2547
สถานที่สอบ ณ ห้องสอบปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชารับรองแล้ว



(รศ.ประสิทธิ์ จุลเสรีวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องคัดท่อ	
	PIPE BENDING MACHINE	
นักศึกษาลำดับที่	นายจรยุทธ	โഴ๊ะมาลี
	นางสาวจารุณี	แก้วเมตตา
	นายเบญจพล	ศิษฐ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.สาท	คำมูล
ปีการศึกษา	2546	

บทคัดย่อ

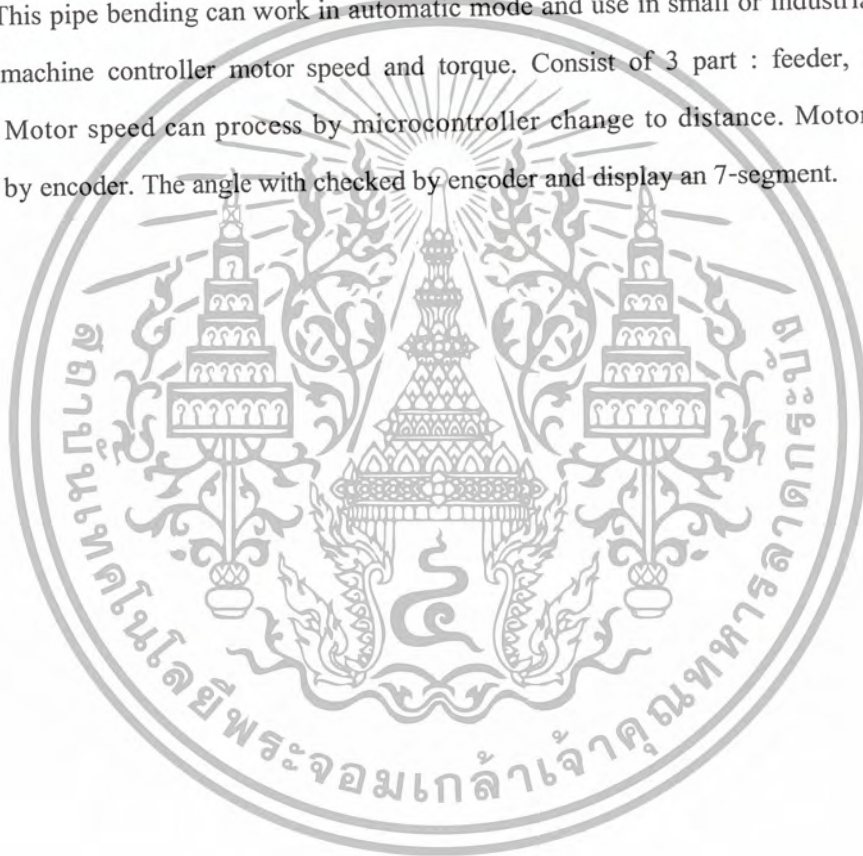
เครื่องคัดท่อที่สร้างขึ้นนี้มีประโยชน์ใช้ในการคัดท่อโดยอัตโนมัติ ซึ่งสามารถใช้ในอุตสาหกรรม การผลิตทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่

เครื่องคัดท่อที่สร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการความเร็วรอบและแรงบิดของมอเตอร์ สามารถแบ่ง ออกได้เป็น 3 ส่วน คือ ชุดวัดความยาวท่อ ชุดหมุนท่อ และชุดคัดท่อ โดยจะนำความเร็วรอบของ มอเตอร์ไปประมวลผลสัญญาณที่ไมโครคอนโทรลเลอร์รับมาจากเอนโคเดอร์ ซึ่งเอนโคเดอร์นี้ จะสร้างสัญญาณที่แปรผันกับความเร็วรอบของมอเตอร์ การคัดท่อจะคิดโดยการได้รับสัญญาณค่า ความยาวและรัศมีที่ต้องการผ่านเอนโคเดอร์ และส่งไปประมวลผลยังไมโครคอนโทรลเลอร์ และแสดงผลโดยใช้ 7-segment และนำสัญญาณส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์โดยผ่าน เอนโคเดอร์ของชุดคัดท่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้มอเตอร์คัดท่อตามขนาดความยาวและ รัศมีที่ต้องการ

Thesis Title	Pipe Bending Machine	
Authors	Mr. Chonrayut	Somalee
	Miss. Jarunee	Kaewmetta
	Mr. Benchapol	Deeying
Thesis Advisor	Asst.Prof.Sat	Kummoon
Year	2003	

ABSTRACT

This pipe bending can work in automatic mode and use in small or industrial. The pipe bending machine controller motor speed and torque. Consist of 3 part : feeder, turning and bending. Motor speed can process by microcontroller change to distance. Motor speed can checked by encoder. The angle with checked by encoder and display an 7-segment.



กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับความเมตตาจาก ผศ.สาท คำมูล ที่ได้ให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัยตลอดมา อีกทั้งยังเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการทำปริญญาบัตรนี้ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่านที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลองและข้อเสนอแนะที่ดีในการทำโครงการครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ พี่ๆ และน้องทุกคนอันเป็นที่รักอย่างยิ่ง ที่คอยให้กำลังใจยามอ่อนล้าและให้การสนับสนุนในทุกๆ เรื่อง

และที่ลืมเสียมิได้คือขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกคนที่ช่วยทำงานกันอย่างขยันขันแข็ง ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้คำปรึกษาดีๆ และอยู่ทำงานเป็นเพื่อนกันจนดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญาบัตรฉบับนี้ ผู้จัดทำขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและเหตุจูงใจของการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎี.....	3
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51.....	3
2.1.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51.....	3
2.1.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51.....	4
2.1.3 โครงสร้างและการทำงานของพอร์ต.....	8
2.1.4 จังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51.....	10
2.1.5 หน่วยความจำของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51.....	13
2.1.6 การเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์.....	16
2.1.7 การเชื่อมต่อกับ LED ตัวเลข 7 ส่วน.....	17
2.2 อินครีเมนต์เอนโคเดอร์(Increment encoder).....	19
2.2.1 ความละเอียดของอินครีเมนต์เอนโคเดอร์.....	20
2.2.2 เอาท์พุทของเอนโคเดอร์.....	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการ IV เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง.....	23
2.3.1 สมการพื้นฐานของมอเตอร์ (Basic Motor Equation).....	23
2.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดและกำลังไฟฟ้า.....	23
2.3.3 การวัดแรงบิด (Measurement of Torque).....	24
2.3.4 แรงดันต้านกลับ (Back Electromotive Force; Back EMF).....	25
2.3.5 เคอร์ฟแรงบิด-ความเร็วรอบ (Torque-Speed Curve).....	27
2.4 ไอซี 8255.....	28
2.4.1 ขาต่างๆของ 8255.....	28
2.5 การเชื่อมโยง MCS-51 กับหน่วยความจำ.....	37
2.5.1 การจัดหน่วยความจำสำหรับ MCS-51.....	37
2.5.2 การต่อ MCS-51 เข้ากับ EPROM และ RAM.....	38
บทที่ 3 หลักการและทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ.....	39
3.1 ชุดวัดความยาวท่อ.....	39
3.2 ชุดหมุนท่อ.....	40
3.3 ชุดตัดท่อ.....	41
บทที่ 4 การออกแบบและสร้างเครื่องตัดท่อ.....	42
4.1 กล่าวนำ.....	42
4.2 โครงสร้างเครื่องตัดท่อ.....	42
4.3 ชุดวัดความยาวท่อ.....	43
4.4 ชุดหมุนท่อ.....	44
4.5 ชุดตัดท่อ.....	46
4.6 ชุดควบคุมและแสดงผล.....	47
4.7 การออกแบบโปรแกรม.....	48
4.7.1 การออกแบบโปรแกรมการทำงานของเครื่องตัดท่อ.....	48
4.7.2 การออกแบบโปรแกรมการยอมรับข้อมูล.....	49
4.7.3 การออกแบบโปรแกรมย่อยประมวลผล.....	50

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 ผลการทดสอบ.....	51
5.1 กล่าวนำ.....	51
5.2 ผลการทดสอบการวัดความยาวท่อ.....	52
5.3 ผลการทดสอบการหมุนท่อ.....	53
5.4 ผลการทดสอบการคัดท่อ.....	54
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	55
6.1 บทสรุป.....	55
6.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา.....	55
บรรณานุกรม.....	56
ภาคผนวก.....	57



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงผลตัวเลข 0-F ของ LED ตัวเลข 7 ส่วน.....	17
2.2 แสดงการเลือกพอร์ทของ 8255.....	29
2.3 แสดงความหมายของบิตควบคุม.....	30
2.4 แสดงหน้าที่ของพอร์ทต่างๆตามรหัสควบคุม.....	34
2.5 แสดงขาสัญญาณต่างๆในโหมด 1.....	36
2.6 แสดงขาสัญญาณต่างๆในโหมด 2.....	37
5.1 แสดงผลการทดสอบการวัดความยาวท่อที่ค่าต่างๆ.....	52
5.2 แสดงผลการทดสอบการหมุนท่อที่มุมต่างๆ.....	53
5.3 แสดงผลการทดสอบการค้ำท่อที่ค่ามุมต่างๆ.....	54



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51.....	5
2.2 รายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช Atmel	7
2.3 วงจรภายในของพอร์ตทุกพอร์ตในไมโครคอนโทรลเลอร์.....	10
2.4 ไซเกิลการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์.....	11
2.5 ไคอะแกรมเวลาแสดงแสดงการติดต่อและเข้าถึงหน่วยความจำ โปรแกรมภายนอก.....	12
2.6 การจัดหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์.....	14
2.7 การเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์.....	15
2.8 การขับ LED แบบมัลติเพล็กซ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์.....	19
2.9 ตัวอย่างเอนโคเดอร์.....	20
2.10 แสดงถึงผลของแสงที่ผ่านในแนว.....	21
2.11 (ก) ลูกคลื่นเอาต์พุตที่เหลี่ยมของเอนโคเดอร์ช่องเดียว.....	22
2.11 (ข) สัญญาณเอนโคเดอร์ 2 ช่องมีมุมต่างเฟสกัน 90 องศา(สองทิศทาง).....	22
2.12 แสดงการวัดแรงบิด.....	24
2.13 วงจรแสดงทิศทางแรงดันต้านกลับ.....	25
2.14 การจ่ายกระแสไฟฟ้าของเครื่องกลไฟฟ้า.....	26
2.15 เฟอร์พแรงบิด-ความเร็วรอบ.....	28
2.16 แสดงการทำงานในโหมด 0 ทั้ง 16 ภาพแบบ.....	33
2.17 แสดงการทำงานแบบโหมด 1 อินพุท.....	35
2.18 แสดงไคอะแกรมเวลาในโหมด 1 อินพุท.....	35
4.1 (1) แสดงโครงสร้างของเครื่องตัดต่อ.....	42
(2) แสดงโครงสร้างของเครื่องตัดต่อ.....	43
4.2 (1) แสดงลักษณะและการติดตั้งชุดวัดความยาวท่อ.....	44
(2) แสดงลักษณะและการติดตั้งชุดวัดความยาวท่อ.....	44
4.3 (1) แสดงลักษณะและการติดตั้งชุดหมุนท่อ.....	45
(2) แสดงลักษณะและการติดตั้งชุดหมุนท่อ.....	45

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.4 (1) แสดงลักษณะและการติดตั้งชุดตัดท่อ.....	46
4.5 แสดงชุดประมวลผลและแสดงผล.....	47
4.6 Flow chart แสดงการทำงานของเครื่องตัดท่อ.....	48
4.7 Flow chart แสดงโปรแกรมย่อยรับข้อมูล.....	49
4.8 Flow chart แสดงโปรแกรมย่อยประมวลผล.....	50
5.1 แสดงเครื่องตัดท่อ.....	51
5.2 แสดงภาพขณะตัดท่อ.....	52



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและเหตุจูงใจของการวิจัย

ในภาคการผลิตที่ต้องการความแม่นยำและเที่ยงตรงตลอดการทำงาน ซึ่งในการผลิตแต่ละผลิตภัณฑ์เมื่อทำการผลิตในลักษณะของอุตสาหกรรมนั้น อาจมีความต้องการการผลิตเป็นจำนวนมาก ซึ่งถ้าหากใช้คนในการทำนั้นเมื่อทำได้ในช่วงเวลาต่อเนื่องกันนานๆความเหนื่อยล้าก็จะทำให้ประสิทธิภาพลดลง แต่ในขณะที่เครื่องจักรนั้นจะสามารถทำงานได้ต่อเนื่องโดยเกิดความผิดพลาดอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้และถ้ามีการวางระบบที่ดีก็จะเป็นการประหยัดกว่าการใช้แรงงานในระยะยาวได้

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาในเบื้องต้นนั้นแล้วประกอบกับการมีวิชา Project ในการศึกษาทางกลุ่มโครงการจึงทำการศึกษาเครื่องตัดท่อ โดยแยกเป็นส่วนประกอบโครงสร้างหลักๆคือ โครงชิ้นงาน ชุดป้อนท่อ ชุดหมุนท่อ ชุดตัดท่อ ชุดควบคุม ชุดPower โดยอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้ คือ เอนโคเดอร์ อุปกรณ์ต้นกำลังคือมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งเป็นมอเตอร์ที่มีชุดทดแรงทำให้มีแรงบิดค่อนข้างสูงความเร็วต่ำ ซึ่งในโครงการที่ออกแบบและดำเนินการสร้างไว้นั้นเป็นการตัดท่อขนาดเล็ก คือ ท่อทองแดงกวขนาด 3/8 นิ้ว ที่ความยาว 75 cm ซึ่งที่ทำขนาดเล็กและความเร็วช้านั้น เพราะต้องการทำเพื่อทดสอบโครงสร้างและหลักการการทำงาน ซึ่งหากจะใช้ในอุตสาหกรรมเป็นเครื่องจักรจริงก็จะต้องเพิ่มขนาดและวัสดุ รวมถึงต้นกำลังให้มีขนาดใหญ่ขึ้น แข็งแรงขึ้น มีความเร็วที่สูงขึ้นอีกจึงจะใช้ได้ตามขนาดท่อที่ใหญ่ขึ้นได้แต่ใช้หลักการเดียวกัน ส่วนชุดควบคุมนั้นในโครงการได้เลือกใช้ MCS-51 แต่ถ้าเป็นการทำงานขนาดใหญ่ต่อเนื่องหรือขึ้นคอนการทำงานที่ซับซ้อน และการโปรแกรมที่ง่ายขึ้นก็อาจจะพัฒนาใช้ Computer หรือ PLC ก็จะทำให้เหมาะสมกับการควบคุมที่ต้องการใช้ได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อประยุกต์ใช้งาน MCS-51
2. เพื่อประยุกต์ใช้งานเอนโคเดอร์ร่วมกับ MCS-51
3. เพื่อสร้างเครื่องตัดท่อขนาดเล็ก สำหรับใช้ในการทดลอง

1.3 ขอบเขตของโครงการงาน

1. สร้างเครื่องตัดท่อนสำหรับตัดท่อนขนาด 3/8 นิ้ว
2. สร้างโดยใช้หลักการทำงานของมอเตอร์ร่วมกับเอนโคเดอร์
3. สร้างชุดควบคุมมอเตอร์และเอนโคเดอร์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
4. สร้างชุดแสดงผลเป็นดิจิตอล (7-segment)

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาการทำงานแรงบิดและความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
2. ศึกษาการทำงานของตัวเข้ารหัส (Incremental encoder)
3. ศึกษาการทำงานของ MCS-51 และการเขียนโปรแกรมการควบคุม
4. ออกแบบฮาร์ดแวร์ของเครื่องตัดท่อนทั้ง 3 ส่วน คือ ชุดวัดความยาวท่อน ชุดหมุนท่อน และชุดตัดท่อน
5. นำผลที่ออกแบบมาสร้างทั้งในส่วนฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์
6. ทดสอบการทำงานในส่วนของการวัดความยาวท่อนและหมุนท่อน
7. ทดสอบการทำงานในส่วนตัดท่อน
8. ทดสอบการทำงานของเครื่องตัดท่อนร่วมกันทั้งหมดและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นตลอดจนปรับปรุงการทำงานของเครื่องตัดท่อนให้ถูกต้องมากขึ้น
9. สรุปการทดลองและปัญหาในการทำงานพร้อมทั้งข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้เกิดความเข้าใจในการนำ MCS-51 ไปประยุกต์ใช้งาน
2. ทำให้ได้เครื่องตัดท่อนสำหรับงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก
3. สามารถนำโครงการนี้ไปพัฒนาให้ดีขึ้น และนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่อไป
4. รู้จักประยุกต์และนำความรู้มาใช้เป็นแนวทางที่จะพัฒนาความรู้ไปใช้ในการทำงานในภาคอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller) เป็นชื่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งที่รวมเอาหน่วยประมวลผล หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรรับสัญญาณอินพุต วงจรขับสัญญาณเอาต์พุต หน่วยความจำ วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาไว้ด้วยกัน ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนวงจรรีเลย์อิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี ช่วยลดจำนวนอุปกรณ์และขนาดของระบบ ในขณะที่มีขีดความสามารถสูง ภายใต้งบประมาณที่เหมาะสม

ไมโครคอนโทรลเลอร์มาจากคำ 2 คำรวมกันคือ “ไมโคร” (micro) ซึ่งหมายถึงไมโครโปรเซสเซอร์ (microprocessor) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูลขนาดเล็ก ภายในประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit) หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU: Arithmetic Logic Unit) วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ และวงจรมีสัญญาณนาฬิกา อีกคำหนึ่งคือคำว่า “คอนโทรลเลอร์” (controller) หมายถึงอุปกรณ์ควบคุม ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงเป็นอุปกรณ์ใช้ในการควบคุม โดยที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างอิสระ

2.1.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1. เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
2. ภายในมีหน่วยความจำ โปรแกรมเป็นแบบแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง
3. หน่วยความจำพื้นฐานเป็นความจำแบบแรม ในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีอีพรอม
4. ของพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต
5. ไทมเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตอย่างน้อย 2 ตัว
6. สามารถรองรับแหล่งอินเทอร์รัปต์ได้ 6 ประเภท
7. สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
8. มีวงจรมีสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายใน
9. มีวงจรมีสื่อสารแบบอนุกรม SPI สำหรับในอนุกรม At89sxx
10. มีวอตช์ด็อกไทมเมอร์ในตัวสำหรับในอนุกรม At89sxx

ในภาพที่ 2.1 เป็นโครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม At89sxx จะเห็นได้ว่าโครงสร้างของ At89cxx จะเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 พื้นฐานแตกต่างกันเฉพาะหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลช ที่เพิ่มเข้ามาถ้าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ในอนุกรม 87xx หน่วยความจำโปรแกรมภายในจะเป็นแบบอีพรอม และบางเบอร์สามารถโปรแกรมได้ครั้งเดียว

ในภาพที่ 2.2 เป็นโครงสร้างพื้นฐานของอนุกรม At89sxx มีส่วนประกอบเพิ่มเติมที่แตกต่างจากแบบ At89sxx คือ วงจรเชื่อมต่อแบบอนุกรม API ซึ่งในไมโครคอนโทรลเลอร์อนุกรมนี้ใช้ในการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำโปรแกรมโดยไม่ต้องถอดตัวชิปออกไปจากระบบหรือที่เรียกว่าการโปรแกรม ในวงจรไทมเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตที่เพิ่มเติมเข้ามาอีกหนึ่งตัวเป็นไทมเมอร์ 2 และ วงจรวอตช์ด็อกที่ใช้ในการตรวจสอบการทำงานผิดพลาดของซีพียู

2.1.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

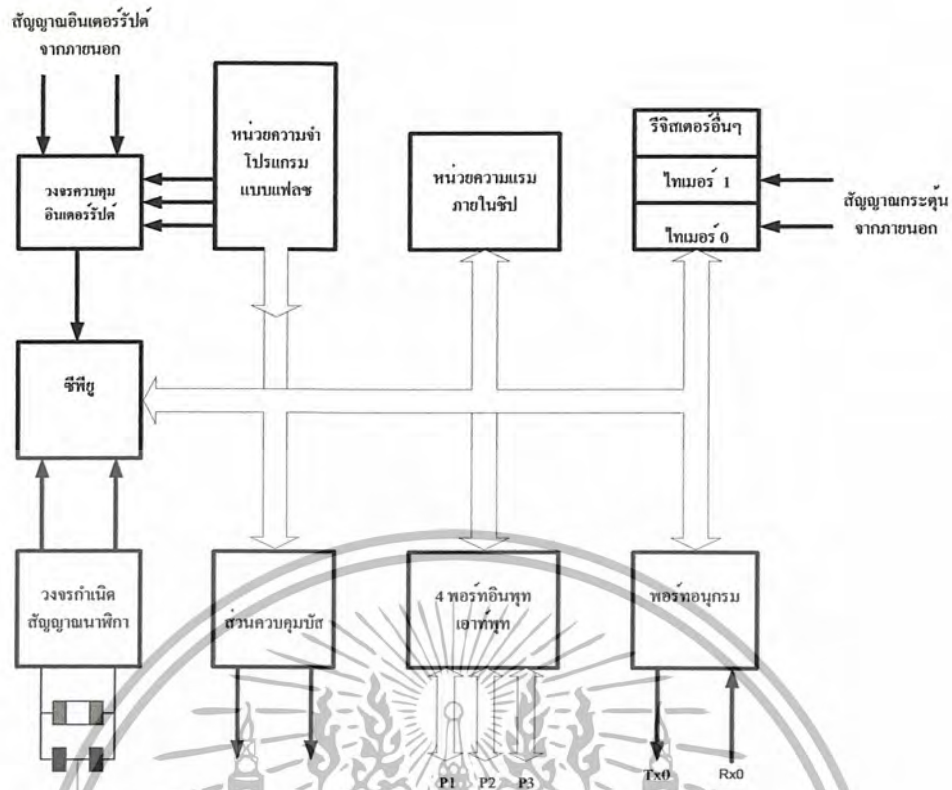
ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์จะมีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกัน ดังแสดงในภาพที่ 2.3 และภาพที่ 2.4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขา **vcc** ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5v

ขา **gnd** เป็นกราวด์สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

ขาพอร์ท **0 (P0.0-P0.7)** มี 8 ขาแต่สามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ท 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล 1 ไปยังแต่บิตของพอร์ทที่ต้องการติดต่อกับสายส่งผลให้ขาพอร์ทนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ทอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ทนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วยเพื่อสลับการทำงานเป็นได้ทั้งขาติดต่อกับแอดเดรสและขาข้อมูล

ขาพอร์ท(P1.0-P1.7) มี 8 ขาแต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ทใดเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ทที่ต้องการติดต่อกับสาย นอกจากนั้นในอนุกรม At89sxx จะใช้ขา P1.0 เป็นขาอินพุตสำหรับนับขาของไทมเมอร์ 2 และ P1.1 เป็นขาอินพุตทริกเกอร์ของไทมเมอร์ 2 ในขณะที่ P1.4 -P1.7 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อแบบ SPI เพื่อทำการโปรแกรมข้อมูลในระบบ



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ขาพอร์ต(P2.0-P2.7) มี 8 ขาแต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อกับ ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอยจึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนี้ขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8-A15)

ขาพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขาแต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อกับส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอยจึงมีอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนี้ขาพอร์ต3ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษดังนี้คือ

- P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรมหรือขา RxD
- P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรมหรือขา TxD
- P3.2 ใช้เป็นขาจับสัญญาณอินเทอร์รัปจากภายนอกช่อง 0 หรือขา INTO
- P3.3 ใช้เป็นขาจับสัญญาณอินเทอร์รัปจากภายนอกช่อง 1 หรือขา INT1
- P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับสัญญาณไทมเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา T0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับสัญญาณไทมเมอร์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1

P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ RD ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

ขา รีเซ็ต (Reset) ใช้ในการรีเซ็ตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซ็ตสถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซ็ตอย่างน้อย 2 เมกซ์ซินไซเกิล โดยที่วงจรถูกกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างปกติ

ขา RLE/PROG (Address Latch Enable/Program Plse Iput) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตช์โปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีพรอม

ขา PSEN (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้งในแต่ละเมกซ์ซินไซเกิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใดๆ ออกมา

ขา Xtal1 และขา Xtal2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตัลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.3 โครงสร้างและการทำงานของพอร์ต

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีพอร์ตที่ใช้งานทั้งสิ้น 4 พอร์ตคือ พอร์ต 0 ถึงพอร์ต 3 แต่ละพอร์ตมีขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบ 2 ทิศทาง คือ สามารถเป็นได้ทั้งอินพุตสำหรับรับสัญญาณข้อมูลเข้าและเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณข้อมูลออก ทุกพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีวงแลตช์และวงจรจับตลอคจนบัฟเฟอร์อินพุต ดังแสดงให้เห็นในสถาปัตยกรรมภาพที่ 2.2

ที่พอร์ตที่ 0 และพอร์ตที่ 2 จะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตสำหรับงานทั่วไป และใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกสำหรับพอร์ต 3 ทั้งพอร์ตและพอร์ต 1 บางงานนอกจากจะใช้เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตตามปกติแล้วยังสามารถใช้งานในหน้าที่พิเศษได้อีก ขึ้นอยู่กับว่าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ในภาพที่ 2.3 แสดงวงจรภายในของแต่ละพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช โดยในภาพที่ 2.3(ก) เป็นวงจรของพอร์ต 0 วงจรแลตช์ของแต่ละบิตในวงจรดีฟลิปฟล็อปนั่นเอง การอ่านค่าสถานะของพอร์ตและสถานะของวงจรถ่ายแลตช์สามารถกระทำได้อย่างอิสระด้วยสัญญาณที่แยกจากกัน นั่นคือสัญญาณอ่านข้อมูลจากขาพอร์ตและสัญญาณอ่านข้อมูลจากวงจรถ่ายแลตช์ ส่วนการเขียนข้อมูลมายังพอร์ตต้องส่งสัญญาณมาที่ยังขา *cik* ของดีฟลิปฟล็อปในขณะที่ข้อมูลจะผ่านมาทางขาบั๊ตข้อมูลภายในเข้าสู่ขา *d* ของดีฟลิปฟล็อปที่พอร์ตที่มีวงจรมัลติเพล็กซ์สำหรับกำหนดลักษณะการทำงานของพอร์ตว่าต้องการใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตปกติหรือใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากที่ขาพอร์ต 0 ไม่มีวงจรถ่ายแลตช์ภายในหากมีการนำพอร์ต 0 ไปใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตจะต้องต่อตัวต้านทานพูลอัพภายนอกเข้าที่ขาพอร์ต 0 ทุกขาด้วย

ในภาพที่ 2.3 (ข) เป็นวงจรของพอร์ต 1 ซึ่งมีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกับพอร์ต 0 หากแต่ไม่มีวงจรมัลติเพล็กซ์เนื่องจากพอร์ตนี้จะไม่ใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก แต่จะมีวงจรถ่ายแลตช์ในแต่ละบิตของพอร์ตนี้แทน สำหรับรายละเอียดของวงจรถ่ายแลตช์

ในภาพที่ 2.3 (ค) เป็นวงจรภายในของพอร์ต 2 จะคล้ายกับพอร์ต 0 มาก ต่างกันเพียงมีวงจรถ่ายแลตช์เพิ่มเติมเข้ามา ส่วนในภาพที่ 2.3 (ง) เป็นวงจรภายในของพอร์ต 3 จะเห็นได้ว่าคล้ายกับพอร์ต 3 มีการเพิ่มเติมนวงจรมัลติเพล็กซ์และวงจรถ่ายแลตช์เมื่อทำงานในฟังก์ชันพิเศษเข้ามา เนื่องจากพอร์ต 3 สามารถนำไปใช้งานในหน้าที่พิเศษได้ทุกขา

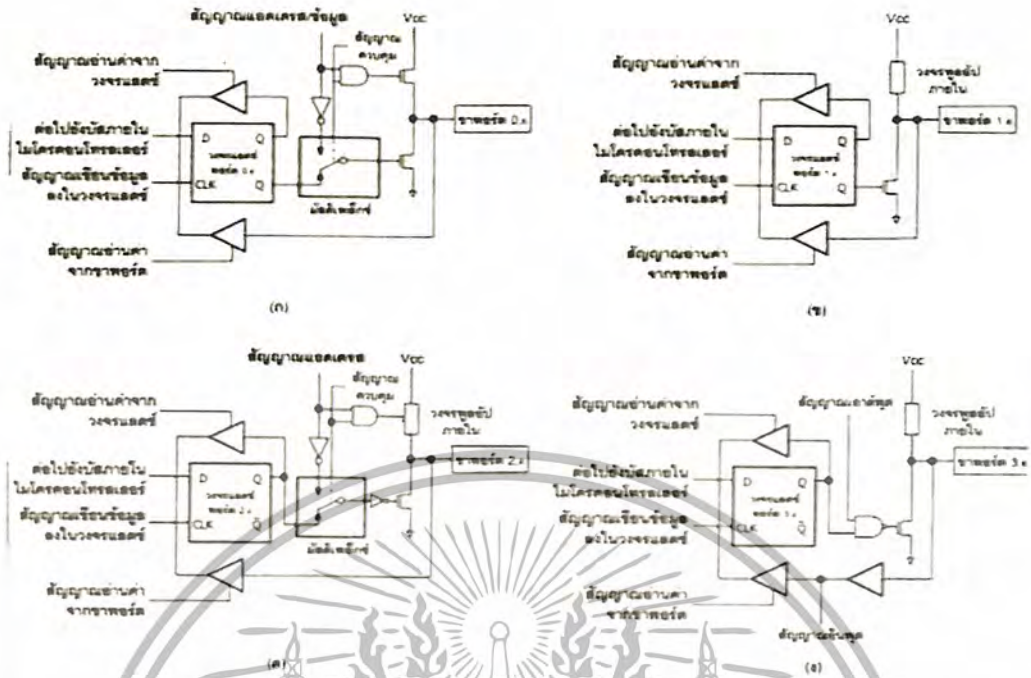
การใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต

เนื่องจากพอร์ตทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชสามารถเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องทำความเข้าใจถึงการกำหนดลักษณะการทำงานให้แก่พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช ในการกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุตต้องเริ่มต้นด้วยการเขียนข้อมูล 1 มาที่แต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการใช้งานเป็นอินพุต เพื่อหยุดการทำงานของเฟตที่ใช้ในการจับสัญญาณเอาต์พุตของบิตนั้นๆ ทำให้ขาสัญญาณของพอร์ตเชื่อมต่อเข้ากับวงจรพูลอัพภายใน โดยตรงส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีลอจิกเป็น 1 สามารถรับสัญญาณลอจิก 0 จากอุปกรณ์ภายนอกได้ง่าย สัญญาณข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกจะถูกส่งเข้ามาแล้วเก็บไว้ในวงจรบัฟเฟอร์ภายในพอร์ตแล้วรอให้ซีพียูมาอ่านค่าเข้าไป เมื่อเป็นเช่นนี้อุปกรณ์ภายนอกที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชควรกำหนดให้ทำงานในสถานะลอจิก 0 จะดีและสะดวกที่สุด

การใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุต

พอร์ตจะกำหนดให้มีลักษณะเป็นเอาต์พุตอยู่แล้ว ดังนั้นจึงสามารถส่งข้อมูลออกไปได้อย่างง่ายดายและตรงไปตรงมา กล่าวคือเมื่อต้องการส่งข้อมูล 0 ออกไปทางเอาต์พุตก็ให้เขียนข้อมูล 0 ไปยังวงจรแลตซ์ ซึ่งก็จะส่งต่อไปขับเฟตทำให้เฟตทำงานที่ขาพอร์ตที่กำหนดให้ทำงานก็จะเกิดลอจิก 0 ขึ้นในทางตรงกันข้ามหากต้องการส่งข้อมูล 1 ออกไปก็ให้เขียนข้อมูล 1 ไปยังวงจรแลตซ์วงจรจับก็จะหยุดทำงาน ทำให้ที่ขาพอร์ตเชื่อมต่อกับวงจรพูลอัพภายในเกิดเป็นลอจิก 1 ที่ขาพอร์ตคล้ายกับการกำหนดให้เป็นขาอินพุตมากเพียงแต่แตกต่างกันที่กระบวนการในการเคลื่อนย้ายข้อมูล โดยถ้าเป็นอินพุตจะมีสัญญาณมาอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์ แต่ถ้าเป็นเอาต์พุตจะไม่มี การอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์แต่อย่างใด เว้นแต่ในการที่ต้องการตรวจสอบข้อมูลที่ส่งออกมาทางเอาต์พุต

เมื่อใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุต แต่ละขา(หรือแต่ละบิต) ของแต่ละพอร์ตมีความสามารถในการจ่ายกระแสหรือที่เรียกว่า กระแสซอร์ส (source current) ได้สูงสุด 10 mA และทุกขาารวมกันในแต่ละพอร์ตสูงสุด 26 mA สำหรับพอร์ต 0 และ 15 mA สำหรับพอร์ต 1-3 ในกรณีที่ใช้งานทุกพอร์ตเอาต์พุตจะสามารถจ่ายกระแสได้รวมกันสูงสุด 71 mA ดังนั้นในการใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุตเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการจ่ายกระแสจึงควรต่อวงจรบัฟเฟอร์ทางเอาต์พุตเพื่อช่วยในการขับการอีกทางหนึ่ง



ภาพที่ 2.3 วงจรภายในของพอร์ตทุกพอร์ตในไมโครคอนโทรลเลอร์

การอ่านค่าลอจิกจากพอร์ต

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชสามารถอ่านค่าลอจิกจากพอร์ตได้ 2 ลักษณะ คืออ่านจากขาพอร์ตโดยตรงและอ่านจากวงจรมัลติเพล็กซ์ของแต่ละพอร์ต

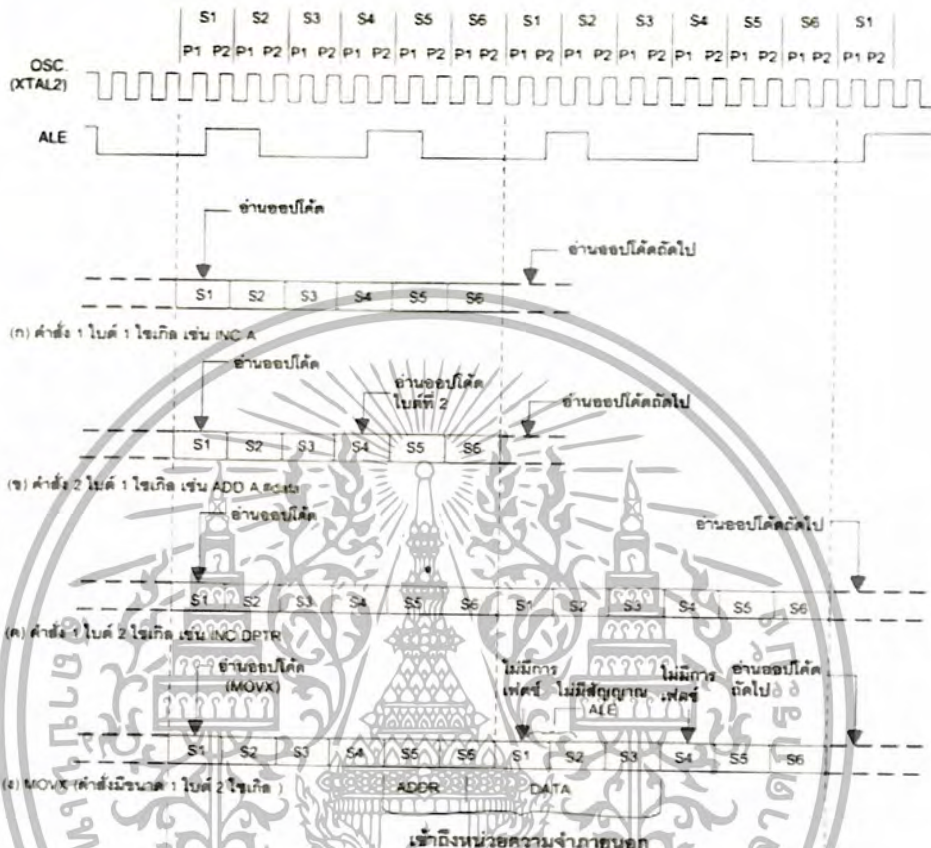
ในกรณีที่พอร์ตต่อกับขาเบสทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และขาอิมิตเตอร์ตัวนั้นต่อลงกราวด์ หากมีการส่งข้อมูล 1 ไปยังทรานซิสเตอร์ จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานสถานะลอจิกที่ขาพอร์ต จะเป็น 0 เนื่องจากเมื่อทรานซิสเตอร์ทำงานจะเหมือนว่าขาพอร์ตนั้นถูกต่อลงกราวด์ ทำให้หากอ่านค่า ลอจิกที่ขาพอร์ตจะได้ผลตรงข้ามกับที่ส่งออก แต่ถ้าหากทำงานอ่านค่าลอจิกที่วงจรมัลติเพล็กซ์จะได้ค่าที่ ตรงกับค่าที่ต้องการส่งจริงดังนั้น ในการอ่านค่าลอจิกจากพอร์ตจะจึงต้องเลือกวิธีการให้เหมาะสม กับอุปกรณ์ที่นำมาต่อด้วย

2.1.4 จังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51

ในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะต้องทำความเข้าใจถึงจังหวะการทำงานของ ซีพียูและลำดับขั้นตอนการประมวลผลคำสั่ง ในการประมวลผลคำสั่งของซีพียูจะมีขั้นตอนหลักๆ 2 ขั้นตอนคือ กระบวนการเฟตช์(fetch) เป็นการเรียกคำสั่งออกจากหน่วยความจำโปรแกรมแล้วทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปล่งรหัสคำสั่งนั้นเป็นภาษาเครื่องเพื่อเตรียมการประมวลผล ขั้นตอนต่อมาคือกระบวนการเอ็กซีคิวต์ (execute) เป็นการกระทำตามคำสั่งที่กำหนดหรือตามที่เฟตซ์ขึ้นมาโดยกระบวนการก่อนหน้านี้ เมื่อทำการเอ็กซีคิวต์คำสั่งเรียบร้อยแล้วก็จะไปเริ่มกระบวนการเฟตซ์คำสั่งใหม่ต่อไป

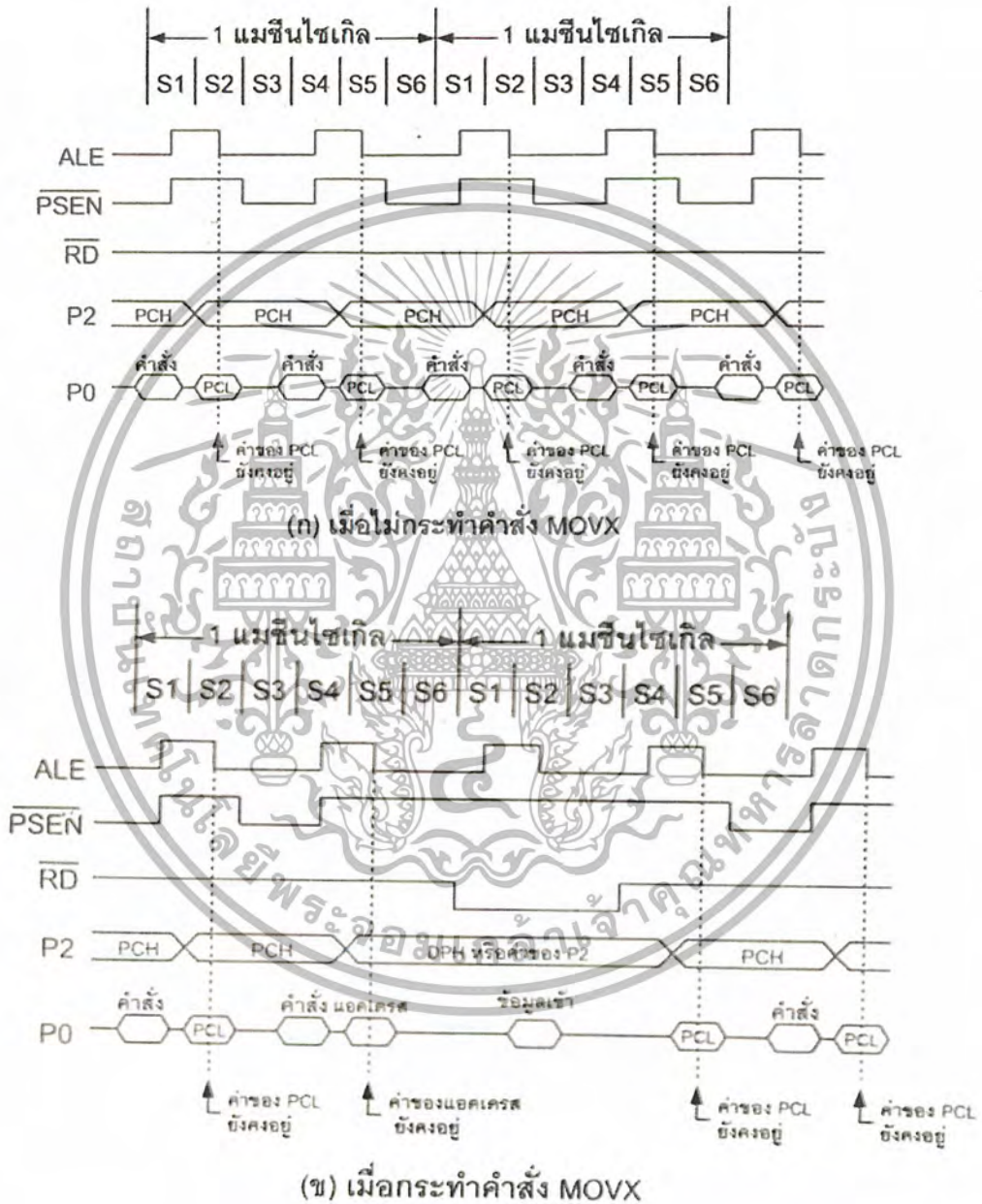


ภาพที่ 2.4 ไชเกิลการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เมื่อเริ่มจ่ายไฟให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเกิดการรีเซตในลักษณะที่เรียกว่าเพาเวอร์ออนรีเซต (power on reset) 1 ซึ่งพียูเริ่มต้นการทำงานที่แอดเดรส 0000H ของหน่วยความจำโปรแกรม จังหวะการทำงานของพียูจะเป็นไปตามรูปแบบโดยได้รับการกำหนดมาจากรอบการทำงานหรือแมชชีนไชเกิล (machine cycle) ในภาพที่ 2.4 เป็นไคอะแกรมเวลาแสดงจังหวะการทำงานของไมโครโทรลเลอร์ MCS-51 โดยใน 1 รอบการทำงานหรือแมชชีนไชเกิลจะแบ่งออกเป็น 6 สเตต (state) กำหนดชื่อเป็น s1-s6 ในแต่ละสเตตมีค่าเวลาเท่ากับ 2 คาบเวลาของสัญญาณนาฬิกาถ้าสัญญาณนาฬิกามีความถี่ 12 MHz จะมีคาบเวลาเท่ากับ 1 ms คาบเวลาทั้งสองภายในหนึ่งสเตตจะเรียกว่าเฟส 1 และเฟส 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในภาพที่ 2.4 จะเป็นการเอ็ชคิวค้ค่าสั่งที่ใช้เวลา 1 ไชเกิล เริ่มต้นที่สแตต 1 จะเป็นการอ่านค่า อออปโค้ค อันเป็นกระบวนการแลตซ์ค่าของอออปโค้คส่งไปให้รีจิสเตอร์ค่าสั่งการเฟตค้ครั้งที่ 2 จะ เกิดขึ้นที่สแตต 4 ภายในแมชชีนไชเกิลเดียวกัน ในกรณีที่เป็นค่าสั่งไบต์เดี่ยวการเฟตค้ครั้งที่ 2 ภายใน แมชชีนไชเกิลเดียวกันจะถูกตัดทิ้งไป ในค่าสั่งที่มีใช้เวลา 1 ไชเกิลจะสิ้นสุดการทำงานส่งในสแตต 6 ของแมชชีนไชเกิลเดียวกัน



ภาพที่ 2.5 ไตอะแกรมเวลาแสดงแสดงการติดต่อกับและเข้าถึงหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่คำสั่งใช้เวลา 2 ไซเกิล การทำงานของคำสั่งนั้นจะสิ้นสุดลงในสแตต 6 ของเมชีนไซเกิลที่สองดังใน

ไดอะแกรมภาพที่ 2.5 สำหรับในการการะคำสั่ง movx ซึ่งเป็นคำสั่งขนาด 1 ไบต์ 2 ไซเกิล จะไม่มีการเฟตซ์เกิดขึ้นในไซเกิลที่สองของคำสั่ง movx นี้เนื่องจากซีพียูจะไปทำการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกดังแสดงในไดอะแกรมภาพที่ 2.5 จะเห็นได้ว่าเวลาในการเอ็ชชีวิดจะไม่ได้ขึ้นอยู่กับว่าทำการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายในหรือภายนอก ในภาพที่ 2.6 แสดงสัญญาณและไดอะแกรมเวลาของการเข้าถึงหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก โดยในภาพที่ 2.6(ก)เป็นไดอะแกรมเวลาในขณะที่ยังมีการกระทำคำสั่ง movx สัญญาณที่ขา

ALE และที่ขา $\overline{\text{PSEN}}$ จะเกิดการแอกทีฟ 2 ครั้งภายในหนึ่งเมชีนไซเกิล ในทุกครั้งที่ ALE เกิดแอกทีฟที่พอร์ท 0 (p0) จะมีค่ารีจิสเตอร์ PC ในไบต์ต่ำออกมา ในขณะที่พอร์ท 2 (p2) ก็จะมีค่าของ PC ในไบต์สูงเพื่อซีไปยังแอดเดรสต่อไปที่ต้องไปดำเนินการ สำหรับขา $\overline{\text{PSEN}}$ ก็จะเกิดการแอกทีฟเมื่อมีการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ในกรณีที่กระทำคำสั่ง movx เพื่อเข้าถึงหน่วยความจำข้อมูลภายนอกที่ขา $\overline{\text{PSEN}}$ จะไม่เกิดการแอกทีฟ 2 ครั้งภายใน 1 เมชีนไซเกิลเนื่องจาก บัสแอดเดรสและบัสข้อมูลจะถูกใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกแทน แต่สำหรับสัญญาณ ALE ยังคงแอกทีฟตามจังหวะการทำงานเหมือนเดิม

จากไดอะแกรมเวลาสามารถสรุปได้ว่า ในการทำงาน 1 รอบหรือ 1 เมชีนไซเกิลซีพียูในไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้เวลา 12 คาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา นั่นคือเวลาในการทำงาน 1 ไซเกิลมีค่าเท่า 1 ms หรือมีความเร็วในการทำงานภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถหาได้จากค่าความถี่สัญญาณนาฬิกาหารด้วย 12 และถ้าต้องการหาค่าเวลาของการทำงานทำได้โดยการหาส่วนกลับของความเร็วในการทำงานภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.5 หน่วยความจำของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีหน่วยความจำภายในหลักอยู่ 2 ส่วนคือ หน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล ซึ่งมีขนาดและการจัดสรรแตกต่างกันไปในแต่ละเบอร์ในที่จะกล่าวรายละเอียดของหน่วยความจำ

หน่วยความจำโปรแกรม (Program memery)

ในภาพที่ 2.6 แสดงการจัดหน่วยความจำโปรแกรมและสามารถจัดหน่วยความจำโปรแกรมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ สามารถให้เลือกใช้หน่วยความจำจากภายในหรือนอกก็ได้ในภาพที่ 2.6(ก) แบบ A98c51 มีหน่วยความจำโปรแกรมภายใน 4 กิโลไบต์ และแบบมีหน่วยความจำภายใน 8 กิโลไบต์ หน่วยความจำโปรแกรมมีแอดเดรสเริ่มต้นที่ 0000H จะเริ่มต้นทำงานในตำแหน่งนี้เสมอและได้มีการสงวนพื้นที่สำหรับการรับอินเตอร์รัป 6 อย่าง อย่างละ 8 ไบต์ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พื้นที่สำหรับบริการอินเทอร์เน็ตไร้รูป 0 จากภายนอก กำหนดไว้ที่แอดเดรส 0003H
- พื้นที่สำหรับบริการอินเทอร์เน็ตไร้รูปไทมเมอร์ 0 กำหนดไว้ที่แอดเดรส 000BH
- พื้นที่สำหรับบริการอินเทอร์เน็ตไร้รูป 1 จากภายนอก กำหนดไว้ที่แอดเดรส 0013H
- พื้นที่สำหรับบริการอินเทอร์เน็ตไร้รูปไทมเมอร์ 1 กำหนดไว้ที่แอดเดรส 001BH
- พื้นที่สำหรับบริการอินเทอร์เน็ตไร้รูปของการสื่อสารอนุกรม กำหนดไว้ที่แอดเดรส 0023H
- พื้นที่สำหรับบริการอินเทอร์เน็ตไร้รูปไทมเมอร์ 2 กำหนดไว้ที่แอดเดรส 002BH

ในกรณีที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกสามารถทำได้โดยกำหนดแอดเดรสหน่วยความจำโปรแกรมให้ต่อจากแอดเดรสสุดท้ายของหน่วยความจำโปรแกรมภายใน การติดต่อหน่วยความจำภายนอกแสดงในภาพที่ 8 ขาพอร์ท P0.0-P0.7 ใช้เป็นขาข้อมูล D0-D7



ภาพที่ 2.6 การจัดหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

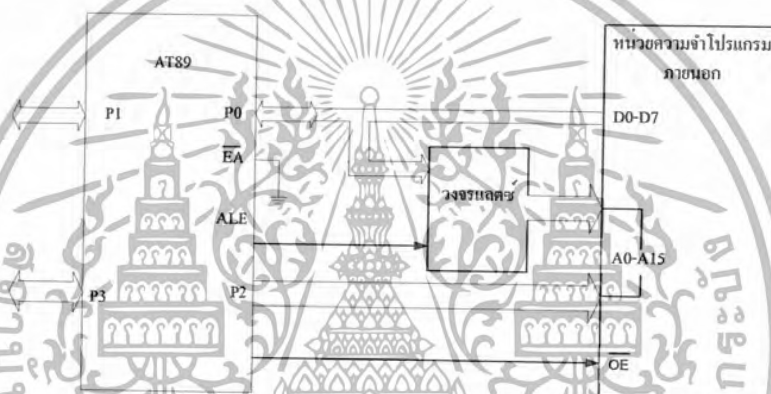
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาแอดเดรสไบต์ต่ำโดยผ่านวงจรเดคซ์ใช้ไอซีเบอร์ 74HC573 ใช้สัญญาณ ALE และ $\overline{\text{PSEN}}$ ในการเลือกใช้งานขา P0.0-P0.7 เป็นขาข้อมูลขา P2.0-P2.7 ใช้ในการติดต่อกับแอดเดรสไบต์สูง A8-A15

หน่วยความจำข้อมูล (Data memory)

มีด้วยกัน 2 แบบคือหน่วยความจำข้อมูลภายนอกและภายใน โดยใช้คำสั่ง movx ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกแสดงในภาพที่ 2.8 มีลักษณะการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แตกต่างกันที่มีสัญญาณที่ใช้สำหรับการอ่านเขียนหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

ขา RD และ ขา WR สำหรับการจัดหน่วยความจำภายในแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ หน่วยความจำข้อมูลส่วนล่างและบน รีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ(SRF) แต่ละส่วนมีขนาด 128 ไบต์



ภาพที่ 2.7 การเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์

จะเห็นว่าหน่วยความจำข้อมูลส่วนบนและรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษมีตำแหน่งทับซ้อนกันแต่มีการติดต่อใช้งานแตกต่างกัน หน่วยความจำข้อมูลส่วนล่างขนาด 128 ไบต์มีแอดเดรสอยู่ที่ 00H-7FH สามารถเข้าถึงโดยตรงและโดยอ้อม หน่วยความจำข้อมูลส่วนบนมีขนาด 128 ไบต์ มีแอดเดรสอยู่ที่ 80H-FFH สามารถเข้าโดยอ้อมเท่านั้น และรีจิสเตอร์ SFR มีแอดเดรสอยู่ที่ 80H-FFH สามารถเข้าถึงโดยตรง

แสดงการจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลส่วนล่าง หน่วยจำ 32 ไบต์ต่ำสุดที่แอดเดรส 00H - 7FH แบ่งเป็น 4 แบนก์ แต่ละแบงก์มีรีจิสเตอร์ 8 ตัวคือ R0-R7 การติดต่อกับหน่วยความจำในแบงก์ใดให้กำหนดที่รีจิสเตอร์ PSW(Program Status Word register) หน่วยความจำข้อมูล 16 ไบต์ถัดมาที่แอดเดรส 20H-2FH เป็นพื้นที่สำหรับใช้งานทั่วไป สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิตและหน่วยความจำที่เหลือ 80 ไบต์จะต้องแบ่งส่วนหนึ่งสำรองไว้เป็นพื้นที่ของสแต็กสามารถจะเข้าถึงในระดับไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

อนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีวงจรสื่อสารอนุกรมฟูลดูเพล็กซ์ 1 ชุดมีการใช้สัญญาณพอร์ตสามคือ ขา P3.0 เป็นขารับข้อมูลเข้าหรือ RxD ขา P3.1 เป็นขาส่งข้อมูลออกหรือ TxD โดยวงจรสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะใช้การติดต่อสื่อสารกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์โดยใช้มาตรฐาน RS-232 แต่ในปัจจุบันสามารถติดต่อกันในมาตรฐาน RS-422 หรือ RS-485 โดยใช้ไอซีทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณสื่อสาร

รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานพอร์ตอนุกรมมี 2 ตัวคือ รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ของพอร์ตอนุกรม มีแอดเดรสอยู่ที่ 99H ในพื้นที่ของรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลและรับข้อมูล เมื่อมีการเขียนข้อมูลมายังรีจิสเตอร์ ข้อมูลจะส่งต่อไปที่บัฟเฟอร์รับข้อมูลเพื่อส่งไปที่ขา RxD ในกรณีมีการอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ข้อมูลจะส่งผ่านไปยังรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับรับข้อมูล สำหรับการรับข้อมูลจากภายนอกจะผ่านมาทางขา RxD ของไมโครคอนโทรลเลอร์ และรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรมขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ 98H ในพื้นที่รีจิสเตอร์ SFR สามารถเข้าถึงได้ในรับบิต มีโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม 4 โหมดดังนี้

1. โหมด 0 เป็นการกำหนดให้พอร์ตอนุกรมทำงานในลักษณะซีฟรีจิสเตอร์
2. โหมด 1 เป็นการกำหนดให้เป็น URAT ขนาด 8 บิต สามารถเลือกอัตราการบอดได้
3. โหมด 2 เป็นการกำหนดให้เป็น URAT ขนาด 9 บิต โดยมีอัตราการบอดคงที่
4. โหมด 3 เป็นการกำหนดให้เป็น URAT ขนาด 9 บิต สามารถเลือกอัตราการบอดได้ การเลือกโหมดทำได้โดยการกำหนดข้อมูลให้กับบิต SM0 และ SM1 ในรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรม

2.1.6 การเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์

การใช้งานพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน RS-232 มีระบบตั้งแต่ ± 3 ถึง ± 12 แต่ขณะที่ระดับสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์อยู่ที่ระดับที่ทีแอลดังนั้นก็ไม่สามารถเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์เข้าพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ได้โดยตรงจะต้องใช้ไอซีมาแปลงสัญญาณ ไอซีตัวนี้มีหน้าที่แปลงสัญญาณที่มาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ระดับที่ทีแอล ไปเป็นระดับของ RS-232 และทำงานแปลงข้อมูลรับจากคอมพิวเตอร์จากระดับ RS-232 เป็นระดับที่ทีแอลเพื่อให้สามารถถ่ายทอดไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างสมบูรณ์ ตัวอย่างเบอร์ IC เช่น max232 หรือ IC 1232 เป็นต้น

2.1.7 การเชื่อมต่อกับ LED ตัวเลข 7 ส่วน

LED ตัวเลข 7 ส่วนประกอบด้วย LED ตัวเลข 7 ตัวที่บรรจุอยู่ในตัวถังเดียวกันและได้จำเรียงเป็นรูปตัวเลข LED แต่ละตัวจะถูกเรียกว่า ส่วน แต่ละส่วนหรือเซกเมนต์มีชื่อเรียกต่างกันตามตำแหน่งที่จัดวางดังแสดงในภาพที่ P13.1 ส่วน dp เป็น LED อีกตัวที่อยู่ในตัว LED และ LED ทุกตัวจะมีขาต่อร่วมกันซึ่งมีอยู่สองแบบคือ แบบแอนโตร่วมสามารถใช้งานโดยต่อไฟบวกเข้าที่ขานี้ และแบบแคโทดร่วมต่อไฟลบเข้าที่ขานี้

ตารางที่ 2.1 แสดงผลตัวเลข 0-F ของ LED ตัวเลข 7 ส่วน

ข้อมูลดิจิทัลเอาต์พุตสำหรับขับ LED ตัวเลข 7 ส่วน								ค่าเลขฐานสิบหกที่ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	ค่าตัวเลขที่แสดงบนตัว LED
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
0	0	1	1	1	1	1	1	3FH	
0	0	0	0	0	1	1	0	06H	
0	1	0	1	1	0	1	1	5BH	
0	1	0	0	1	1	1	1	4FH	
0	1	1	0	0	1	1	0	66H	
0	1	1	0	1	0	1	1	6DH	
0	1	1	1	1	1	0	1	7DH	
0	0	0	0	0	1	1	1	07H	
0	1	1	1	1	1	1	1	7FH	
0	1	1	0	1	1	1	1	6FH	
0	1	1	1	0	1	1	1	77H	
0	1	1	1	1	1	0	0	7CH	
0	0	1	1	1	0	0	1	39H	
0	1	0	1	1	1	1	0	5EH	
0	1	1	1	1	0	0	1	79H	
0	1	1	1	0	0	0	1	71H	
1	1	1	1	1	1	1	1	0FFH	

การขับ LED 7 ส่วนแบบหลักเดียว

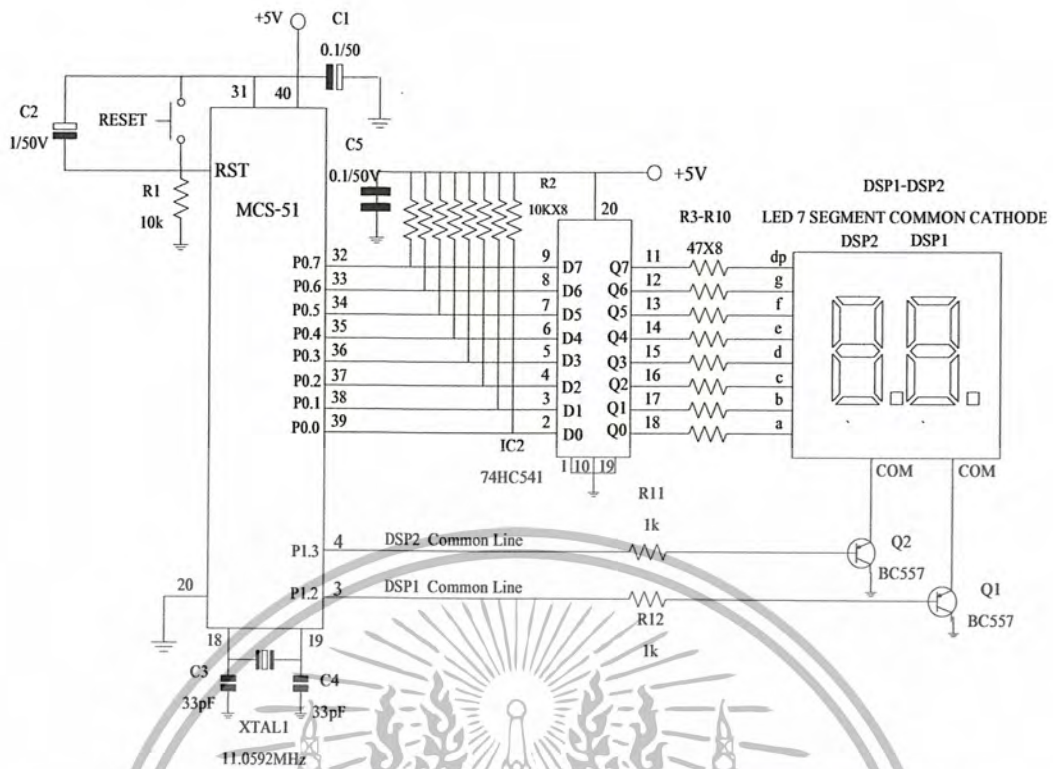
ไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่ควรนำมาขับตัว LED 7 ส่วนโดยตรง เนื่องจากความสามารถในการจ่ายกระแสไม่มากนักจะต้องไม่ไอซีบัฟเฟอร์มาช่วยเช่น เบอร์ 74HC541 และที่เอาท์พุทของตัวไอซีจะต้องมีตัวต้านทานเพื่อจำกัดกระแสให้กับตัว LED การกำหนดให้ LED แสดงออกมาเป็นตัวเลขหรือสัญลักษณ์ใดๆ จะต้องมีการกำหนดรูปแบบการแสดงผลของตัวเซกเมนต์ต่างๆ ด้วยข้อมูลแต่ละบิตของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้วิธีการเปิดตาราง ตัวอย่างของการแสดงตัวเลขฐานสิบหกของแอลอีดีเจ็ดส่วนในตารางที่ 1

การขับ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์

การขับ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์ จะต้องทำการต่อขาของแต่ละเซกเมนต์ร่วมกันคือ เซกเมนต์ a ของทุกหลักจะต่อถึงกันได้เรียงกันไปจนถึงเซกเมนต์ g ในบางงานที่ต้องใช้จุด dp ก็ต้องต่อขาของจุด dp ร่วมกันด้วยการควบคุมให้ LED ตัวเลข 7 ส่วนหลักใดติดสว่าง ทำได้โดยการจ่ายไฟเข้าที่ขาาร่วมของ LED 7 ส่วนนั้นๆ เช่น LED ตัวเลข 7 ส่วนที่ใช้เป็นแบบแคโทดร่วม หากต้องการให้ LED ตัวเลข 7 ส่วนหลักที่สามติดสว่างก็ให้ต่อขาาร่วมหลักที่สามลงกราวด์หรือจ่ายไฟลบ LED ตัวเลข 7 ส่วนหลักที่สามก็จะติดสว่าง ตามข้อมูลที่ส่งมาตามขาของ LED

การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาควบคุมการแสดงผลในลักษณะนี้จึงเป็นการเข้ามาควบคุมการจ่ายไฟเข้ามาที่ร่วมของ LED ตัวเลข 7 ส่วนที่ละหลักไปไปตามลำดับด้วยความเร็วสูงโดยผ่านทรานซิสเตอร์ ทั้งนี้การต่อทรานซิสเตอร์เพื่อขับขาคอมมอนนั้นยังช่วยให้ภาระในการจ่ายกระแสของไมโครคอนโทรลเลอร์ลดลงด้วย ส่วนขาของแต่ละเซกเมนต์จะถูกต่อเข้ากับไอซีบัฟเฟอร์ผ่านตัวต้านทานจำกัดกระแสเช่นเดียวกับการขับแบบตัวเดี่ยวแสดงการขับ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เริ่มต้นโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลออกไปยังไอซีบัฟเฟอร์ที่ต่ออยู่กับเซกเมนต์ a-g และ dp ของ LED ตัวเลข 7 ส่วน จากนั้นส่งข้อมูลศูนย์ไปยังไปยังทรานซิสเตอร์ต่ออยู่กับขาาร่วมของ LED ตัวเลข 7 ส่วนในหลักที่ต้องการให้แสดงผล ด้วยความเร็วที่ตาคนไม่สามารถมองเห็นความเปลี่ยนแปลงภาพที่เห็นจึงกลายเป็น LED ตัวเลข 7 ส่วนทั้งสองหลักแสดงผลพร้อมกัน

การเขียนโปรแกรมเพื่อขับ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบ มัลติเพล็กซ์จึงมีความซับซ้อนมากกว่าการขับแบบหลักเดียว จากวงจรในภาพที่ 2.8 ต้องใช้พอร์ท 1 มาช่วยในการส่งสัญญาณเพื่อเลือกหลักที่ต้องการให้แสดงผลมัลติเพล็กซ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์



ภาพที่ 2.8 การขับ LED แบบมัลติเพล็กซ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2 อินครีเมนต์เอ็นโคเดอร์ (Increment encoder)

เอ็นโคเดอร์ชนิดนี้เป็นเอ็นโคเดอร์ที่สร้างสัญญาณพัลส์แปรผันตรงกับการหมุนของเพลลา (ความถี่ของพัลส์เปลี่ยนตามความเร็ว) โดยพัลส์ที่ได้สามารถนำไปหาความเร็วในการหมุนได้

อินครีเมนต์เอ็นโคเดอร์ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญคือ ตัวกำเนิดแสง จานหมุน (rotary disk) จานอยู่กับที่ และตัวเซนเซอร์ บนแผ่นจานหมุนทำเป็นช่องโดยรอบดังแสดงในภาพที่ 2.10 และแผ่นอยู่กับที่จะมีช่องสำหรับให้แสงผ่านตรงเข้าไปยังตัวเซนเซอร์ ถ้าเป็นเอ็นโคเดอร์ที่ใช้วัดความเร็วต่ำไม่ต้องมีแผ่นอยู่กับที่ก็ได้ ส่วนตัวกำเนิดแสงอาจจะเป็นหลอดไฟฟ้า หรือตัวแสดงผล(LED) ก็ได้



ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างเอนโคคเตอร์

2.2.1 ความละเอียดของอินทรีย์เอนโคคเตอร์

เป็นจำนวนตามเวลาของสัญญาณเอาต์พุตต่อการหมุนของเพลา 1 รอบ ซึ่งบอกจำนวนพัลส์ต่อรอบหรือจำนวนไซเคิลต่อ 360 องศาหมุนทางกลหรือไซเคิลต่อองศาที่ใช้ทั่วไป มีความละเอียดตั้งแต่ 15 ถึง 10000 พัลส์ต่อรอบ โดยจำนวนพัลส์จะเท่ากับจำนวนช่องของแผ่นจานหมุนในทางปฏิบัติ ต้องการให้แสงผ่านช่องเป็นเส้นตรงพร้อมๆกันอาจจะใช้เลนส์ หรือ พาราโบลิกรีเฟเลกเตอร์ดูภาพที่ 2.10

จำนวนพัลส์ต่อ 1 รอบของสัญญาณที่เอนโคคเตอร์สร้างออกมาจะเท่ากับจำนวนช่องว่างบนแผ่นจานหมุน และความกว้างของช่องว่างกับความกว้างของแถบที่ระหว่างช่องว่างจะเท่ากัน เพราะฉะนั้นเราสามารถคำนวณหาความกว้างของช่องว่าง (ω) ได้จาก

$$\omega = \pi D / 2N$$

2-1

เมื่อ D = เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเพ็ทเทิน

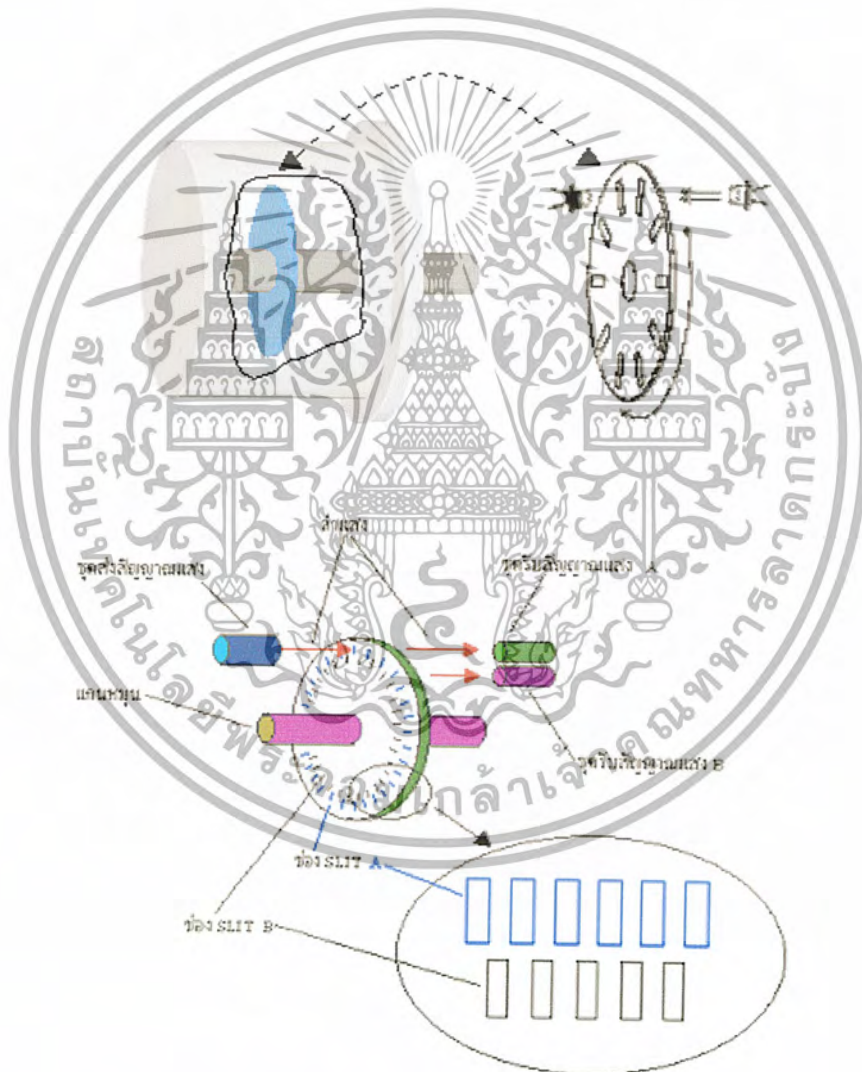
N = จำนวนของความละเอียดเป็นพัลส์ต่อรอบ

ω = ความกว้างของช่องว่าง

ค่าของตัวแปรจากสมการนี้หาได้จาก ถ้าให้ D เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นหมุนของแอนโทดเดอร์ ค่าประมาณที่ใกล้เคียงมากของค่าความกว้างของช่องว่างแสดงได้ดังนี้

$$\omega = 0.75 \pi D/2N$$

2-2



ภาพที่ 2.10 แสดงถึงผลของแสงที่ผ่านในแนวเดียวกัน

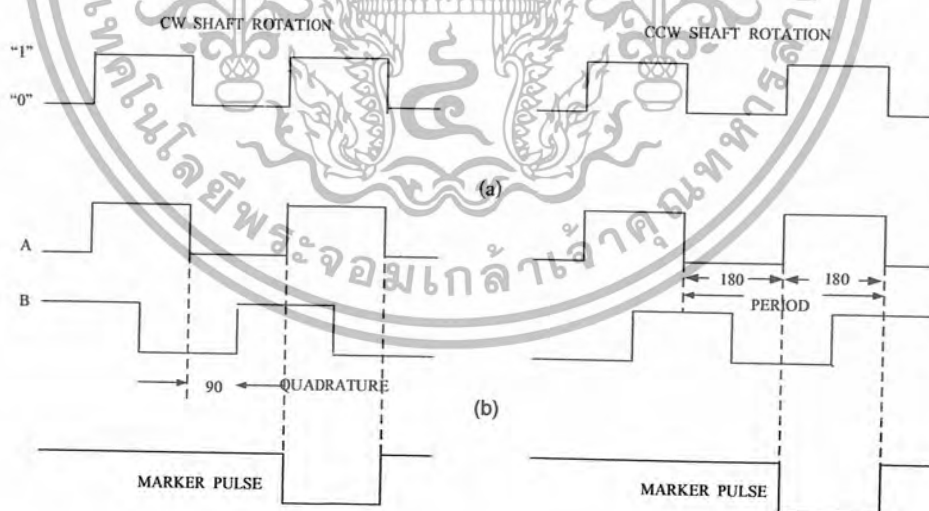
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 เอาท์พุทของเอนโคเดอร์

โดยทั่วๆ ไปแล้วสัญญาณเอาท์พุทที่ออกมาจากเอนโคเดอร์โดยตรง จะมีระดับไม่เพียงพอในการควบคุมหรือสำหรับการประมวลสัญญาณ ดังนั้นจึงต้องมีวงจรขยายและแปลงรูปร่างคลื่นต่อไว้ในตัวเอนโคเดอร์ด้วยเสมอ สัญญาณที่ได้จากตัวเซนเซอร์ปกติแล้วจะเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขึ้นอยู่กับความละเอียดที่ต้องการ รูปสัญญาณเหล่านี้สามารถทำให้เป็นรูปสัญญาณสี่เหลี่ยมได้ โดยการต่อตัวคอมพาราเตอร์เข้ากับลิเนียร์แอมพลิไฟของเอนโคเดอร์ก็จะได้อเอาท์พุทเป็นลูกคลื่นสี่เหลี่ยมตามต้องการ

ภาพที่ 2.11(a) แสดงถึงลูกคลื่นเอาท์พุทสี่เหลี่ยมของเอนโคเดอร์ชนิด 1 ช่อง ไม่ว่าจะเพลาจะหมุนในทิศทางใดก็ได้ก็ได้สัญญาณออกมาเหมือนกัน จึงเหมาะที่จะใช้กับงานที่ไม่กำหนดทิศทางเท่านั้น ส่วนในรูปที่ 2.11(b) แสดงสัญญาณ 2 ช่องที่ได้จากเอนโคเดอร์ชนิด 2 ช่องเฟสของสัญญาณ 2 ช่องนี้จะต่างกัน 90 องศาทางไฟฟ้าเราเรียกสัญญาณ 2 ช่องนี้ว่าเป็นควอดราเจอร์ (Quadrature) กันซึ่งเหมาะที่จะใช้ในการรับรู้ทิศทางการหมุนของเพลาหรือใช้ควบคุมระบบที่ซับซ้อนอื่นๆ จากสัญญาณในรูป 2.11(b) จะเห็นได้ว่าสัญญาณทั้ง 2 ช่องจะเริ่มจาก 0 ถึง 1 และ 1 ถึง 0 ขึ้นอยู่กับทิศทางการหมุนของแผ่นหมุนของเอนโคเดอร์

ในอินทรีย์เอนโคเดอร์บางชนิดจะมีพัลส์ที่แสดงถึงจำนวนรอบของการหมุนสำหรับใช้เป็นศูนย์ในการอ้างอิงพัลส์ที่ใช้แสดงจำนวนรอบนี้ จะเกิดขึ้น 1 พัลส์ต่อ 1 รอบโดยทั่วไปแล้วใช้บอกถึงตำแหน่งเชิงกลหรือใช้เป็นสัญญาณเคลียร์จำนวนที่นับไว้ในหน่วยเก็บข้อมูล



ภาพที่ 2.11 (ก) ลูกคลื่นเอาท์พุทสี่เหลี่ยมของเอนโคเดอร์ช่องเดียว

(ข) สัญญาณเอนโคเดอร์ 2 ช่องมีมุมต่างเฟสกัน 90 องศา(สองทิศทาง)

2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.3.1 สมการพื้นฐานของมอเตอร์ (Basic Motor Equation)

แรงบิดเฉลี่ยที่เกิดจากการหมุนของอาร์เมเจอร์ได้โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ทางกายภาพของมอเตอร์ (เช่น ความยาว รัศมีของอาร์เมเจอร์ เป็นต้น) ให้เป็นค่าคงที่ สมการแรงบิดจะเป็นดังนี้

$$T = K\phi I_a \quad 2-3$$

เมื่อ

T = แรงบิดที่อาร์เมเจอร์

K = ค่าคงที่พารามิเตอร์ทางกายภาพของมอเตอร์

ϕ = ฟลักซ์แม่เหล็กต่อขั้ว

I_a = กระแสไฟฟ้าที่อาร์เมเจอร์

จากสมการ 2-1 เป็นสมการแรงบิดพื้นฐานทางไฟฟ้า ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าแรงบิดของมอเตอร์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสไฟฟ้าที่อาร์เมเจอร์ (I_a) และฟลักซ์แม่เหล็กที่เกิดจากแกนเหล็ก (ϕ)

ในทำนองเดียวกันเขียนสมการพื้นฐานทางกลเป็นดังนี้คือ

$$\alpha = T/J \quad 2-4$$

เมื่อ

T = แรงบิดเอาต์พุต

α = อัตราเร่ง (Acceleration)

J = โมเมนต์ความเฉื่อย (Moment of Inertia)

จากสมการ 2-2 สรุปได้ว่า การที่มอเตอร์จะหมุนได้นั้นต้องมีอัตราเร่ง (α) มากกว่าความเฉื่อยในการหมุนตัว (J) ของอาร์เมเจอร์

2.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดและกำลังไฟฟ้า (Relationship Between Torque and Power)

เอาต์พุตของมอเตอร์อาจเป็นแรงบิด (T) หรือกำลังไฟฟ้า (P) ก็ได้ P อยู่ในรูปพลังงานไฟฟ้า (แรงดันไฟฟ้าคูณด้วยกระแสไฟฟ้า) ส่วน T อยู่ในรูปพลังงานกล (การหมุน) ดังสมการ 2-2 แต่ถ้าทราบค่าใดค่าหนึ่ง (P หรือ T) ก็จะคำนวณหาอีกค่าหนึ่งได้

$$T = 7.04P/S \quad 2-5$$

เมื่อ

T = แรงบิดเอาต์พุต

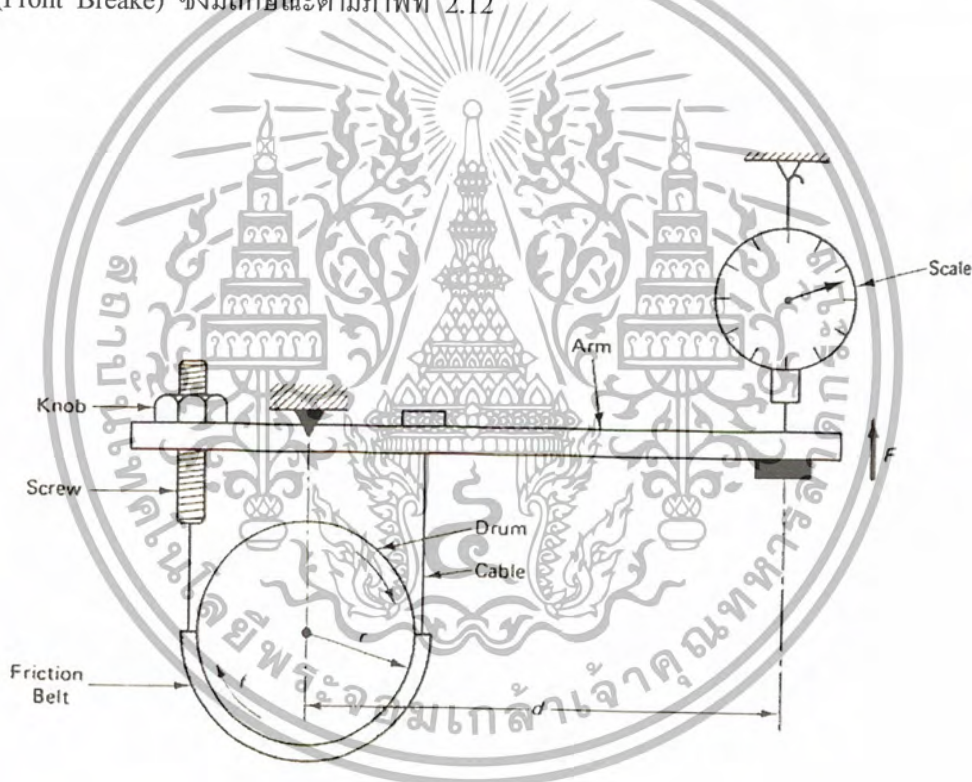
P = กำลังเอาต์พุต

S = ความเร็วรอบ

ในกรณีถ้า P เป็นกำลังเอาต์พุตค่า T จะต้องเป็นแรงบิดเอาต์พุตด้วย และถ้า P เป็นกำลังไฟฟ้าที่อามเจอร์ T จะต้องเป็นแรงบิดที่อามเจอร์

2.3.3 การวัดแรงบิด (Measurement of Torque)

กำลังเอาต์พุตของมอเตอร์วัดได้ยาก แต่ถ้าทราบค่าแรงบิดเอาต์พุตและความเร็วระดับใดระดับหนึ่ง จะคำนวณค่ากำลังเอาต์พุตได้โดยใช้สมการ 2-3 สำหรับแรงบิดนั้นวิธีวัดง่ายที่สุดคือ ใช้การเบรกแบบอัด (Pront Brake) ซึ่งมีลักษณะตามภาพที่ 2.12

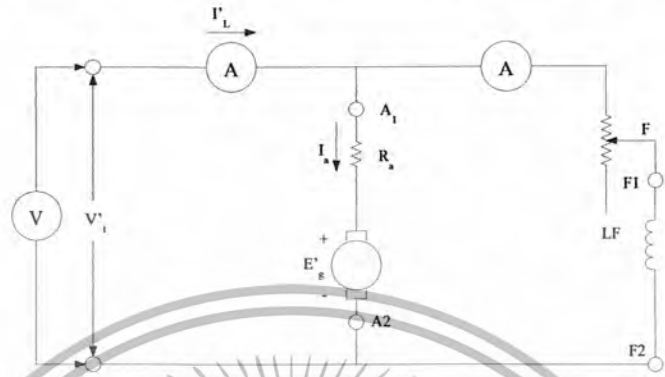


ภาพที่ 2.12 แสดงการวัดแรงบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 แรงดันต้านกลับ (Back Electromotive Force; Back EMF)

ถ้าจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้อาร์เมเจอร์ จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในอาร์เมเจอร์ ซึ่งจะสร้างแรง และส่งผลให้เกิดแรงบิด จึงทำให้มอเตอร์หมุนได้ขณะที่มอเตอร์หมุน มีแรงดันไฟฟ้าที่อาร์เมเจอร์ ส่วนหนึ่งที่มีทิศทางตรงข้ามกับแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้มอเตอร์ เราเรียกไฟฟ้านี้ว่าแรงดันต้านกลับ (Back EMF, E'_g)



ภาพที่ 2.13 วงจรแสดงทิศทางแรงดันต้านกลับ

จากสมการ 2-2 ทำให้ทราบว่าแรงบิดที่ทำให้มอเตอร์หมุนได้นั้นต้องมีอัตราเร่งมากกว่าความเฉื่อย เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้มอเตอร์ (ดังภาพที่ 2.13) เพิ่มขึ้นต่อเนื่องทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำและทำให้เกิดแรงบิดส่งผลให้มีอัตราเร่งเพื่อหมุนอาร์เมเจอร์อย่างต่อเนื่องเช่นกัน จนกระทั่งมอเตอร์มีความเร็วรอบคงที่คืออัตราเร่งเท่ากับศูนย์ แรงบิดจะเป็นศูนย์ด้วย เมื่อเป็นเช่นนี้จึงสันนิษฐานตามสมการ 2-1 ($T = K\Phi I_a$) ได้ว่า กระแสที่อาร์เมเจอร์กลายเป็นศูนย์แต่เนื่องจากแรงดันไฟฟ้าจ่ายให้มอเตอร์อยู่ เราจึงสันนิษฐานว่ามีแรงดันไฟฟ้าอื่นที่เกิดขึ้นในขดลวดอาร์เมเจอร์มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้ามกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้ เราเรียกว่าแรงดันไฟฟ้าต้านกลับ (Back EMF, E'_g)

ในข้อสมมุติฐานของเราคือ ขณะมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบคงที่กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นอาร์เมเจอร์ต้องมีค่าเป็นศูนย์นั้น ตามความเป็นจริงแล้วกระแสไฟฟ้านี้ไม่มีค่าเป็นศูนย์แต่มีกระแสไฟฟ้าจำนวนหนึ่งเพื่อสร้างแรงบิดมาหักล้างความฝืดของมอเตอร์ ดังนั้น แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ต้องมากกว่าแรงดันไฟฟ้าต้านกลับ ดังสมการต่อไปนี้

$$E'_g = V'_t - I_a R_a \tag{2-6}$$

เมื่อ

- E'_g = แรงดันไฟฟ้าต้านกลับ
- V'_t = แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วจ่ายให้มอเตอร์
- I_a = กระแสไฟฟ้าที่อาร์เมเจอร์
- R_a = ความต้านทานของขดลวดอาร์เมเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 2.13 จะเห็นว่าทิศทางของ E'_g จะสวนกับทิศทางของ I_a เมื่อ I_a เป็นส่วนประกอบของสมการแรงบิด จึงสรุปได้ว่า E'_g เป็นตัวต้านแรงบิดหรือตัวต้านการหมุนของมอเตอร์นั่นเอง ความแตกต่างระหว่างคุณสมบัติแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าต้านกลับของมอเตอร์

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะผลิตกระแสไฟฟ้าที่อาร์มเจอร์ (I_a) ส่งไปยังฟิลด์ (I_f) และโหลด (I_L) ดังภาพที่ 2.14a ส่วนมอเตอร์ไฟฟ้าจะรับกระแสจากภายนอก (I'_L) จ่ายมายังฟิลด์ (I_f) และอาร์มเจอร์ (I_a) ดังภาพที่ 2.14b



ภาพที่ 2.14 การจ่ายกระแสไฟฟ้าของเครื่องกลไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 เคอร์ฟแรงบิด-ความเร็วรอบ (Torque-Speed Curve)

ก่อนที่จะเขียนเคอร์ฟแรงบิด-ความเร็วรอบได้ต้องหาค่าแรงบิดที่โหลด (Load Torque) เสียก่อน โดยนำสมการ 2-1 ($T = K\phi I_a$) มาพิจารณาและกำหนดให้ค่าฟลักกิงที่ จะได้สมการใหม่เป็น

$$T = K' I_a \quad 2-7a$$

เมื่อ

$$K = K\phi$$

ขณะมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบคงที่ (อัตราเร่งเป็น 0) แรงบิดที่เกิดขึ้นที่อาร์เมเจอร์เท่ากับแรงบิดที่โหลด จากสมการ 2-7a ถ้าให้แรงบิดที่โหลดเป็น T_L

$$T = K' I_a \quad 2-7b$$

จากสมการ 2-6 ซึ่งกล่าวได้ว่า $E'_g = V'_t - I_a R_a$ ทำให้ทราบว่

$$I_a = (V'_t - E'_g) / R_a$$

แทนค่า I_a ลงในสมการ 2-7b

$$T_L = [K'(V'_t - E_g)] / R_a \quad 2-8c$$

ถ้าให้ค่า E'_g เป็นค่าคงที่ K''

$$T_L = (K'V'_t / R_a) - (K'K''S / R_a) \quad 2-8d$$

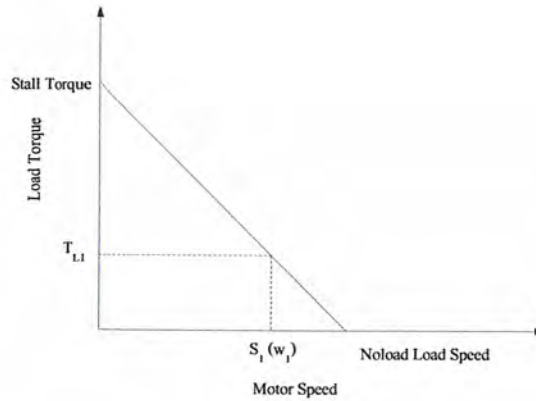
ถ้าให้ $K_m = K' / R_a$ และ $K_b = (K'K'') / R_a$

$$T_L = K_m V'_t - K_b \omega \quad 2-8e$$

เมื่อนำส่วนประกอบในสมการ 2-8e มาเขียนเคอร์ฟโดยค่าเป็นค่าที่กำหนดให้จะได้เคอร์ฟแรงบิด-ความเร็วรอบในภาพที่ 2.15

จากเคอร์ฟในภาพที่ 2.15 ทำให้เราทราบว่า ขณะมอเตอร์หมุนตัวเปล่าค่าแรงบิดที่โหลดมีค่าเป็นศูนย์เมื่อต่อโหลดเข้าไปความเร็วรอบจะลดลงมาที่ แต่ค่าแรงบิดที่โหลดจะเพิ่มเป็นถ้าเพิ่มโหลดอย่างต่อเนื่องเช่นกัน จนกระทั่งในที่สุดมอเตอร์จะหยุดหมุนค่าแรงบิดต่ำที่สุดของโหลดซึ่งทำให้มอเตอร์หยุดหมุนขณะนี้เรียกว่าแรงบิดสตอลล์ (Stall Torque)

ประโยชน์ของเคอร์ฟแรงบิด-ความเร็วรอบก็คือ เป็นเครื่องมือทำนายความเร็วรอบของมอเตอร์ขณะขับโหลดใดๆก็ได้



ภาพที่ 2.15 เคอร์ฟแรงบิด-ความเร็วรอบ

2.4 ไอซี 8255

การเรียกพอร์ทของ 8255 จะเรียกว่าพอร์ท A,B และ C โดยแต่ละพอร์ทจะมีขนาด 8 บิตและพอร์ท C จะแยกออกเป็นสองส่วนคือ PC0-PC3 เรียกว่าพอร์ท C ล่างจำนวน 4 บิต และพอร์ท C บนคือ PC4-PC7 ที่พิเศษคือพอร์ททุกพอร์ทเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต ลักษณะของ 8255 แสดงได้ดังภาพที่ 2.16

2.4.1 ขาต่างๆของ 8255

D0-D7 เป็นขาข้อมูลอินพุตและเอาต์พุตที่จะต้องผ่านเข้าออกจากส่วนนี้ D0-D7 จึงเป็นส่วนที่จะต่อเข้ากับระบบบัสของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลจากพอร์ทผ่านทางบัสนี้

CS ขานี้เป็นขาอินพุตที่จะรับสัญญาณจากภายนอกเพื่อเลือกชิพ 8255 โดยเมื่อขานี้เป็นลอจิก "0" จะทำให้ 8255 ต่อเข้ากับระบบบัสของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เขียนหรืออ่านข้อมูลจากพอร์ทได้

RD ขาสัญญาณการอ่านป็นสัญญาณอินพุตที่ส่งมาจาก CPU เมื่อสัญญาณนี้เป็น "0" และ CS เป็น "0" ด้วยตัว 8255 จะทำให้ตัว CPU อ่านข้อมูลจากบัสในขณะที่เป็นพอร์ทอินพุต

WR ขาสัญญาณการเขียนจะแอกทีฟเมื่อสัญญาณ WR เป็น "0" สัญญาณนี้มาจาก CPU เมื่อต้องการเขียนข้อมูลลงบนพอร์ทที่กำหนด

A0-A1 ขาแอดเดรสลอจิกของทั้งสองขานี้จะถอดรหัสออกมาได้ 4 ค่าเพื่อกำหนดค่ารีจิสเตอร์ภายในที่เชื่อมต่อเข้ากับพอร์ทอินพุตและเอาต์พุตของ 8255 เพื่อเลือกใช้พอร์ท A,B และ C

RESET ขารีเซตเป็นขาสัญญาณที่ส่งมาจากภายนอกเพื่อทำการรีเซต 8255 เพื่อเคลียร์สถานะต่างๆของ 8255 เมื่อ 8255 ได้รับการรีเซตมันจะกลับเข้าสู่โหมดอินพุตหรือทุกพอร์ทเป็นพอร์ทอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PA0-PA7 เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ทของ 8255 ชื่อพอร์ท A การเลือกพอร์ทจะเลือกโดยขา A0-A1

PB0-PB7 เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ทของ 8255 ชื่อพอร์ท B การเลือกพอร์ทจะเลือกโดยขา A0-A1

PC0-PC7 เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ทของ 8255 การกำหนดพอร์ทนี้จะได้รับการกำหนดโดยขาแอดเดรส A0-A1 พอร์ท C นี้แบ่งออกได้สองกลุ่มคือกลุ่ม PC0-PC3 และกลุ่ม PC4-PC7

ถ้าต้องการให้ 8255 ทำงานจะต้องทำให้ขา CS แอดที่พิกานั้นเลือกพอร์ทที่จะติดต่อโดย A0-A1 รีจิสเตอร์แต่ละตัวใน 8255 จะได้รับการกำหนดค่าควบคุมกับสัญญาณ RD และ WR เพื่อแสดงการทำงานต่างๆ ดังนั้นสัญญาณต่างๆ ของขาควบคุมที่นำมาประกอบกันจะมีความหมายดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2.2 แสดงการเลือกพอร์ทของ 8255

RD	WR	A0	A1	ความหมาย
1	0	0	0	ส่งข้อมูลไปที่พอร์ท A
0	1	0	0	อ่านข้อมูลจากพอร์ท A
1	0	0	1	ส่งข้อมูลไปที่พอร์ท B
0	1	0	1	อ่านข้อมูลจากพอร์ท B
1	0	1	0	ส่งข้อมูลไปที่พอร์ท C
0	1	1	0	อ่านข้อมูลจากพอร์ท C
1	0	1	1	เขียนข้อมูลซึ่งเป็นรหัสควบคุม
0	1	1	1	ไม่ใช่

การทำงานของไอซีเบอร์ 8255 จะทำงานได้ 3 โหมดคือ

1. Mode 0 : Basic I/O
2. Mode 1 : Strobed I/O
3. Mode 2 : Bidirectional Bus

การให้ 8255 ทำงานแต่ละโหมดจะเลือกได้โดยการโปรแกรมให้กับ 8255 คำสั่งที่โปรแกรมจะมี 8 บิต แต่ละบิตจะมีความหมายดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต D7 เป็นบิตแสดงรหัสควบคุม ถ้าบิตนี้เป็น “1” จะหมายถึงรหัสควบคุมนี้มีผลต่อการเปลี่ยนเซตโหมดต่างๆ ของ 8255

บิต D6 และ D5 เป็นโหมดของพอร์ท A ซึ่งมีการทำงาน 3 โหมด คือ โหมด 0,1 และ 2

บิต D4 ถ้ามีค่าเท่ากับ “0” หมายถึงการกำหนดพอร์ท A เป็นเอาต์พุต ถ้ามีค่าเป็น “1” จะกำหนดให้ A เป็นพอร์ทอินพุต

บิต D3 เป็นบิตที่บอกการเซตพอร์ท C บน ถ้าเป็น “0” จะทำให้พอร์ท C บนเป็นเอาต์พุต

บิต D2 เป็นบิตที่บอกการเซตโหมดของพอร์ท B ถ้าเป็น “0” หมายถึงเลือกพอร์ท B เป็นโหมด 0 และถ้าเป็น “1” คือการเลือกโหมด 1

บิต D1 เป็นการกำหนดอินพุตและเอาต์พุตของพอร์ท B ถ้าเป็น “0” คือพอร์ทเอาต์พุต และถ้าเป็น “1” คือพอร์ทอินพุต

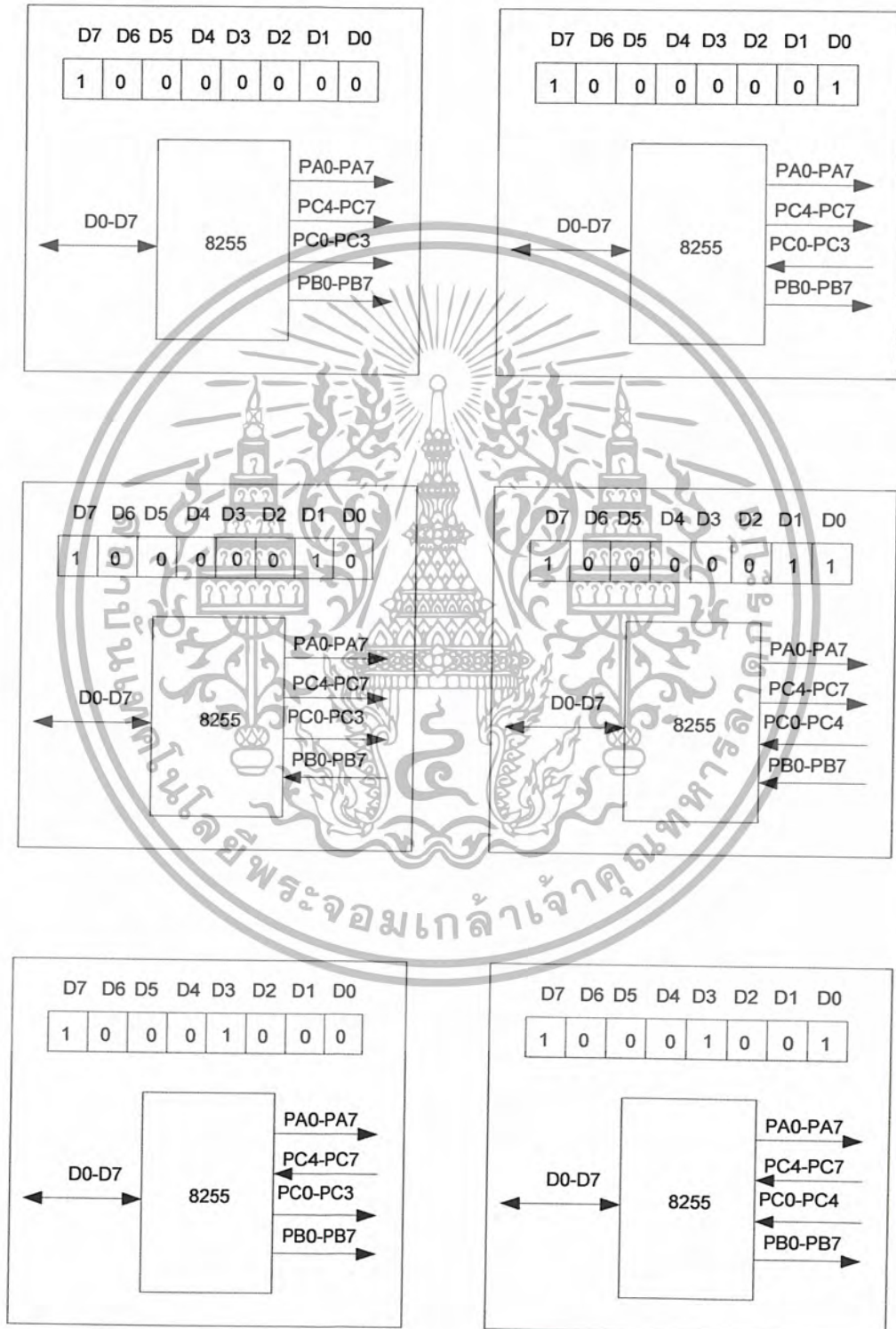
บิต D0 เป็นบิตที่บอกการเซตพอร์ท C ล่าง ถ้าเป็น “0” จะทำให้พอร์ท C ล่างเป็นเอาต์พุต

ตารางที่ 2.3 แสดงความหมายของบิตควบคุม

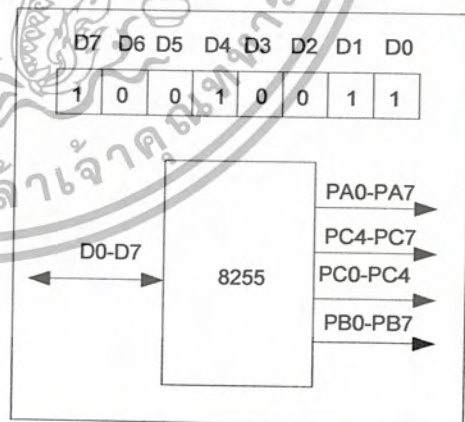
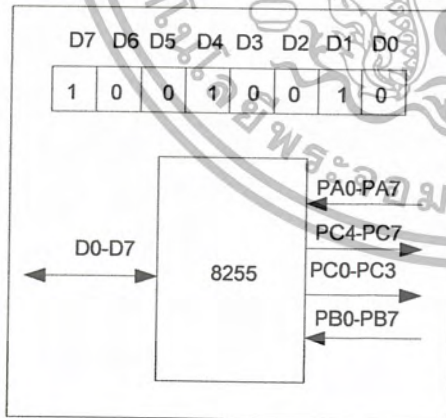
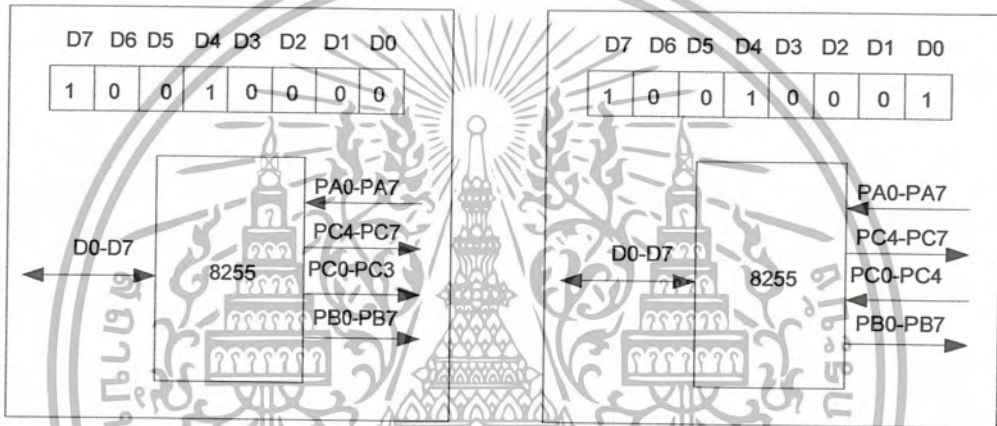
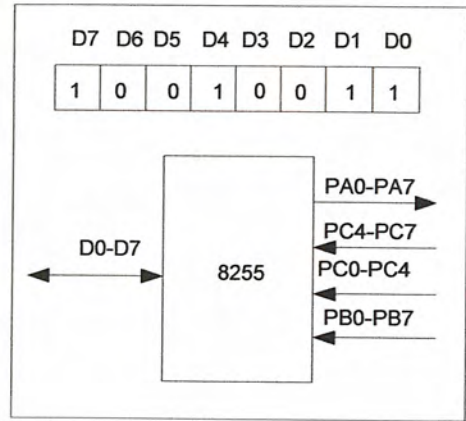
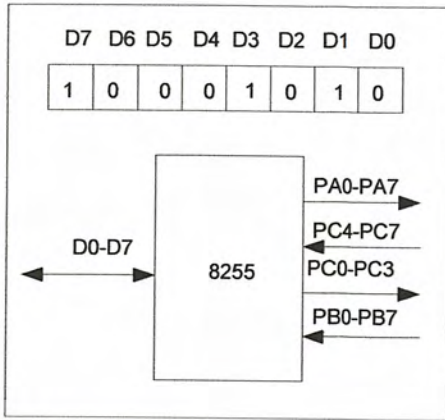
บิตที่	กลุ่ม	ความหมาย
D0	B	พอร์ท C ล่าง 1 = อินพุต 0 = เอาต์พุต
D1	B	พอร์ท B 1 = อินพุต 0 = เอาต์พุต
D2	B	เลือกโหมด 1 = โหมด 0 0 = โหมด 1
D3	A	พอร์ท C บน 1 = อินพุต 0 = เอาต์พุต
D4	A	พอร์ท A 1 = อินพุต 0 = เอาต์พุต
D5	A	เลือกโหมด 0 = โหมด 0
D6		01 = โหมด 1 1x = โหมด 2
D7		โหมดเซตแอสทึฟ 1 = แอสทึฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

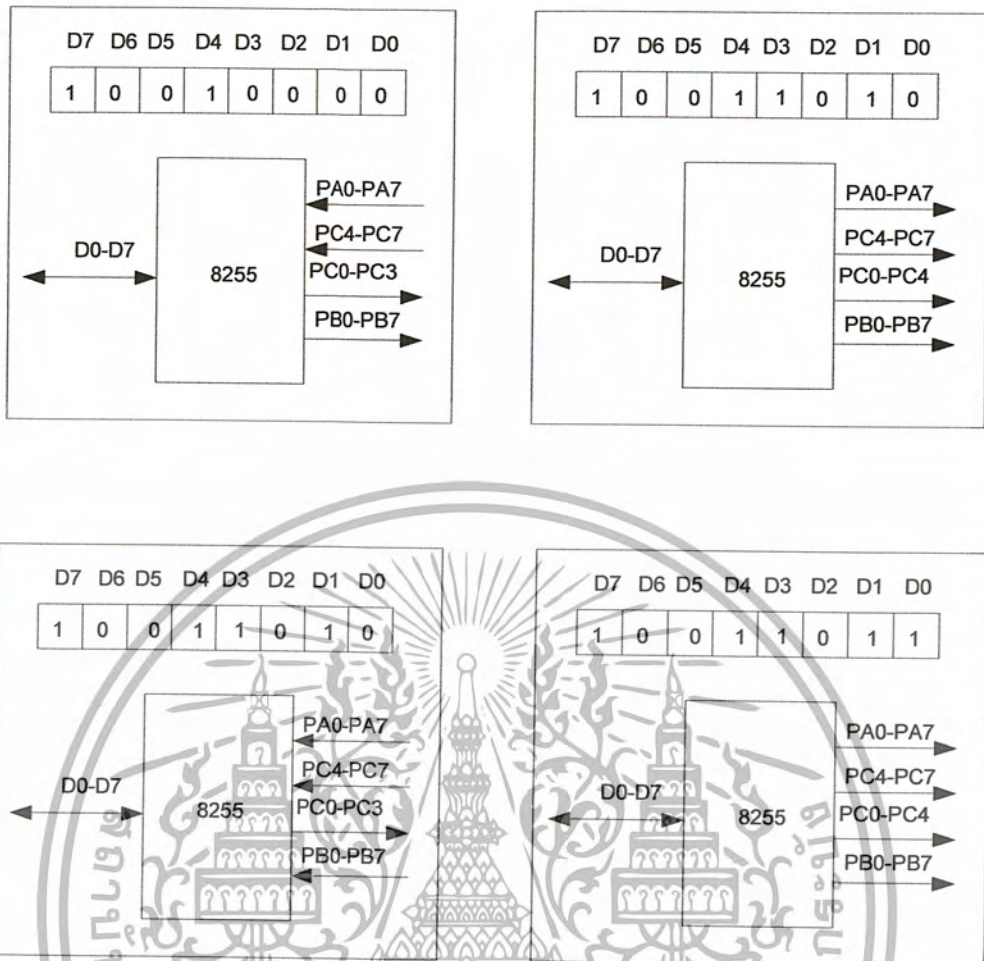
การทำงานในโหมด 0 จะเป็นการทำงานแบบอินพุตและเอาต์พุตพื้นฐาน ซึ่งจะประกอบด้วย พอร์ต 8 บิต 2 พอร์ตคือ พอร์ต A และพอร์ต B พอร์ตขนาด 4 บิต 2 พอร์ตคือ พอร์ต C บน และ พอร์ต C ล่าง ทุกๆพอร์ตสามารถโปรแกรมให้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุตได้ซึ่งมีทั้งหมด 16 รูปแบบด้วยกัน รหัสควบคุมในโหมดนี้แสดงได้ดังตารางที่ 2.4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.16 แสดงการทำงานในโหมด 0 ทั้ง 16 รูปแบบ

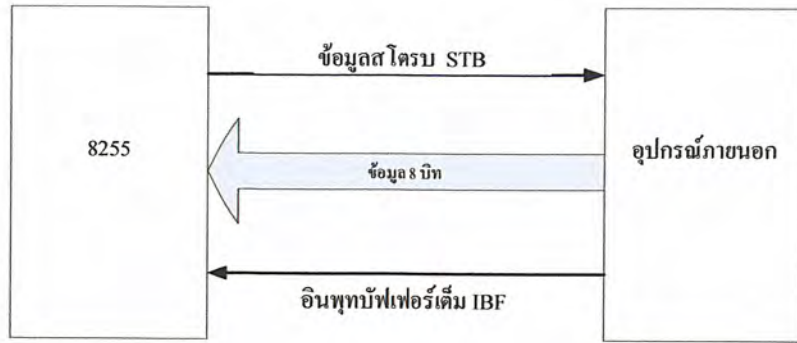
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงหน้าที่ของพอร์ตต่างๆตามรหัสควบคุม

Control Word	Port A	Port C บน	Port B	Port C ล่าง
80H	Output	Output	Output	Output
81H	Output	Output	Output	Input
82H	Output	Output	Input	Output
83H	Output	Output	Input	Input
88H	Output	Input	Output	Output
89H	Output	Input	Output	Input
8AH	Output	Input	Input	Output
8BH	Output	Input	Input	Input
90H	Input	Output	Output	Output
91H	Input	Output	Output	Input
92H	Input	Output	Input	Output
93H	Input	Output	Input	Input
98H	Input	Input	Output	Output
09H	Input	Input	Output	Input
9AH	Input	Input	Input	Output
9BH	Input	Input	Input	Input

การทำงานในโหมด 1

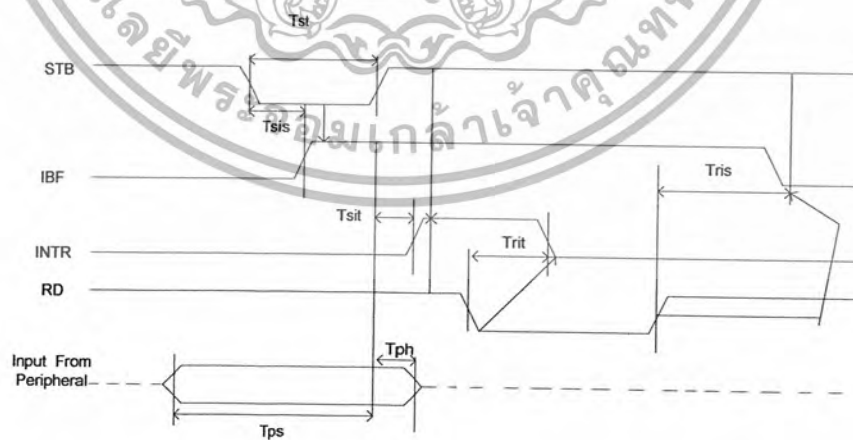
จะประกอบด้วยพอร์ตขนาด 8 บิต 2 พอร์ตคือ พอร์ต A และพอร์ต B ซึ่งสามารถโปรแกรมเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตได้ ส่วนพอร์ต 4 บิตอีก 2 พอร์ต (C-upper และ C-lower) จะใช้ทำ Handshaking ของพอร์ต A และพอร์ต B



ภาพที่ 2.17 แสดงการทำงานแบบโหมด 1 อินพุต

กรณีอินพุตโหมด 1

PC3, PC4 และ PC5 จะใช้เป็น Handshaking สำหรับพอร์ต A ส่วน PC0, PC1 และ PC2 จะใช้กับพอร์ต B ส่วน PC6 และ PC7 สามารถโปรแกรมให้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุตก็ได้โดยปกติอุปกรณ์ภายนอกจะส่งข้อมูลเข้ามาทาง PA0-PA7 (หรือ PB0-PB7) เมื่อมีสัญญาณ Active-low จากสัญญาณ Strobe STB มาที่ PC4 สำหรับพอร์ต A หรือมาที่ PC2 สำหรับพอร์ต B สัญญาณ Strobe จะอ่านข้อมูลเข้ามาทางอินพุต เมื่อข้อมูลเข้ามาเต็มอินพุตพัลส์เฟอ์เต็มจะกำเนิดสัญญาณ Active-high IBF บน PC5 สำหรับพอร์ต A หรือ PC1 สำหรับพอร์ต B ถ้า IBF เป็น "1" ไมโครคอนโทรลเลอร์จะอ่านข้อมูลจากพอร์ต A หรือ B เมื่ออ่านข้อมูลเรียบร้อยแล้วสัญญาณจะกลับเป็น "0" กรณีที่ 8255 จะบอก CPU ให้อ่านข้อมูลจากพอร์ตอาจใช้สัญญาณอินเทอร์รัพท์ไปกระตุ้น CPU ก็ได้ดังโคอะแกรมเวลาดังภาพที่ 2.18



ภาพที่ 2.18 แสดงโคอะแกรมเวลาในโหมด 1 อินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีเอาต์พุตโหมด 1

PC7,PC5 และ PC3 จะใช้เป็น Handshaking ของพอร์ท A และ PC0,PC1 และ PC2 จะใช้กับพอร์ท B ส่วน PC4 และ PC5 สามารถโปรแกรมเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตก็ได้ เมื่อ CPU เขียนข้อมูลไปที่พอร์ท A หรือพอร์ท B เมื่อเอาต์พุตเต็มแล้ว สัญญาณ OBF (PC7สำหรับพอร์ท A หรือ PC1 สำหรับพอร์ท B) จะกลายเป็น “0” เพื่อบอกอุปกรณ์ภายนอกว่ามีข้อมูลแล้ว เมื่อข้อมูลเอาต์พุตถูกส่งไปแล้ว จะมีสัญญาณตอบรับเพื่อที่จะรับข้อมูลใหม่จากอุปกรณ์ภายนอกคือ ACK (PC6 สำหรับพอร์ท A หรือ PC2 สำหรับพอร์ท B) จะแอกทีฟ Low ดังไดอะแกรมภาพที่ 2.19

การทำงานของโหมด 1 ทั้งอินพุตหรือเอาต์พุตของ 8255 จะใช้สัญญาณอินเทอร์รัพท์ไปบอก CPU ด้วยซึ่งจะเกิดขึ้นที่ขา PC0 และ PC3 สัญญาณต่างๆของ 8255 ในโหมด 1 จะแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 2.5 แสดงขาสัญญาณต่างๆในโหมด 1

ขา	กรณีที่เป็นอินพุต	กรณีที่เป็นเอาต์พุต
PC0	INTRB	INTRB
PC1	IBFB	OBF
PC2	STBB	ACKB
PC3	INTRA	INTRA
PC4	STBA	I/O
PC5	IBFA	I/O
PC6	I/O	ACKA
PC7	I/O	OBFA

การทำงานในโหมด 2

การทำงานในโหมดนี้จะใช้พอร์ท 8 บิตของพอร์ท A เป็นแบบสองทิศทางทั้งอินพุตและเอาต์พุตโดยมีพอร์ท C เป็นสัญญาณบอก Status และ Control กับพอร์ท A โดยมีการทำ Handshaking ดังเช่น โหมด 1

ตารางที่ 2.6 แสดงขาสัญญาณต่างๆในโหมด 2

พอร์ท C	ความหมาย
PC0	I/O
PC1	I/O
PC2	I/O
PC3	INTRA
PC4	STBA
PC5	IBFA
PC6	ACKA
PC7	OBFA

2.5 การเชื่อมโยง MCS-51 กับหน่วยความจำ

2.5.1 การจัดหน่วยความจำสำหรับ MCS-51

แบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

- Data Memory
- Program Memory

Data Memory

เป็นหน่วยความจำที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูล มีความจุได้ถึง 64 Kbytes เป็นหน่วยความจำประเภทอ่านและเขียนได้(RAM) สัญญาณจาก MCS-51 ที่ใช้ในการอ่านข้อมูลจาก RAM คือ RD และสัญญาณที่ใช้ในการเขียนข้อมูลลง RAM คือ WR

RAM(Random Access Memory) เป็นหน่วยความจำที่สามารถเขียนและอ่านข้อมูลได้ข้อมูลจะสูญหายทันทีขาดไฟเลี้ยง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ STATIC RAM และ DYNAMICS RAM

STATIC RAM เป็นหน่วยความจำชนิดหนึ่งที่ยั่งยืนในการนำไปใช้งานแต่ราคาจะสูงเมื่อเทียบกับ DYNAMICS RAM ซึ่งราคาถูกแต่ยุ่งยากมาคือต้องการทำ refresh หน่วยความจำตลอดเวลา

Program Memory

เป็นหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมหน่วยความจำที่อ่านข้อมูลได้อย่างเดียว สัญญาณจาก MCS-51 ที่ใช้ในการอ่าน ROM คือ PSEN

ROM(Read Only Memory) เป็นหน่วยความจำแบบถาวร เมื่อขาดไฟเลี้ยง ข้อมูลไม่เสียหายเป็นความจำชนิดอ่านข้อมูลได้อย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EPROM(Erasable Programable read-only Memory) เป็นหน่วยจำเป็นแบบถาวรชนิดหนึ่ง ซึ่งผู้ใช้นำมาโปรแกรมเองได้และสามารถ ใช้แสง UV ลบข้อมูลได้

2.5.2 การต่อ MCS-51 เข้ากับ EPROM และ RAM

การต่อใช้งานนี้เราอาจจะไม่ใช่ Decoder มาถอดรหัสตำแหน่งของหน่วยความจำก็ได้ ถ้าเราติดตั้งเพียงอย่างละตัว (Program Memory และ Data Memory) เพราะแอดเดรสของ Program Memory และ Data Memory ใช้แอดเดรสซ้อนกัน สัญญาณที่ใช้ในการอ่านข้อมูล Program Memory คือ PSEN และสัญญาณที่ใช้การอ่านจาก Data Memory คือ RD ส่วนการเขียนข้อมูลลง RAM จะใช้ WR



บทที่ 3

หลักการและทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ

3.1 ชุดวัดความยาวท่อ

จากการทำงานของตัวเข้ารหัสแบบเพิ่มค่า (Incremental Encoder) เมื่อนำมาต่อเข้ากับมอเตอร์ และจ่ายไฟให้กับเอนโคเดอร์ เอนโคเดอร์จะสร้างพัลส์ที่แปรค่าตามความเร็วรอบของมอเตอร์ที่นำมาต่อเข้าด้วยกัน โดยความถี่ของพัลส์ที่ผลิตจะมีค่าแปรผันไปตามค่าความเร็วของมอเตอร์ ยิ่งความเร็วรอบมากก็จะทำให้ตัวเอนโคเดอร์ผลิตพัลส์ที่มีความถี่มากขึ้น เราจะนำพัลส์ที่ได้จากตัวเอนโคเดอร์ไปเข้า MCS-51 เพื่อใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลให้เป็นค่าความยาวของท่อและแสดงผลต่อไป ในการควบคุมความยาวท่อจะใช้ MCS-51 เป็นตัวควบคุมมอเตอร์เพื่อให้มอเตอร์หมุนให้ได้ความยาวของท่อตามที่ต้องการจะทำการตัด

MCS-51 จะทำการประมวลผลสัญญาณที่ได้จากเอนโคเดอร์ โดยเราสามารถต่อตัวเอนโคเดอร์เข้าพอร์ต INTO ของ MCS-51 ได้โดยตรง และความละเอียดของตัวเอนโคเดอร์จะเป็นตัวแปรหนึ่งในการประมวลผลของ MCS-51

การคำนวณหาค่าแรงบิดและกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์

จากสมการ

$$T = 7.04P/S$$

ที่ กระแส 240 mA แรงดัน 20 Volt ความเร็วรอบ 6 รอบต่อวินาที

จะได้

$$P = VI$$

$$P = (240 \text{ mA})(20 \text{ Volt})$$

$$P = 4.8 \text{ Watt}$$

และ

$$T = (7.04)(4.8)/(6)$$

ได้

$$T = 5.632 \text{ ft-lb}$$

3.2 ชุดหมุนท่อ

ชุดหมุนท่อจะทำหน้าที่เป็นทั้งตัวจับและตัวหมุนท่อ โดยใช้หลักการของหัวจับดอกสว่านซึ่งสามารถปรับให้พอดีกับท่อที่ต้องการตัด โดยจะสามารถจับท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ที่สุด 14 มิลลิเมตร เมื่อนำท่อใส่ในหัวจับซึ่งหัวจับจะทำให้ถูกหมุนได้ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC MOTOR) และในการวัดมุมจะใช้เอนโคเดอร์ที่ต่อเข้ากับมอเตอร์และหัวจับซึ่งจะทำหน้าที่กำเนิดพัลส์ประมวลผลและแสดงผลต่อไป โดยการประมวลผลจะทำการแปลงจำนวนพัลส์ที่ได้จากการหมุนของมอเตอร์และหัวจับให้เป็นองศา สามารถหมุนได้ 360 องศาเพื่อให้การตัดท่อตัดได้ตามองศาที่ต้องการ เมื่อได้องศาตามที่ต้องการตัด เอนโคเดอร์จะส่งสัญญาณพัลส์ตามองศาที่ต้องการส่งให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมมอเตอร์ให้หยุดหมุน หัวจับก็จะหยุดหมุนตามตำแหน่งองศาที่ต้องการ

การคำนวณหาค่าแรงบิดและกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์

จากสมการ $T = 7.04P/S$

ที่ กระแส 240 mA แรงดัน 20 Volt ความเร็วรอบ 6 รอบต่อนาที

จะได้ $P = VI$

$P = (240 \text{ mA})(20 \text{ Volt})$

$P = 4.8 \text{ Watt}$

และ $T = (7.04)(4.8)/(6)$

ได้ $T = 5.632 \text{ ft - lb}$

3.3 ชุดตัดท่อ

เมื่อชุดวัดความยาวท่อวัดความยาวท่อได้ตามขนาดท่อที่ต้องการตัด ซึ่งในขณะเดียวกันชุดหมุนท่อก็จะทำการหมุนท่อให้ได้มุมตามที่ต้องการตัด เมื่อท่อมาถึงชุดตัดท่อก็จะทำการตัดท่อให้ได้ตามรัศมีที่มีการหมุนจากชุดหมุนท่อ ซึ่งในการตัดท่อในแต่ละครั้งจะตัดได้ตั้งแต่ 0–180 องศา(ครึ่งวงกลม) โดยชุดตัดท่อจะใช้ MCS-51 เป็นตัวคอนโทรลเลอร์ควบคุมการหมุนของมอเตอร์ให้ได้รัศมีตามที่ต้องการตัด ซึ่งจะใช้เอนโคเดอร์หมุนตามมอเตอร์และสร้างพัลส์ให้กับ MCS-51 โดยจำนวนพัลส์จะเพิ่มตามจำนวนรอบการหมุนของมอเตอร์และในขณะเดียวกันก็ใช้เอนโคเดอร์เป็นตัวเซนเซอร์หรือเป็นตัวควบคุมมุมของท่อที่ทำการตัด ก็จะส่งสัญญาณให้กับ MCS-51 สั่งให้มอเตอร์หยุดหมุน MCS-51 จะทำการควบคุมและแสดงผลไปด้วยคือ รับคำสั่งที่จะใช้ในการตัดท่อเพื่อนำไปสั่งให้มอเตอร์ทำงาน และทำการตรวจสอบโดยการรับสัญญาณจากเอนโคเดอร์เพื่อเช็คค่าให้ได้ค่าตามคำสั่งหรือไม่ ซึ่งในขณะที่ตรวจสอบอยู่นั้นก็จะทำการแสดงผลที่ทำการตัดไปด้วย

การคำนวณหาค่าแรงบิดและกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์

จากสมการ $T = 7.04P/S$

ที่ กระแส 650 mA แรงดัน 12 Volt ความเร็วรอบ 9 รอบต่อนาที

จะได้ $P = VI$

$$P = (650 \text{ mA})(12 \text{ Volt})$$

$$P = 7.8 \text{ Watt}$$

และ $T = (7.04)(7.8)/9$

ได้ $T = 6.101 \text{ ft-lb}$

บทที่ 4

การออกแบบและสร้างเครื่องตัดท่อ

4.1 กล่าวนำ

เครื่องตัดท่อที่มีการผลิตใช้ในอุตสาหกรรมปกติซึ่งเป็นเครื่องที่มีขนาดใหญ่ ใช้ระบบไฮดรอลิกส์ ในการจับท่อและตัดท่อทำให้สามารถตัดท่อขนาดใหญ่ที่มีความหนาและแข็งแรงได้ ทางคณะผู้จัดทำจึงได้จัดทำโครงงานเครื่องตัดท่อที่มีโครงสร้างขนาดเล็กที่มีลักษณะการทำงานคล้ายกับเครื่องตัดท่อขนาดใหญ่ โดยการใช้อุปกรณ์เช่นเซอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กซึ่งใช้แรงในการจับและตัดไม่มากนักและส่วนของการควบคุมจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม ซึ่งจะกล่าวถึงการออกแบบส่วนประกอบต่างๆต่อไป

4.2 โครงสร้างเครื่องตัดท่อ

ลักษณะของโครงสร้างเครื่องตัดท่อมี่ดังนี้

1. โครงสร้างทำจากเหล็กทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 2.54×2.54 เซนติเมตร และหนา 1.5 มิลลิเมตร
2. ยึดติดโดยการเชื่อมไฟฟ้า
3. ขนาดของโครงสร้าง กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร และสูง 30 เซนติเมตร



(1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



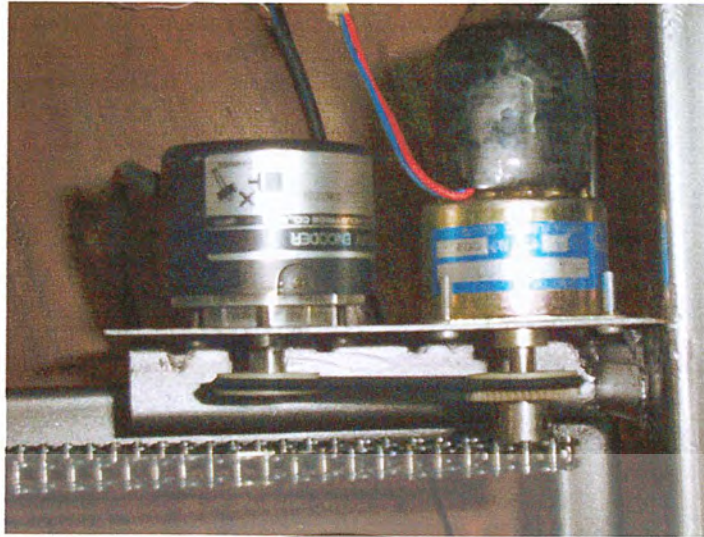
(2)

ภาพที่ 4.1 แสดงโครงสร้างของเครื่องตัดท่อ

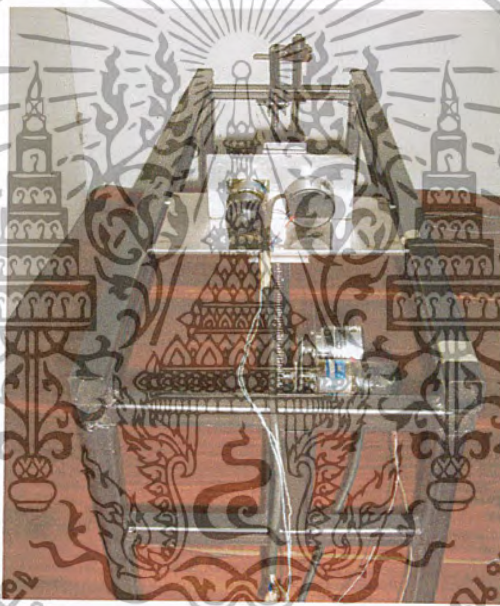
4.3 ชุดวัดความยาวท่อ

ชุดวัดความยาวท่อมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์, 300 mA, ความเร็วรอบ 6 รอบต่อนาที, มีชุดทดเฟืองภายใน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนมอเตอร์ 0.6 เซนติเมตร
2. เอนโคเดอร์ขนาด 500 พัลส์ต่อรอบ เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 เซนติเมตร
3. การเชื่อมต่อทางกลระหว่างมอเตอร์กับเอนโคเดอร์ โดยใช้สายพานยึดติดแกน
4. โข่งขนาด 10×8 มิลลิเมตร ยาว 240 เซนติเมตร
5. เฟืองที่แกนมอเตอร์ขนาด 10 ฟัน
6. เฟืองที่ด้านหัววัดท่อขนาด 22 ฟัน
7. เฟืองที่ตั้งท่อด้านล่างขนาด 24 ฟัน
8. ยึดติดกับโครงโดยเจาะแผ่นเป็นหน้าแปลนยึดมอเตอร์กับเอนโคเดอร์ แล้วยึดด้วยสกรู



(1)



(2)

ภาพที่ 4.2 แสดงลักษณะและการติดตั้งชุดวัดความยาวท่อ

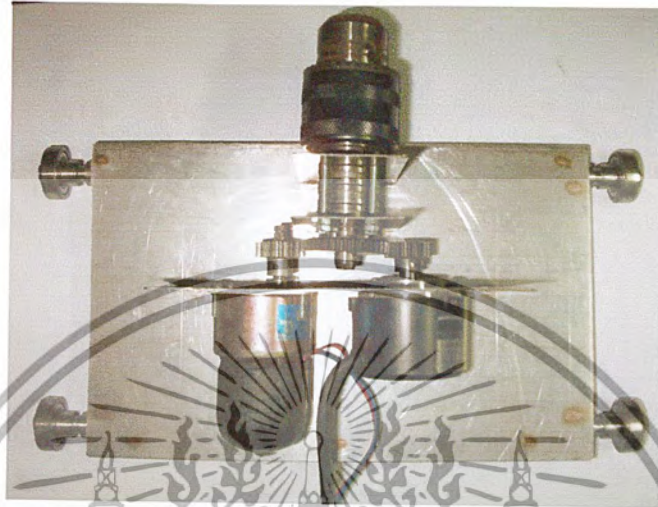
4.4 ชุดหมุนท่อ

เป็นการประกอบโครงสร้างอยู่บนล้อเลื่อนตามรางความยาว 1 เมตร ซึ่งประกอบด้วย

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดแรงดัน 24 โวลต์ กระแส 300 มิลลิแอมป์ เส้นผ่านศูนย์กลางแกนมอเตอร์ขนาด 0.6 เซนติเมตร
2. เอนโค้ดเดอร์ 500 พัลส์ต่อรอบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแกนเอนโค้ดเดอร์ 0.8 เซนติเมตร
3. หัวจับท่อเลือกใช้หัวจับดอกสว่านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 มิลลิเมตร
4. การเชื่อมต่อทางกลระหว่างมอเตอร์ หัวจับท่อ และเอนโค้ดเดอร์โดยการใช้เฟือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เฟืองแกนหัวจับท่อนขนาด 38 ฟัน
6. เฟืองแกนมอเตอร์ขนาด 20 ฟัน
7. เฟืองแกนเอนโค้ดเดอร์ 19 ฟัน
8. โครงหน้าแปลนยึดมอเตอร์กับเอนโค้ดเดอร์ ทำจากแผ่นสแตนเลสหนา 1 มิลลิเมตร



(2)

ภาพที่ 4.3 แสดงลักษณะและการติดตั้งชุดหมุนท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ชุดตัดท่อ

ประกอบด้วยหัวตัดท่อซึ่งเป็นทองเหลืองกลึงและเหล็กกลึงเป็นอุปกรณ์จับรีดท่อตามแนวรัศมีของท่อโดยใช้มอเตอร์เป็นตัวต้นกำลัง

ส่วนประกอบของชุดตัดท่อ

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดแรงดัน 12 โวลท์ กระแส 650 มิลลแอมป์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแกนมอเตอร์ 0.8 เซนติเมตร ความเร็วรอบ 9 รอบต่อนาที
2. เอนโค้ดเดอร์ 500 พัลส์ต่อรอบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแกนเอนโค้ดเดอร์ 0.8 เซนติเมตร
3. หัวตัดท่อทองเหลืองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ลึก 10 มิลลิเมตร
4. ตัวรีดท่อทำจากเหล็ก
5. แกนหัวตัดทำจากสแตนเลสยาว 27 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.8 มิลลิเมตร
6. เชื่อมต่อแรงจากแกนมอเตอร์ไปแกนหัวตัดด้วยเฟือง
7. การเชื่อมต่อเอนโค้ดเดอร์กับเอนโค้ดเดอร์ด้วยสายพาน
8. เฟืองที่แกนมอเตอร์ขนาด 22 ฟัน
9. เฟืองที่หัวตัดขนาด 42 ฟัน
10. อัตราทดแรงขนาด 1.8



ภาพที่ 4.4 แสดงลักษณะและการติดตั้งชุดตัดท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ชุดควบคุมและแสดงผล

ในเครื่องตัดท่อจะมีการใช้ชุดแสดงผลทั้งหมด 3 ส่วนคือ ชุดวัดความยาวท่อ ชุดหมุนท่อ และชุดตัดท่อ ดังนั้นการแสดงผลของชุดตัดท่อจะใช้ 7-segmet จำนวน 3 ชุด ชุดละ 5 หลักและยังมีหลอดแสดงสภาวะการทำงานของแต่ละส่วนทั้ง 3 ส่วน โดยใช้หลอด LED จำนวน 6 หลอด

ในการควบคุมและประมวลผลจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เนื่องจากการใช้ MCS-51 ทำหน้าที่ในการควบคุมและประมวลผลไปภายในตัว จึงอาจทำให้เกิดการหน่วงเวลาหรือแสดงผลไม่ทันจึงมีการนำไอซีเบอร์ 8255 มาขยายพอร์ตเพื่อทำการแยกกันระหว่างการประมวลผลและการแสดงผลของไมโครคอนโทรลเลอร์ IC 8255 ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 การขยายพอร์ตจะใช้ I^2C ในการเชื่อมพอร์ต

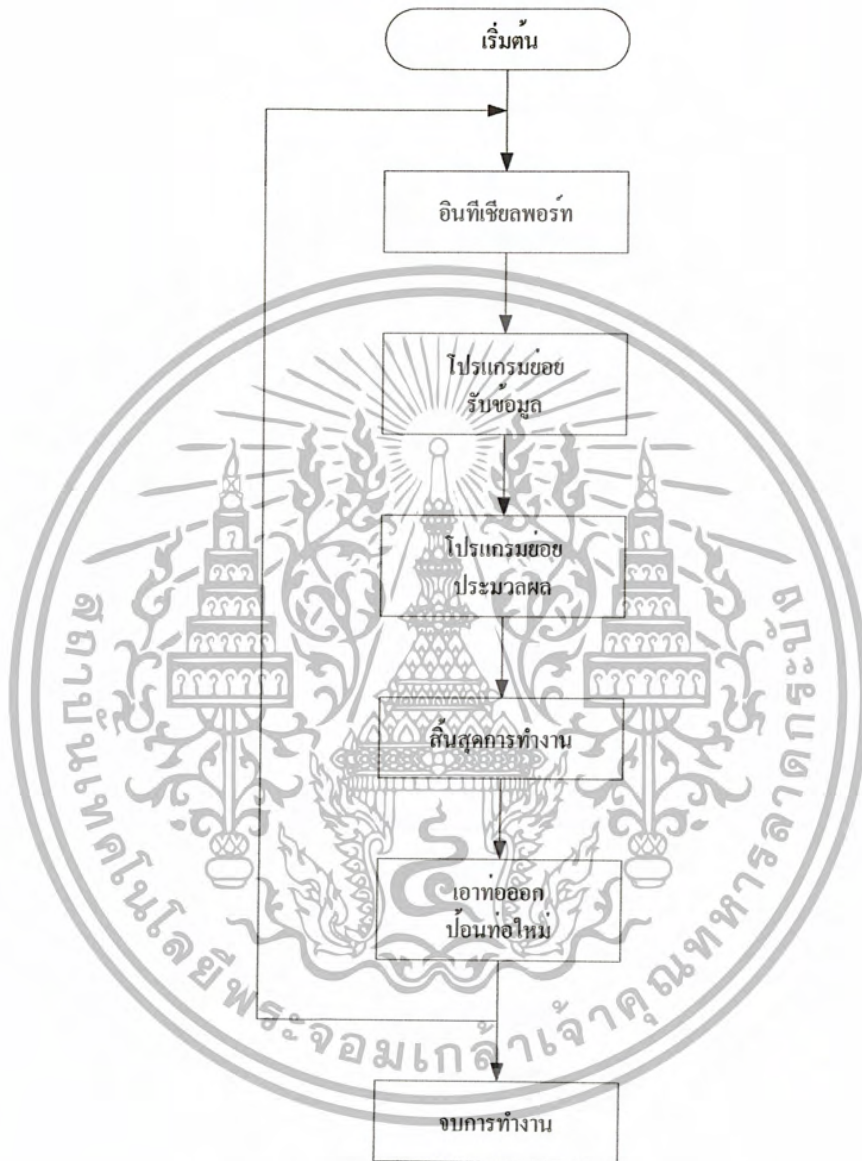
การประมวลผลของเครื่องตัดท่อนั้นจะมีหลักการคล้ายๆกันทั้ง 3 ส่วน คือเมื่อได้รับสัญญาณพัลส์จากเอนโคเดอร์แล้วจะทำการเปรียบเทียบกับค่า Set Point จากนั้นจะทำการแสดงผล เมื่อได้ค่าตามค่าเป้าหมายแล้วก็จะมีการสั่งการให้มอเตอร์ทำงาน



ภาพที่ 4.5 แสดงชุดประมวลผลแสดงผล

4.7 การออกแบบโปรแกรม

4.7.1 การออกแบบโปรแกรมการทำงานของเครื่องตัดท่อ



ภาพที่ 4.6 Flow chart แสดงการทำงานของเครื่องตัดท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

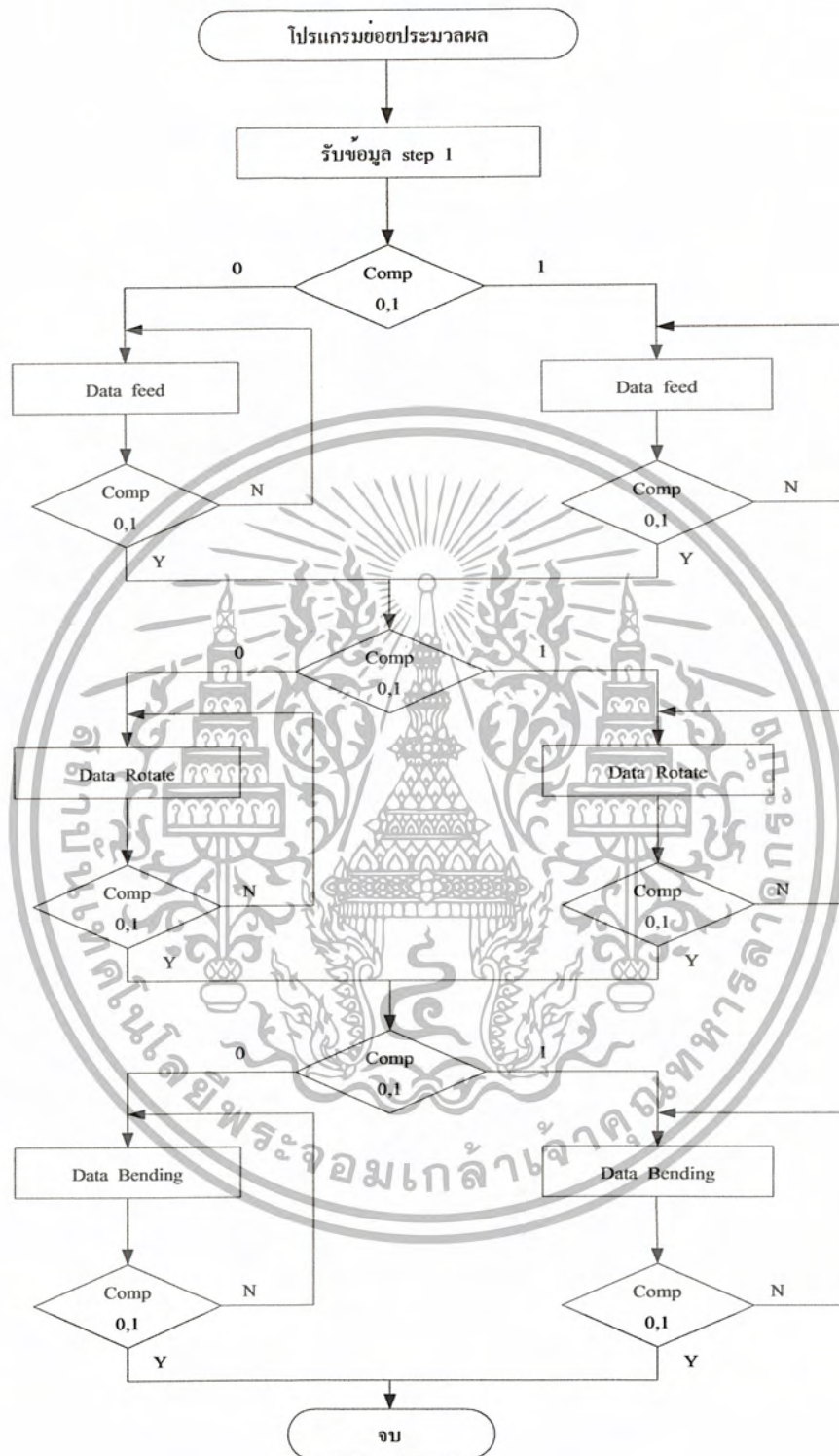
4.7.2 การออกแบบโปรแกรมย่อยรับข้อมูล



ภาพที่ 4.7 Flow chart แสดงโปรแกรมย่อยรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.3 การออกแบบโปรแกรมย่อยประมวลผล



ภาพที่ 4.8 Flow chart แสดงโปรแกรมย่อยประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

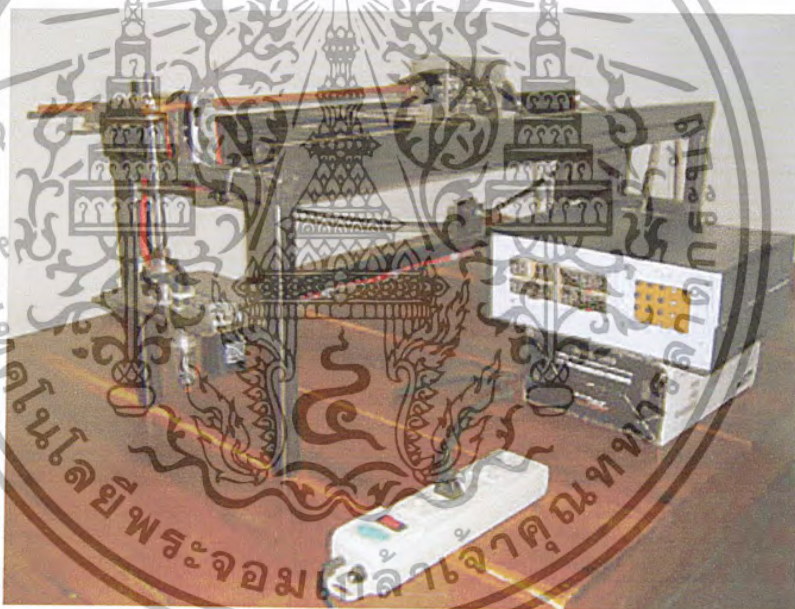
บทที่ 5

ผลการทดสอบ

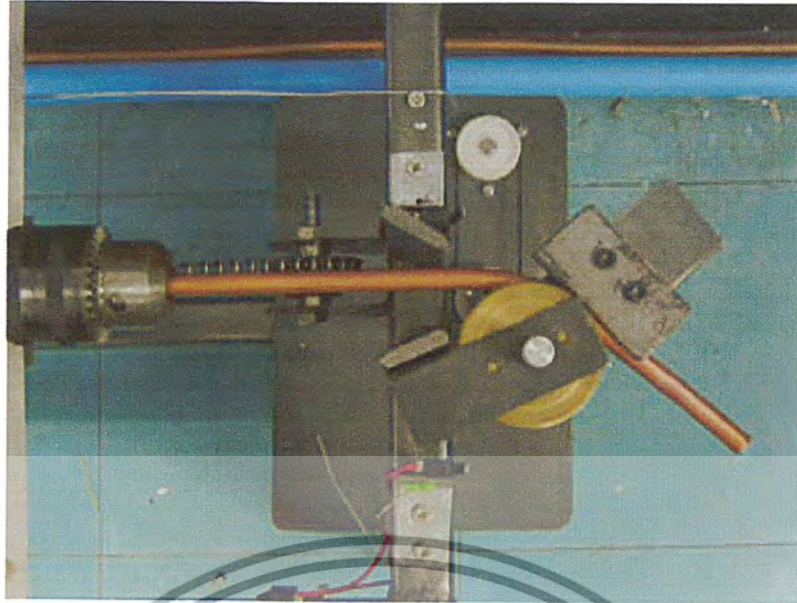
5.1 กล่าวนำ

ในส่วนของการทดสอบนั้นเป็นการทดสอบในแต่ละส่วนของเครื่องดัดท่อ (Pipe Bending Machine) นั่นคือ ชุดวัดความยาวท่อ ชุดหมุนท่อ และชุดดัดท่อเพื่อทำงานร่วมกับชุดประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยการทดสอบจะป้อนค่าต่างๆที่ต้องการให้กับชุดรับข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ก็จะทำการประมวลผลและดำเนินการตามโปรแกรมจนสิ้นสุดโปรแกรม ชุดแสดงผลจะแสดงผลการทดสอบและตรวจวัดความถูกต้องในการทำงานของส่วนต่างๆของเครื่องดัดท่อ

ท่อที่ใช้ในการทดสอบเป็นท่อทองแดง ขนาด 3/8 นิ้ว



ภาพที่ 5.1 แสดงเครื่องดัดท่อ



ภาพที่ 5.2 แสดงภาพขณะตัดท่อ

5.2 ผลการทดสอบการวัดความยาวท่อ

ในส่วนของการวัดความยาวท่อของเครื่องตัดท่อนั้นจะทดสอบโดยการตั้งค่าในโปรแกรมให้ทำการป้อนท่อที่ความยาวต่างๆ จากนั้นทำการเปรียบเทียบกับค่าที่ส่งให้ชุดป้อนท่อจากการทดสอบได้ผลดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงผลการทดสอบการวัดความยาวท่อที่ค่าต่างๆ

ครั้งที่	ความยาวท่อที่ต้องการวัด (มิลลิเมตร)	ความยาวท่อที่วัดได้ (เซนติเมตร)
1	0	0
2	100	99
3	200	197
4	300	297
5	400	398
6	500	497
7	600	598
8	700	698
9	750	747

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ผลการทดสอบการหมุนท่อ

ในส่วนชุดหมุนท่อของเครื่องตัดท่อจะทดสอบ โดยการตั้งค่าใน โปรแกรมให้แปลงจำนวนพัลส์ของเอนโคเดอร์เป็นองศา โดยการให้หมุนท่อจากนั้นวัดมุมที่ท่อหมุนไปเพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้ในโปรแกรม

จากการทดสอบได้ผลดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการทดสอบการหมุนท่อที่มุมต่างๆ

ครั้งที่	มุมที่ต้องการหมุนท่อ (องศา)	มุมที่เครื่องหมุนท่อได้ (องศา)
1	0	0
2	30	28
3	45	47
4	60	61
5	90	92
6	180	180
7	270	273
8	360	358

5.4 ผลการทดสอบการตัดต่อ

ในส่วนชุดตัดต่อของเครื่องตัดต่อทำการทดสอบโดยการให้เครื่องตัดต่อตัดต่อตามค่าที่ตั้งไว้ในโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมจะทำการแปลงจำนวนพัลส์ของเอนโคเดอร์เป็นมุม (องศา) จากนั้นถอดต่อที่ตัดออกมาเพื่อวัดมุม เปรียบเทียบกับมุมที่ตั้งค่าในโปรแกรม

จากการทดสอบได้ผลดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 แสดงผลการทดสอบการตัดต่อที่ค่ามุมต่างๆ

ครั้งที่	มุมที่ต้องการตัดต่อ (องศา)	มุมที่เครื่องตัดต่อได้ (องศา)
1	0	0
2	30	33
3	45	47
4	60	62
5	90	92
6	180	183

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

จากการศึกษาและดำเนินการการจัดทำโครงการเครื่องตัดท่อ ซึ่งทำให้สามารถเรียนรู้และประยุกต์ใช้อุปกรณ์เช่นเซอร์คือเอน โคคเตอร์ ออกแบบเครื่องตัดท่อจนสามารถที่จะตัดท่อจริงจากการทดสอบการตัดท่อซึ่งสามารถตัดท่อ ได้ทั้ง 3 แกน ซึ่งก็สามารถทำได้ตรงตามวัตถุประสงค์แต่ในการทำโครงการครั้งนี้มีข้อติดขัดอยู่บ้างในบางกรณี ในการตัดท่อจะเกิดการบุบ เสียรูปทรง อันเนื่องมาจากการถูกบีบจากตัวรีดท่อแข็งไม่เข้าจังหวะกับหัวคัต และปัญหาในการใส่ท่อ จับท่อ และการนำท่อออก เพราะว่าตัวรีดท่อยังคงจับท่ออยู่

6.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

ในที่นี้ข้อเสนอแนะในการที่จะนำไปพัฒนาไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็กคือ ต้องเพิ่มความแข็งแรงของโครงสร้าง และแก้ไขหัวจับท่อให้สะดวกต่อการป้อนท่อ นำท่อเข้า และนำท่อออกได้ง่ายขึ้นกว่าเดิม และเพิ่มความยาวในการตัดท่อให้เหมาะสมกับงานต่อไป และถ้าหากใช้ในงานที่ซับซ้อนอาจเปลี่ยนอุปกรณ์ประมวลผลเป็น PLC ในการสั่งงานและควบคุมสามารถทำการสั่งจากคอมพิวเตอร์ได้

บรรณานุกรม

- [1]. มงคล ทองสงคราม, **เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง**, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ, บริษัท รามาการพิมพ์
- [2]. ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, **เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51**, บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กพอร์เมนท์ จำกัด, กรุงเทพฯ
- [3]. ผศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล, **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์**, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- [4]. ผศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล, **การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี**, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., พฤษภาคม 2545
- [5]. ประภาพร ช่างไม้, **คู่มือการเขียนโปรแกรมภาษาซี**, IDC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมคำสั่งเครื่องตัดท่อ

```
// programmer
// jarunee kewmetta
// chonrayut somalee
// benchaphon deeying
#include<reg52.h>
#include<absacc.h>
#include<intrins.h>
#include<string.h>
#define PORT_A1 XBYTE [0xFA00] // 8255#1
#define PORT_B1 XBYTE [0xFA01]
#define PORT_C1 XBYTE [0xFA02]
#define PORT_A2 XBYTE [0xFB00] //8255#2
#define PORT_B2 XBYTE [0xFB01]
#define PORT_C2 XBYTE [0xFB02]
#define port_CON1 XBYTE [0xFA03] //control 8255#1
#define port_CON2 XBYTE [0xFB03] //control 8255#2
void ledshow1(int b,int c);
void ledshow2(int b,int c);
void ledshow3(int b,int c);
void ledshow4(int b,int c);
void ledshow5(int b,int c);
void motor1_run(void);
void motor2_run(void);
void motor3_run(void);
void motor1_1run(void);
void motor2_1run(void);
void motor3_1run(void);
void motor_stop_all(void);
void setplay(void);
void pre_feed(unsigned char con0,unsigned char con1,unsigned long a,unsigned char b);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

void pre_bender(unsigned char con0,unsigned char con1,unsigned long a,unsigned char b);
void pre_rotates(unsigned char con0,unsigned char con1,unsigned long a,unsigned char b);
void prepa0(unsigned char con0,unsigned char con1, unsigned long num0, unsigned long num1,
unsigned long num2);
void prepa2(unsigned char col , unsigned long num);
void prepa3(unsigned char con1,unsigned char con2 ,unsigned char con3,unsigned long con4 );
void feed_f(unsigned char c0,unsigned char c1,unsigned long f );
void bender_f(unsigned char c0,unsigned char c1,unsigned long f );
void rotates_f (unsigned char c0,unsigned char c1,unsigned long f );
void feed_r(unsigned char c0,unsigned char c1,unsigned long r );
void bender_r(unsigned char c0,unsigned char c1,unsigned long r );
void rotates_r(unsigned char c0,unsigned char c1,unsigned long r );
void delay1(void);
void time(int);
void time1(void);
void time2(void);
unsigned long getkey(void);
unsigned long set(unsigned char i, unsigned char j,unsigned char ce);
unsigned long count(unsigned char c0 , unsigned char c1,unsigned char c2,unsigned long c3);
sbit encoder1 = P3^0; // for feed
sbit encoder2 = P3^1; // for bending
sbit encoder3 = P3^2; // for rotate
sbit setzero = P3^3;
sbit protece = P2^7;
struct pipe{
    unsigned long feed;
    unsigned long bending;
    unsigned long rotate;
    unsigned char sign;
};
struct pipe xdata pipe[2][2]; // 5 pipe ,5 step
void main(void)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
unsigned long feed3,bending3,rotate3,feed4;
unsigned char sign5;
unsigned char i,j,count;
port_CON1 = 128;//8255#1 port a is output , port b is output , port c is output
port_CON2 = 128;//8255#2 port a is output , port b is output , port c is output
PORT_A1 = 255;
PORT_B1 = 255;
PORT_C1 = 255;
PORT_A2 = 255;
PORT_B2 = 255;
PORT_C2 = 255;
time1();
encoder1 = 0 ; // feed
encoder2 = 0 ; // rotates
encoder3 = 0 ; // bending
setzero = 1;
protece = 1;
TMOD = 38;
EA = 1;
TH0 = 0;
TL0 = 0;
ET0 = 0;
i= 0;
j = 0;
count = 0;
setplay();
while(1){
a2:for(i=0;i<=2;i++){
for(j=0;j<=2;j++){
pipe[i][j].feed = 0;
pipe[i][j].bending = 0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

pipe[i][j].rotate = 0;
pipe[i][j].sign = 0;
}
setplay();
}
i = 0;
j = 0;
setplay();
while(1){
    for(i=0;i<=2;i++){
        prepa0(i,j,pipe[i][j].feed,pipe[i][j].bending,pipe[i][j].rotate);
        for(j=0;j<=2;j++){
            // label AAA
            prepa0(i,j,pipe[i][j].feed,pipe[i][j].bending,pipe[i][j].rotate);
            while(1){
                if(getkey()==10){//press A
                    while(1){
                        if(getkey()==14){ //press E
                            count= count+1;
                            if(count==4)
                                count=1;
                        }
                    }
                    if(count==1){
                        PORT_A1 = 254;//port_b.1
                        if(getkey()==15){//press F
                            pipe[i][j].feed = 0;
                            pipe[i][j].feed = set(i,j,2);
                            while(1){
                                prepa0(i,j,pipe[i][j].feed,pipe[i][j].bending,pipe[i][j].rotate);
                                if(getkey()==15) //press F
                                    goto b0;
                            }
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

b0: prepa0(i,j,pipe[i][j].feed,pipe[i][j].bending,pipe[i][j].rotate);
    }
    if(count==2){
    PORT_A1 = 251;//port_b.2
    if(getkey()==15){
    pipe[i][j].bending = 0;
    pipe[i][j].bending = set(i,j,3);
    while(1){
    prepa0(i,j,pipe[i][j].feed,pipe[i][j].bending,pipe[i][j].rotate);
    if(getkey()==15) //press F
    goto b1;
    }
    }
b1: prepa0(i,j,pipe[i][j].feed,pipe[i][j].bending,pipe[i][j].rotate);
    }
    if(count==3){
    PORT_A1 = 239;//port_b.3
    if(getkey()==15){ //press F
    pipe[i][j].rotate = 0;
    pipe[i][j].rotate = set(i,j,4);
    while(1){
    if(getkey()==12) //press C ( for forward)
    pipe[i][j].sign = 1;
    if(getkey()==13) //press D ( for reward)
    pipe[i][j].sign = 0;
    prepa0(i,j,pipe[i][j].feed,pipe[i][j].bending,pipe[i][j].rotate);
    if(getkey()==15) //press F
    goto b2;
    }
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

b2: prepa0(i,j,pipe[i][j].feed,pipe[i][j].bending,pipe[i][j].rotate);
}

switch (count){
case 1: prepa2(2,pipe[i][j].feed); break;
case 2: prepa2(4,pipe[i][j].rotate);break;
case 3: prepa2(3,pipe[i][j].bending);break;
default: setplay();
}

if(getkey()==11) //press B
goto c0;
}
prepa0(i,j,pipe[i][j].feed,pipe[i][j].bending,pipe[i][j].rotate);
c0: time2();
if(getkey()==13)
goto c1;
}
prepa0(i,j,pipe[i][j].feed,pipe[i][j].bending,pipe[i][j].rotate);
c1: if(getkey()==13)
goto c2;
}
c2: time2();
} // label AAA
}
goto c3;
}

feed4 = 0;
a3: while(1){
c3: for(i=0;i<=2;i++){
prepa0(i,j,pipe[i][j].feed,pipe[i][j].bending,pipe[i][j].rotate);
for(j=0;j<=2;j++){
prepa0(i,j,pipe[i][j].feed,pipe[i][j].bending,pipe[i][j].rotate);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

feed3 = pipe[i][j].feed ;
bending3 = pipe[i][j].bending ;
rotate3 = pipe[i][j].rotate ;
feed4 = feed4+feed3;
sign5 = pipe[i][j].sign;
pre_feed(i,j,pipe[i][j].feed,1);
pre_bender(i,j,pipe[i][j].bending,1);
pre_rotates(i,j,pipe[i][j].rotate,sign5);

if(j==2){
while(1){
if(getkey()==14){ //press E
pre_feed(i,j,feed4,0);
goto e1;
}
}
}
e1: timef();
} //end j loop
feed4 = 0;
if(i==2)
while(1){
if(getkey()==14) //press E
goto a1;
}
} // end i loop
}

a1: while(1){
if(getkey()==15) // for enter new data and chang new pipes
goto a2;
if(getkey()==14) // for enter old data and chang new pipes
goto a3;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }

    } // end while loop(main loop)
} // end main program

void delay1(void)
{
    unsigned char aa;
    for (aa=0;aa<=250;aa++){
    }
}

void time(int time0)
{
    int time1;
    for(time1=0;time1<=time0;time1++){
    {
        TH1 = 0x4C;
        TL1 = 0x00;
        TF1 = 0;
        TR1 = 1;
        while(TF1==0);
        TR1 = 0;
    }
}

void time1(void)
{
    time(600);
}

void time2(void)
{
    time(150);
}

unsigned long getkey(void)
{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

unsigned char keycode[16] = {0x7d,0xee,0xed,0xeb,
                             0xde,0xdd,0xdb,0xbe,
                             0xbd,0xbb,0xe7,0xd7,
                             0xb7,0x77,0x7e,0x7b};

```

```

unsigned char i,j,k,a,x;

```

```

k = 0xef;

```

```

for(i=0;i<=3;i++)

```

```

{

```

```

a = k|0xf;

```

```

P1 = a;

```

```

x = P1;

```

```

x = x & 0xf;

```

```

if(x!=0xf)

```

```

{

```

```

time2();

```

```

a=k&0xf0;

```

```

x =x|a;

```

```

for(j=0;j<=15;j++)

```

```

if(x==keycode[j])

```

```

return(j);

```

```

}

```

```

k=k<<1;

```

```

}

```

```

return(0xff);

```

```

}

```

```

unsigned long set(unsigned char ce0, unsigned char ce1, unsigned char ce2)

```

```

{

```

```

unsigned long num;

```

```

unsigned char s;

```

```

num = 0;

```

```

while(1){

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

s = getkey();
if((s==0)|(s==1)|(s==2)|(s==3)|(s==4)|(s==5)|(s==6)|(s==7)|(s==8)|(s==9)){
num = 10*num+s;
}
switch(ce2){
case 2:prepa3(ce0,ce1,2,num);break;
case 3:prepa3(ce0,ce1,3,num);break;
case 4:prepa3(ce0,ce1,4,num);break;
}
if(getkey()==10){
time2();
goto s0;
}
if(getkey()==15)
num=0;
}
s0: return(num);
}
void ledshow1(int b,int c)
{
switch(b){
case 0:
PORT_B1 = c;
PORT_C1= 15;
delay1();
break;
case 1:
PORT_B1 = c;
PORT_C1 = 31;
delay1();
break;
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}
void ledshow2(int b,int c)
{
switch(b){
case 0:
PORT_B1 = c;
PORT_C1 = 47;
delay1();
break;
case 1:
PORT_B1 = c;
PORT_C1 = 63;
delay1();
break;
}
}
void ledshow3(int b,int c)//show feed
{
switch(b){
case 0:
PORT_B1 = c;
PORT_C1 = 79;
delay1();
break;
case 1:
PORT_B1 = c;
PORT_C1 = 250;
delay1();
break;
case 2:
PORT_B1 = c;
PORT_C1 = 251;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

delay10);
break;
case 3:
PORT_B1 = c;
PORT_C1 = 252;
delay10);
break;
case 4:
PORT_B1 = c;
PORT_C1 = 253;
delay10);
break;
}
}
void ledshow4(int b,int c)//show rotates
{
switch(b){
case 0:
PORT_B1 = c;
PORT_C1 = 249;
delay10);
break;
case 1:
PORT_B1 = c;
PORT_C1 = 248;
delay10);
break;
case 2:
PORT_B1 = c;
PORT_C1 = 247;
delay10);
break;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

case 3:
PORT_B1 = c;
PORT_C1 = 246;
delay1();
break;
case 4:
PORT_B1 = c;
PORT_C1 = 245;
delay1();
break;
}
}
void ledshow5(int b,int c)//show bending
{
switch(b){
case 0:
PORT_B1 = c;
PORT_C1 = 244;
delay1();
break;
case 1:
PORT_B1 = c;
PORT_C1 = 243;
delay1();
break;
case 2:
PORT_B1 = c;
PORT_C1 = 242;
delay1();
break;
case 3:
PORT_B1 = c;

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

PORT_C1 = 241;
delay1();
break;
case 4:
PORT_B1 = c;
PORT_C1 = 240;
delay1();
break;
}
}
void prepa2(unsigned char col , unsigned long num)
{
unsigned int i;
unsigned int temp;
unsigned char dis[5];
unsigned char disp[] = {0xbf,0x86,0xdb,0xcf,0xe6,0xed,0xfd,0x87,0xff,0xef};
dis[4] = disp[num/10000];
temp = num%10000;
dis[3] = disp[temp/1000];
temp = temp%1000;
dis[2] = disp[temp/100];
temp = temp%100;
dis[1] = disp[temp/10];
dis[0] = disp[temp%10];
switch(col){
case 0://number
for(i=0;i<=1;i++)
ledshow1(i,dis[i]);
break;
case 1://step
for(i=0;i<=1;i++)
ledshow2(i,dis[i]);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

break;

case 2://feed
for(i=0;i<=4;i++)
ledshow3(i,dis[i]);
break;

case 3://rotates
for(i=0;i<=4;i++)
ledshow4(i,dis[i]);
break;

case 4://bending
for(i=0;i<=4;i++)
ledshow5(i,dis[i]);
break;
}
}
void motor1_run(void) // MOTOR1 (PORT_B1.0)
{
// MOTOR2 (PORT_B1.1)
// MOTOR3 (PORT_B1.2)
PORT_B2 = 254; // MOTOR1_1 (PORT_B1.3)
// MOTOR2_1 (PORT_B1.4)
// MOTOR3_2 (PORT_B1.5)
}
void motor2_run(void)
{
PORT_B2 = 253;
}
void motor3_run(void)
{
PORT_B2 = 251;
}
void motor1_1run(void)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{

PORT_B2 = 247;
}
void motor2_1run(void)
{
PORT_B2 = 239;
}
void motor3_1run(void)
{
PORT_B2 = 223;
}
void motor_stop_all(void)
{
PORT_B2 = 255;
}
void pre_feed(unsigned char con0,unsigned char con1,unsigned long a,unsigned char b)
{
if(a!=0){
if(b==1)
feed_f(con0,con1,a);
else feed_r(con0,con1,a);
}
}
void pre_bender(unsigned char con0,unsigned char con1,unsigned long a,unsigned char b)
{
if(a!=0){
if(b==1)
bender_f(con0,con1,a);
bender_r(con0,con1,a);
}
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

void pre_rotates(unsigned char con0,unsigned char con1,unsigned long a,unsigned char b)
{
  if(a!=0){
    if(b==1)
      rotates_f(con0,con1,a);
    else rotates_r(con0,con1,a);
  }
}

```

```

void feed_f(unsigned char c0,unsigned char c1,unsigned long f)

```

```

{
  unsigned long sent1;
  unsigned char i;

  sent1 = 0;
  encoder1 = 1 ;
  encoder2 = 0 ;
  encoder3 = 0 ;

  protece = 1;
  for(i=0;i<=40;i++)
    sent1 = count(c0,c1,2,sent1);
  motor1_run();
  PORT_A1 = 253;
  while(sent1<f){
    sent1 = count(c0,c1,2,sent1);
    PORT_A1 = 253;
  }

  motor_stop_all();
  for(i=0;i<=5;i++)          // delay time
    sent1 = count(c0,c1,2,sent1);
  PORT_C2 = 254;           //break motor1
  for(i=0;i<=150;i++)
    sent1 = count(c0,c1,2,sent1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

sent1 = count(c0,c1,0,sent1);
PORT_C2 = 255;          //cancel break motor
encoder1 = 0 ;
encoder2 = 0 ;
encoder3 = 0 ;
}

void bender_f(unsigned char c0,unsigned char c1,unsigned long f)
{
unsigned long sent2;
unsigned char i;

sent2 = 0;
encoder1 = 0 ;
encoder2 = 1 ;
encoder3 = 0 ;
for(i=0;i<=40;i++)
sent2 = count(c0,c1,4,sent2);
motor2_run();
while(sent2<f){
sent2= count(c0,c1,4,sent2);
PORT_A1 = 247;
}
motor_stop_all();
for(i=0;i<=5;i++)      // delay time
sent2 = count(c0,c1,4,sent2);
PORT_C2 = 253;        //break motor2
for(i=0;i<=150;i++)
sent2 = count(c0,c1,4,sent2);
sent2 = count(c0,c1,0,sent2);
PORT_C2 = 255;        //cancel break motor
encoder1 = 0 ;
encoder2 = 0 ;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    encoder3 = 0 ;
}
void rotates_f(unsigned char c0,unsigned char c1,unsigned long f)
{
    unsigned long sent3;
    unsigned char i;
    sent3 = 0;
    encoder1 = 0 ;
    encoder2 = 0 ;
    encoder3 = 1 ;
    for(i=0;i<=40;i++)
        sent3 = count(c0,c1,3,sent3);
    motor3_run();
    while(sent3<f){
        sent3= count(c0,c1,3,sent3);
        PORT_A1 = 223;
    }
    motor_stop_all();
    for(i=0;i<=5;i++) //delay time
        sent3 = count(c0,c1,3,sent3);
    PORT_C2 = 251; //break motor3
    for(i=0;i<=150;i++)
        sent3 = count(c0,c1,3,sent3);
    sent3 = count(c0,c1,0,sent3);
    PORT_C2 = 255; //cancel break motor
    encoder1 = 0 ;
    encoder2 = 0 ;
    encoder3 = 0 ;
}
void feed_r(unsigned char c0,unsigned char c1,unsigned long r)
{
    unsigned long sent4;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

unsigned char i;

    sent4 = 0;

    encoder1 = 1 ;

    encoder2 = 0 ;

    encoder3 = 0 ;

    PORT_A1 = 254;
for(i=0;i<=40;i++)

    sent4 = count(c0,c1,2,sent4);

    motor1_1run();
while(sent4<r){

    sent4= count(c0,c1,2,sent4);
    PORT_A1 = 254;
    }
    motor_stop_all();
for(i=0;i<=5;i++) // delay time
    sent4 = count(c0,c1,2,sent4);
    PORT_C2 = 254; //break motor1
for(i=0;i<=150;i++)
    sent4 = count(c0,c1,2,sent4);
    sent4 = count(c0,c1,0,sent4);
    PORT_C2 = 255; //cancel break motor
    encoder1 = 0 ;

    encoder2 = 0 ;

    encoder3 = 0 ;

}

void bender_r(unsigned char c0,unsigned char c1,unsigned long r)
{
    unsigned long sent5;
    unsigned char i;

    sent5 = 0;

    encoder1 = 0 ;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

encoder2 = 1 ;
encoder3 = 0 ;
for(i=0;i<=40;i++)
sent5 = count(c0,c1,4,sent5);
motor2_1run();
while(sent5<r){
sent5= count(c0,c1,4,sent5);
PORT_A1 = 247;
if(setzero == 0)
goto z0;
}
z0: motor_stop_all();
setzero = 1;
for(i=0;i<=5;i++) // delay time
sent5 = count(c0,c1,4,sent5);
PORT_C2 = 253; //break motor2
for(i=0;i<=150;i++)
sent5 = count(c0,c1,4,sent5);
sent5 = count(c0,c1,0,sent5);
PORT_C2 = 255; //cancel break motor
encoder1 = 0 ;
encoder2 = 0 ;
encoder3 = 0 ;
}
void rotates_r(unsigned char c0,unsigned char c1,unsigned long r)
{
unsigned long sent6;
unsigned char i;
sent6 = 0;
encoder1 = 0 ;
encoder2 = 0 ;
encoder3 = 1 ;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for(i=0;i<=40;i++)
sent6 = count(c0,c1,3,sent6);
motor3_1run();
while(sent6<r){
sent6= count(c0,c1,3,sent6);
PORT_A1 = 223;
}
motor_stop_all();
for(i=0;i<=5;i++) // delay time
sent6 = count(c0,c1,3,sent6);
PORT_C2 = 251; //break motor3
for(i=0;i<=130;i++)
sent6 = count(c0,c1,3,sent6);
sent6 = count(c0,c1,0,sent6);
PORT_C2 = 255; //cancel break motor
encoder1 = 0;
encoder2 = 0;
encoder3 = 0;
}
unsigned long count(unsigned char c0 , unsigned char c1, unsigned char c2, unsigned long c3)
{
unsigned long p;
p = c3;
TH0 = 0;
TL0 = 0;
if((c2==2)|(c2==3)|(c2==4)){
if(c2==2){
TR0 = 1;
prepa0(c0,c1,p,pipe[c0][c1].bending,pipe[c0][c1].rotate);
p=p+TL0;
TR0 =0;
ET0 = 0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

return(p);
}
if(c2==3){
TR0 = 1;
prepa0(c0,c1,pipe[c0][c1].feed,p,pipe[c0][c1].rotate);
p=p+TL0;
TR0 =0;
ET0 = 0;
return(p);
}
if(c2==4){
TR0 = 1;
prepa0(c0,c1,pipe[c0][c1].feed,pipe[c0][c1].bending,p);
p=p+TL0;
TR0 =0;
ET0 = 0;
return(p);
}
}
else p = 0;
}
void prepa3(unsigned char con1,unsigned char con2,unsigned char con3,unsigned long con4 )
{
unsigned long led[5] ;
unsigned char i ;
led[0] = con1;
led[1] = con2;
if(con3==2){
pipe[con1][con2].feed = con4;
led[2] = pipe[con1][con2].feed;
}
if(con3==3){

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

pipe[con1][con2].bending = con4;
led[3] = pipe[con1][con2].bending;
}
if(con3==4){
pipe[con1][con2].rotate = con4;
led[4] = pipe[con1][con2].rotate;
}
for(i=0;i<=4;i++)
prepa2(i,led[i]);
}
void setplay(void)
{
unsigned char i;
for(i=0;i<=0;i++)
prepa2(i,0);
}
void prepa0(unsigned char con0, unsigned char con1, unsigned long num0, unsigned long num1,
unsigned long num2)
{
unsigned long led[5];
unsigned char i;
led[0] = con0;
led[1] = con1;
led[2] = num0;
led[3] = num1;
led[4] = num2;
for(i=0;i<=4;i++)
prepa2(i,led[i]);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- Common Latch Enable Control
- Common Three-State Output Enable Control
- Buffered Inputs
- Three-State Outputs
- Bus Line Driving Capacity
- Typical Propagation Delay = 12ns at $V_{CC} = 5V$, $C_L = 15pF$, $T_A = 25^\circ C$ (Data to Output for HC373)
- Fanout (Over Temperature Range)
 - Standard Outputs 10 LSTTL Loads
 - Bus Driver Outputs 15 LSTTL Loads
- Wide Operating Temperature Range ... $-55^\circ C$ to $125^\circ C$
- Balanced Propagation Delay and Transition Times
- Significant Power Reduction Compared to LSTTL Logic ICs
- HC Types
 - 2V to 6V Operation
 - High Noise Immunity: $N_{IL} = 30\%$, $N_{IH} = 30\%$ of V_{CC} at $V_{CC} = 5V$
- HCT Types
 - 4.5V to 5.5V Operation
 - Direct LSTTL Input Logic Compatibility, $V_{IL} = 0.8V$ (Max), $V_{IH} = 2V$ (Min)
 - CMOS Input Compatibility, $I_i \leq 1\mu A$ at V_{OL} , V_{OH}

Description

The Harris CD74HC373, CD74HCT373, CD54HC573, CD74HC573, and CD74HCT573 are high speed Octal Transparent Latches manufactured with silicon gate CMOS technology. They possess the low power consumption of standard CMOS integrated circuits, as well as the ability to drive 15 LSTTL devices. The CD74HCT373 and CD74HCT573 are functionally as well as pin compatible with the standard 74LS373 and 74LS573.

The outputs are transparent to the inputs when the latch enable (\overline{LE}) is high. When the latch enable (\overline{LE}) goes low the data is latched. The output enable (\overline{OE}) controls the three-state outputs. When the output enable (\overline{OE}) is high the outputs are in the high impedance state. The latch operation is independent to the state of the output enable. The 373 and 573 are identical in function and differ only in their pinout arrangements.

Ordering Information

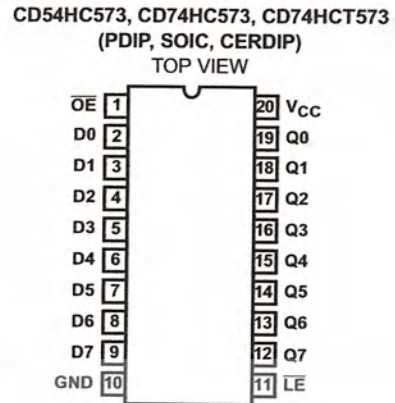
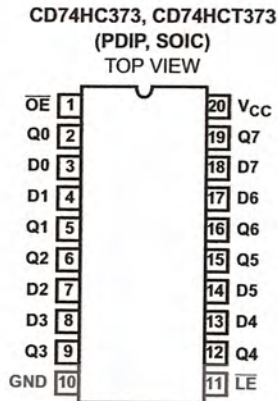
PART NUMBER	TEMP. RANGE ($^\circ C$)	PACKAGE	PKG. NO.
CD54HC573F	-55 to 125	20 Ld CERDIP	F20.3
CD74HC373E	-55 to 125	20 Ld PDIP	F20.3
CD74HCT373E	-55 to 125	20 Ld PDIP	E20.3
CD74HC573E	-55 to 125	20 Ld PDIP	E20.3
CD74HCT573E	-55 to 125	20 Ld PDIP	E20.3
CD74HC373M	-55 to 125	20 Ld SOIC	M20.3
CD74HCT373M	-55 to 125	20 Ld SOIC	M20.3
CD74HC573M	-55 to 125	20 Ld SOIC	M20.3
CD74HCT573M	-55 to 125	20 Ld SOIC	M20.3

NOTES:

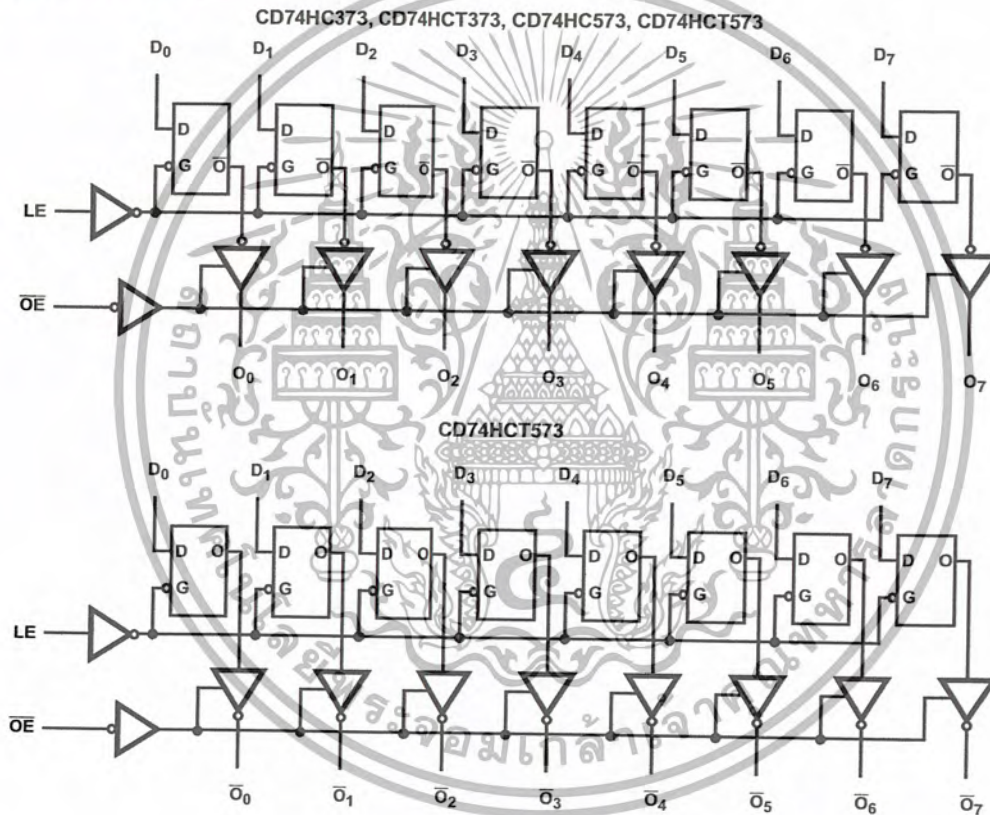
1. When ordering, use the entire part number. Add the suffix 96 to obtain the variant in the tape and reel.
2. Water or die for this part number are available which meets all electrical specifications. Please contact your local sales office or Harris customer service for ordering information.

CD74HC373, CD74HCT373, CD54HC573, CD74HC573, CD74HCT573

Pinout



Functional Block Diagrams



TRUTH TABLE

OUTPUT ENABLE	LATCH ENABLE	DATA	OUTPUT
L	H	H	H
L	H	L	L
L	L	I	L
L	L	h	H
H	X	X	Z

NOTE: H = High Voltage Level, L = Low Voltage Level, X = Don't Care, Z = High Impedance State, I = Low voltage level one set-up time prior to the high to low latch enable transition, h = High voltage level one set-up time prior to the high to low latch enable transition.

CD74HC373, CD74HCT373, CD54HC573, CD74HC573, CD74HCT573

Absolute Maximum Ratings

DC Supply Voltage, V_{CC}	-0.5V to 7V
DC Input Diode Current, I_{IK} For $V_I < -0.5V$ or $V_I > V_{CC} + 0.5V$	$\pm 20mA$
DC Output Diode Current, I_{OK} For $V_O < -0.5V$ or $V_O > V_{CC} + 0.5V$	$\pm 20mA$
DC Drain Current, per Output, I_O For $-0.5V < V_O < V_{CC} + 0.5V$	$\pm 35mA$
DC Output Source or Sink Current per Output Pin, I_O For $V_O > -0.5V$ or $V_O < V_{CC} + 0.5V$	$\pm 25mA$
DC V_{CC} or Ground Current, I_{CC}	$\pm 50mA$

Thermal Information

Thermal Resistance (Typical, Note 3)	θ_{JA} ($^{\circ}C/W$)	θ_{JA} ($^{\circ}C/W$)
PDIP Package	125	N/A
CERDIP Package	85	24
SOIC Package	120	N/A
Maximum Junction Temperature (Plastic Package)	150 $^{\circ}C$	
Maximum Storage Temperature Range	-65 $^{\circ}C$ to 150 $^{\circ}C$	
Maximum Lead Temperature (Soldering 10s)	300 $^{\circ}C$ (SOIC - Lead Tips Only)	

Operating Conditions

Temperature Range, T_A	-55 $^{\circ}C$ to 125 $^{\circ}C$
Supply Voltage Range, V_{CC} HC Types2V to 6V
HCT Types	4.5V to 5.5V
DC Input or Output Voltage, V_I, V_O	0V to V_{CC}
Input Rise and Fall Time 2V	1000ns (Max)
4.5V	500ns (Max)
6V	400ns (Max)

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

NOTE:

- θ_{JA} is measured with the component mounted on an evaluation PC board in free air.

DC Electrical Specifications

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS		25 $^{\circ}C$			-40 $^{\circ}C$ TO 85 $^{\circ}C$		-55 $^{\circ}C$ TO 125 $^{\circ}C$		UNITS	
		V_I (V)	I_O (mA)	V_{CC} (V)	MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	MIN		MAX
HC TYPES												
High Level Input Voltage	V_{IH}	-	-	2	1.5	-	-	1.5	-	1.5	-	V
				4.5	3.15	-	-	3.15	-	3.15	-	V
				6	4.2	-	-	4.2	-	4.2	-	V
Low Level Input Voltage	V_{IL}	-	-	2	-	-	0.5	-	0.5	-	0.5	V
				4.5	-	-	1.35	-	1.35	-	1.35	V
				6	-	-	1.8	-	1.8	-	1.8	V
High Level Output Voltage CMOS Loads	V_{OH}	V_{IH} or V_{IL}	-0.02	2	1.9	-	-	1.9	-	1.9	-	V
			-0.02	4.5	4.4	-	-	4.4	-	4.4	-	V
			-0.02	6	5.9	-	-	5.9	-	5.9	-	V
High Level Output Voltage TTL Loads	V_{OH}	V_{IH} or V_{IL}	-6	4.5	3.98	-	-	3.84	-	3.7	-	V
			-7.8	6	5.48	-	-	5.34	-	5.2	-	V
Low Level Output Voltage CMOS Loads	V_{OL}	V_{IH} or V_{IL}	0.02	2	-	-	0.1	-	0.1	-	0.1	V
			0.02	4.5	-	-	0.1	-	0.1	-	0.1	V
			0.02	6	-	-	0.1	-	0.1	-	0.1	V
Low Level Output Voltage TTL Loads	V_{OL}	V_{IH} or V_{IL}	6	4.5	-	-	0.26	-	0.33	-	0.4	V
			7.8	6	-	-	0.26	-	0.33	-	0.4	V
Input Leakage Current	I_I	V_{CC} or GND	-	6	-	-	± 0.1	-	± 1	-	± 1	μA
Quiescent Device Current	I_{CC}	V_{CC} or GND	0	6	-	-	8	-	80	-	160	μA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CD74HC373, CD74HCT373, CD54HC573, CD74HC573, CD74HCT573

DC Electrical Specifications (Continued)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS		V _{CC} (V)	25°C			-40°C TO 85°C		-55°C TO 125°C		UNITS
		V _I (V)	I _O (mA)		MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
Three-State Leakage Current	-	V _{IL} or V _{IH}	V _O = V _{CC} or GND	6	-	-	±0.5	-	±5	-	±10	µA
HCT TYPES												
High Level Input Voltage	V _{IH}	-	-	4.5 to 5.5	2	-	-	2	-	2	-	V
Low Level Input Voltage	V _{IL}	-	-	4.5 to 5.5	-	-	0.8	-	0.8	-	0.8	V
High Level Output Voltage CMOS Loads	V _{OH}	V _{IH} or V _{IL}	-0.02	4.5	4.4	-	-	4.4	-	4.4	-	V
High Level Output Voltage TTL Loads			-6	4.5	3.98	-	-	3.84	-	3.7	-	V
			-7.8	6	5.48	-	-	5.34	-	5.2	-	V
Low Level Output Voltage CMOS Loads	V _{OL}	V _{IH} or V _{IL}	0.02	4.5	-	-	0.1	-	0.1	-	0.1	V
Low Level Output Voltage TTL Loads			6	4.5	-	-	0.26	-	0.33	-	0.4	V
			7.8	6	-	-	0.26	-	0.33	-	0.4	V
Input Leakage Current	I _I	V _{CC} to GND	-	5.5	-	-	±0.1	-	±1	-	±1	µA
Quiescent Device Current	I _{CC}	V _{CC} or GND	0	5.5	-	-	8	-	80	-	160	µA
Three-State Leakage Current	-	V _{IL} or V _{IH}	V _O = V _{CC} or GND	6	-	-	±0.5	-	±5	-	±10	µA
Additional Quiescent Device Current Per Input Pin: 1 Unit Load (Note 4)	ΔI _{CC}	V _{CC} -2.1	-	4.5 to 5.5	-	100	360	-	450	-	490	µA

NOTE:

4. For dual-supply systems theoretical worst case (V_I = 2.4V, V_{CC} = 5.5V) specification is 1.8mA.

HCT Input Loading Table

INPUT	UNIT LOADS	
	HCT373	HCT573
OE	1.5	1.25
Dn	0.4	0.3
LE	0.6	0.65

NOTE: Unit Load is ΔI_{CC} limit specified in DC Electrical Specifications table, e.g., 360µA max at 25°C.

CD74HC373, CD74HCT373, CD54HC573, CD74HC573, CD74HCT573

Prerequisite For Switching Specifications

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	V _{CC} (V)	25°C			-40°C TO 85°C		-55°C TO 125°C		UNITS
				MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
HC TYPES											
LE Pulse Width	t _w	-	2	80	-	-	100	-	120	-	ns
			4.5	16	-	-	20	-	24	-	ns
			6	14	-	-	17	-	20	-	ns
Set-up Time Data to LE	t _{su}	-	2	50	-	-	65	-	75	-	ns
			4.5	10	-	-	13	-	15	-	ns
			6	9	-	-	11	-	13	-	ns
Hold Time, Data to LE (573)	t _H	-	2	40	-	-	50	-	60	-	ns
			4.5	8	-	-	10	-	12	-	ns
			6	7	-	-	9	-	10	-	ns
Hold Time, Data to LE (373)	t _H	-	2	5	-	-	5	-	5	-	ns
			4.5	5	-	-	5	-	5	-	ns
			6	5	-	-	5	-	5	-	ns
HCT TYPES											
LE Pulse Width	t _w	-	4.5	16	-	-	20	-	24	-	ns
Set-up Time Data to LE	t _w	-	4.5	13	-	-	16	-	20	-	ns
Hold Time, Data to LE	t _H	-	4.5	10	-	-	13	-	15	-	ns

Switching Specifications Input t_r, t_f = 6ns

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	V _{CC} (V)	25°C		-40°C TO 85°C		-55°C TO 125°C		UNITS
				TYP	MAX	MAX	MAX			
HC TYPES										
Propagation Delay, Data to Qn (HC/HCT373)	t _{PLH} , t _{PHL}	C _L = 50pF	2	-	150	190	225	ns		
			4.5	-	30	38	45	ns		
			6	-	26	33	38	ns		
			5	12	-	-	-	ns		
Propagation Delay, Data to Qn (HC/HCT573)	t _{PLH} , t _{PHL}	C _L = 50pF	2	-	175	220	265	ns		
			4.5	-	35	44	53	ns		
			6	-	30	37	45	ns		
			5	14	-	-	-	ns		
Propagation Delay, LE to Qn	t _{PLH} , t _{PHL}	C _L = 50pF	2	-	175	220	265	ns		
			4.5	-	35	44	53	ns		
			6	-	30	37	45	ns		
			5	14	-	-	-	ns		
Output Enabling Time	t _{pZL} , t _{pZH}	C _L = 50pF	2	-	150	190	225	ns		
			4.5	-	30	38	45	ns		
			6	-	26	33	38	ns		
			5	12	-	-	-	ns		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CD74HC373, CD74HCT373, CD54HC573, CD74HC573, CD74HCT573

Switching Specifications Input $t_r, t_f = 6\text{ ns}$ (Continued)

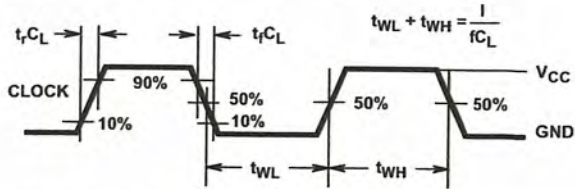
PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	V_{CC} (V)	25°C		-40°C TO 85°C	-55°C TO 125°C	UNITS
				TYP	MAX	MAX	MAX	
Output Disabling Time	t_{PLZ}, t_{PHZ}	$C_L = 50\text{pF}$	2	-	150	190	225	ns
			4.5	-	30	38	45	ns
			6	-	26	33	38	ns
		$C_L = 15\text{pF}$	5	12	-	-	-	ns
Output Transition Time	t_{TLH}, t_{THL}	$C_L = 50\text{pF}$	2	-	60	75	90	ns
			4.5	-	12	15	18	ns
			6	-	10	13	15	ns
Input Capacitance	C_I	-	-	-	10	10	10	pF
Three-State Output Capacitance	C_O	-	-	-	20	20	20	pF
Power Dissipation Capacitance (Notes 5, 6)	C_{PD}	-	5	51	-	-	-	pF
HCT TYPES								
Propagation Delay, Data to Qn (HC/HCT373)	t_{PLH}, t_{PHL}	$C_L = 50\text{pF}$	4.5	-	32	40	48	ns
		$C_L = 15\text{pF}$	5	13	-	-	-	ns
Propagation Delay, Data to Qn (HC/HCT573)	t_{PLH}, t_{PHL}	$C_L = 50\text{pF}$	4.5	-	35	44	53	ns
		$C_L = 15\text{pF}$	5	17	-	-	-	ns
Propagation Delay, LE to Qn	t_{PLH}, t_{PHL}	$C_L = 50\text{pF}$	4.5	-	35	44	53	ns
		$C_L = 15\text{pF}$	5	14	-	-	-	ns
Output Enabling Time	t_{PZL}, t_{PZH}	$C_L = 50\text{pF}$	4.5	-	35	44	53	ns
		$C_L = 15\text{pF}$	5	14	-	-	-	ns
Output Disabling Time	t_{PLZ}, t_{PZH}	$C_L = 50\text{pF}$	4.5	-	35	44	53	ns
		$C_L = 15\text{pF}$	5	14	-	-	-	ns
Output Transition Time	t_{TLH}, t_{THL}	$C_L = 50\text{pF}$	4.5	-	12	15	18	ns
Input Capacitance	C_I	-	-	-	10	10	10	pF
Three-State Output Capacitance	C_O	-	-	-	20	20	20	pF
Power Dissipation Capacitance (Notes 5, 6)	C_{PD}	-	5	53	-	-	-	pF

NOTES:

- C_{PD} is used to determine the no-load dynamic power consumption, per latch.
- P_D (total power per latch) = $V_{CC}^2 f_i (C_{PD} + C_L)$ where f_i = Input Frequency, C_L = Output Load Capacitance, V_{CC} = Supply Voltage.

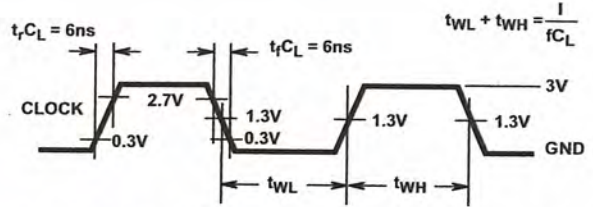
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test Circuits and Waveforms



NOTE: Outputs should be switching from 10% V_{CC} to 90% V_{CC} in accordance with device truth table. For f_{MAX} , input duty cycle = 50%.

FIGURE 1. HC CLOCK PULSE RISE AND FALL TIMES AND PULSE WIDTH



NOTE: Outputs should be switching from 10% V_{CC} to 90% V_{CC} in accordance with device truth table. For f_{MAX} , input duty cycle = 50%.

FIGURE 2. HCT CLOCK PULSE RISE AND FALL TIMES AND PULSE WIDTH

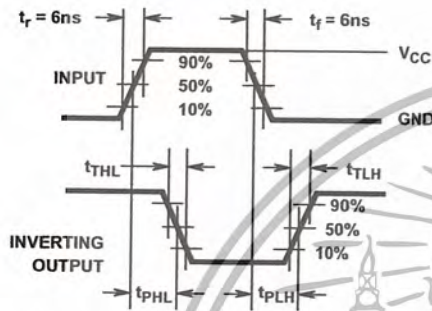


FIGURE 3. HC TRANSITION TIMES AND PROPAGATION DELAY TIMES, COMBINATION LOGIC

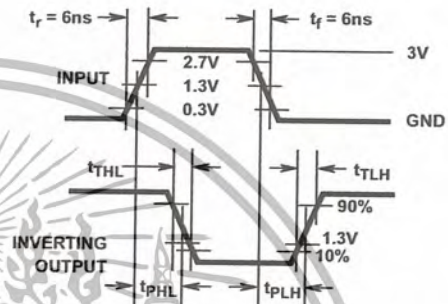


FIGURE 4. HCT TRANSITION TIMES AND PROPAGATION DELAY TIMES, COMBINATION LOGIC

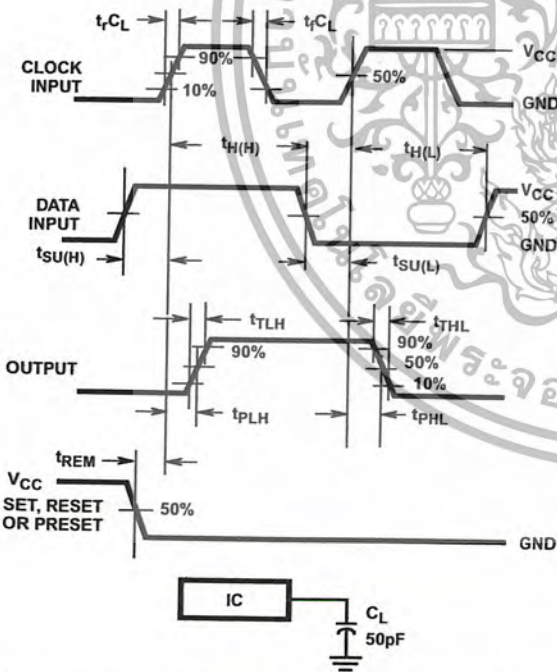


FIGURE 5. HC SETUP TIMES, HOLD TIMES, REMOVAL TIME, AND PROPAGATION DELAY TIMES FOR EDGE TRIGGERED SEQUENTIAL LOGIC CIRCUITS

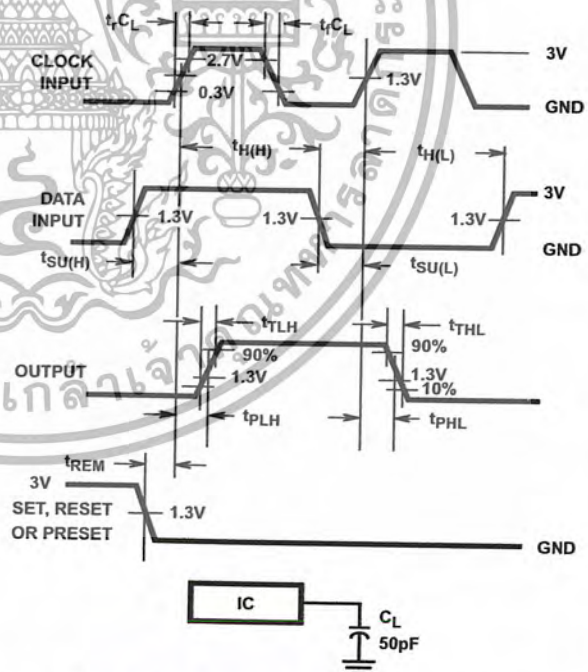


FIGURE 6. HCT SETUP TIMES, HOLD TIMES, REMOVAL TIME, AND PROPAGATION DELAY TIMES FOR EDGE TRIGGERED SEQUENTIAL LOGIC CIRCUITS

Test Circuits and Waveforms (Continued)

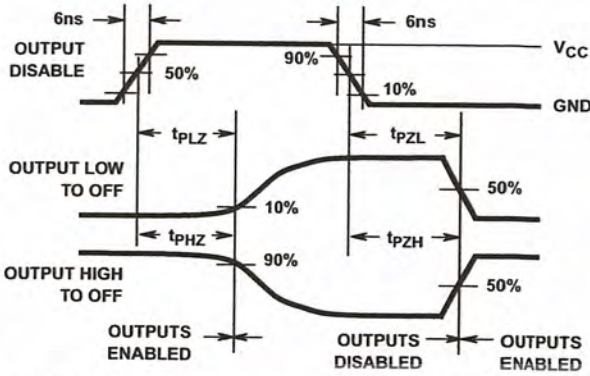


FIGURE 7. HC THREE-STATE PROPAGATION DELAY WAVEFORM

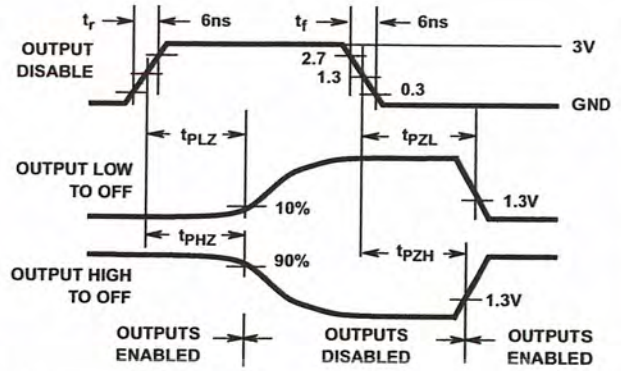
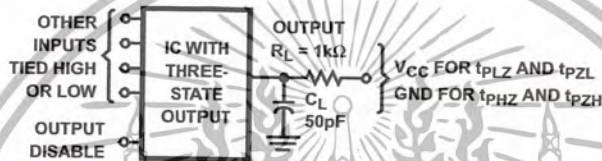


FIGURE 8. HCT THREE-STATE PROPAGATION DELAY WAVEFORM



NOTE: Open drain waveforms t_{pLZ} and t_{pZL} are the same as those for three-state shown on the left. The test circuit is Output $R_L = 1k\Omega$ to V_{CC} , $C_L = 50pF$.

FIGURE 9. HC AND HCT THREE-STATE PROPAGATION DELAY TEST CIRCUIT

All Harris Semiconductor products are manufactured, assembled and tested under ISO9000 quality systems certification.

Harris Semiconductor products are sold by description only. Harris Semiconductor reserves the right to make changes in circuit design and/or specifications at any time without notice. Accordingly, the reader is cautioned to verify that data sheets are current before placing orders. Information furnished by Harris is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Harris or its subsidiaries for its use; nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Harris or its subsidiaries.

Sales Office Headquarters

For general information regarding Harris Semiconductor and its products, call 1-800-4-HARRIS

NORTH AMERICA

Harris Semiconductor
P. O. Box 883, Mail Stop 53-210
Melbourne, FL 32902
TEL: 1-800-442-7747
(407) 729-4984
FAX: (407) 729-5321

EUROPE

Harris Semiconductor
Mercure Center
100, Rue de la Fusee
1130 Brussels, Belgium
TEL: (32) 2.724.2111
FAX: (32) 2.724.22.05

ASIA

Harris Semiconductor PTE Ltd.
No. 1 Tannery Road
Cencon 1, #09-01
Singapore 1334
TEL: (65) 748-4200
FAX: (65) 748-0400



DATA SHEET

For a complete data sheet, please also download:

- The IC06 74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Family Specifications
- The IC06 74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Information
- The IC06 74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Outlines

74HC/HCT154

4-to-16 line decoder/demultiplexer

Product specification
File under Integrated Circuits, IC06

September 1993

Philips
Semiconductors



PHILIPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4-to-16 line decoder/demultiplexer

74HC/HCT154

FEATURES

- 16-line demultiplexing capability
- Decodes 4 binary-coded inputs into one of 16 mutually exclusive outputs
- 2-input enable gate for strobing or expansion
- Output capability: standard
- I_{CC} category: MSI

GENERAL DESCRIPTION

The 74HC/HCT154 are high-speed Si-gate CMOS devices and are pin compatible with low power Schottky TTL (LSTTL). They are specified in compliance with JEDEC standard no. 7A.

The 74HC/HCT154 decoders accept four active HIGH binary address inputs and provide 16 mutually exclusive active LOW outputs.

The 2-input enable gate can be used to strobe the decoder to eliminate the normal decoding "glitches" on the outputs, or it can be used for the expansion of the decoder.

The enable gate has two AND'ed inputs which must be LOW to enable the outputs.

The "154" can be used as a 1-to-16 demultiplexer by using one of the enable inputs as the multiplexed data input.

When the other enable is LOW, the addressed output will follow the state of the applied data.

QUICK REFERENCE DATA

GND = 0 V; T_{amb} = 25 °C; t_r = t_f = 6 ns

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	TYPICAL		UNIT
			HC	HCT	
t _{PHL} /t _{PLH}	propagation delay A _n , \bar{E}_n to Y _n	C _L = 15 pF; V _{CC} = 5 V	11	13	ns
C _I	input capacitance		3.5	3.5	pF
C _{PD}	power dissipation capacitance per package	notes 1 and 2	60	60	pF

Notes

1. C_{PD} is used to determine the dynamic power dissipation (P_D in μW):

$$P_D = C_{PD} \times V_{CC}^2 \times f_i + \sum (C_L \times V_{CC}^2 \times f_o) \text{ where:}$$

f_i = input frequency in MHz

f_o = output frequency in MHz

∑ (C_L × V_{CC}² × f_o) = sum of outputs

C_L = output load capacitance in pF

V_{CC} = supply voltage in V

2. For HC the condition is V_I = GND to V_{CC}
For HCT the condition is V_I = GND to V_{CC} - 1.5 V

ORDERING INFORMATION

See "74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Information".

4-to-16 line decoder/demultiplexer

74HC/HCT154

PIN DESCRIPTION

PIN NO.	SYMBOL	NAME AND FUNCTION
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17	\bar{Y}_0 to \bar{Y}_{15}	outputs (active LOW)
18, 19	\bar{E}_0, \bar{E}_1	enable inputs (active LOW)
12	GND	ground (0 V)
23, 22, 21, 20	A_0 to A_3	address inputs
24	V_{CC}	positive supply voltage

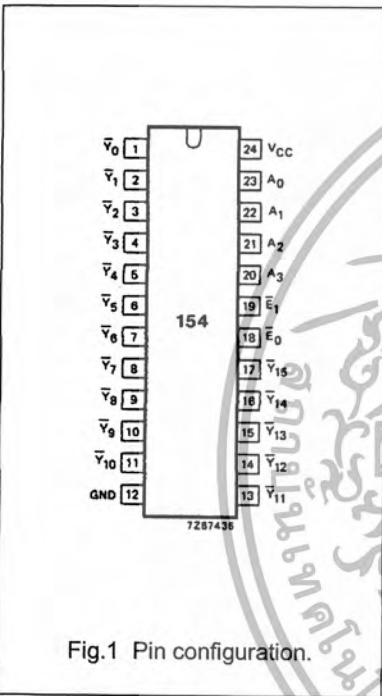


Fig. 1 Pin configuration.

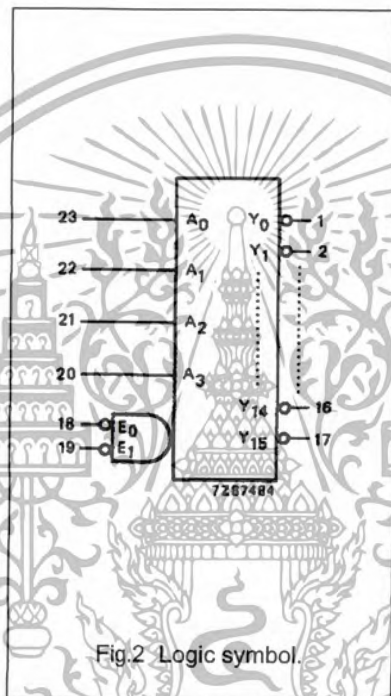


Fig. 2 Logic symbol

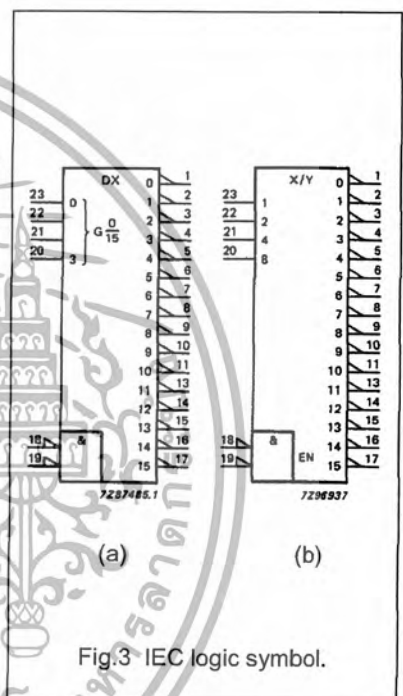


Fig. 3 IEC logic symbol.

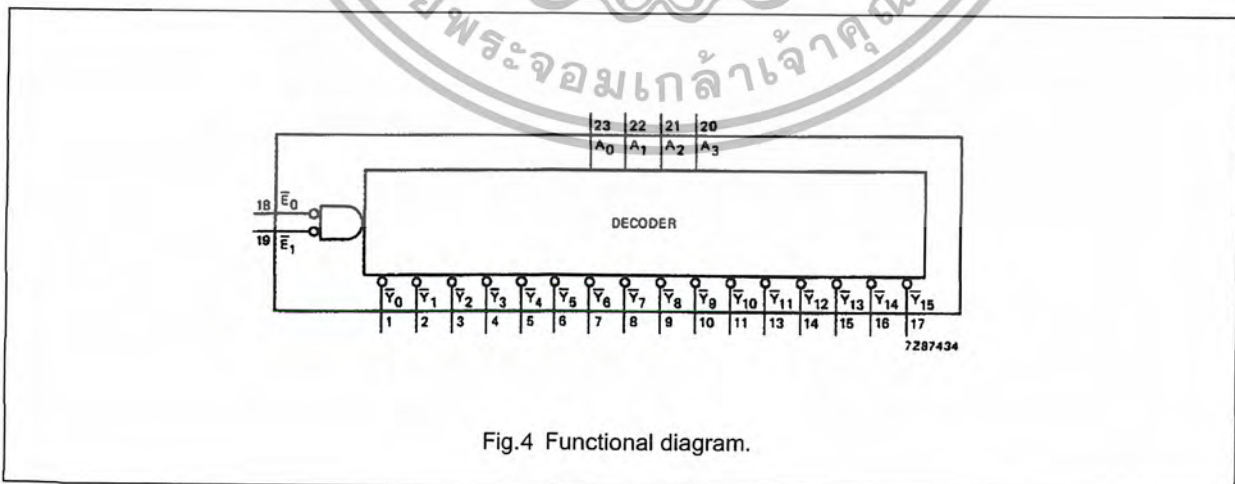


Fig. 4 Functional diagram.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4-to-16 line decoder/demultiplexer

74HC/HCT154

FUNCTION TABLE

		INPUTS					OUTPUTS															
\bar{E}_0	\bar{E}_1	A_0	A_1	A_2	A_3	\bar{Y}_0	\bar{Y}_1	\bar{Y}_2	\bar{Y}_3	\bar{Y}_4	\bar{Y}_5	\bar{Y}_6	\bar{Y}_7	\bar{Y}_8	\bar{Y}_9	\bar{Y}_{10}	\bar{Y}_{11}	\bar{Y}_{12}	\bar{Y}_{13}	\bar{Y}_{14}	\bar{Y}_{15}	
H	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	H	H
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	H
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L

Note

- 1. H = HIGH voltage level
- L = LOW voltage level
- X = don't care

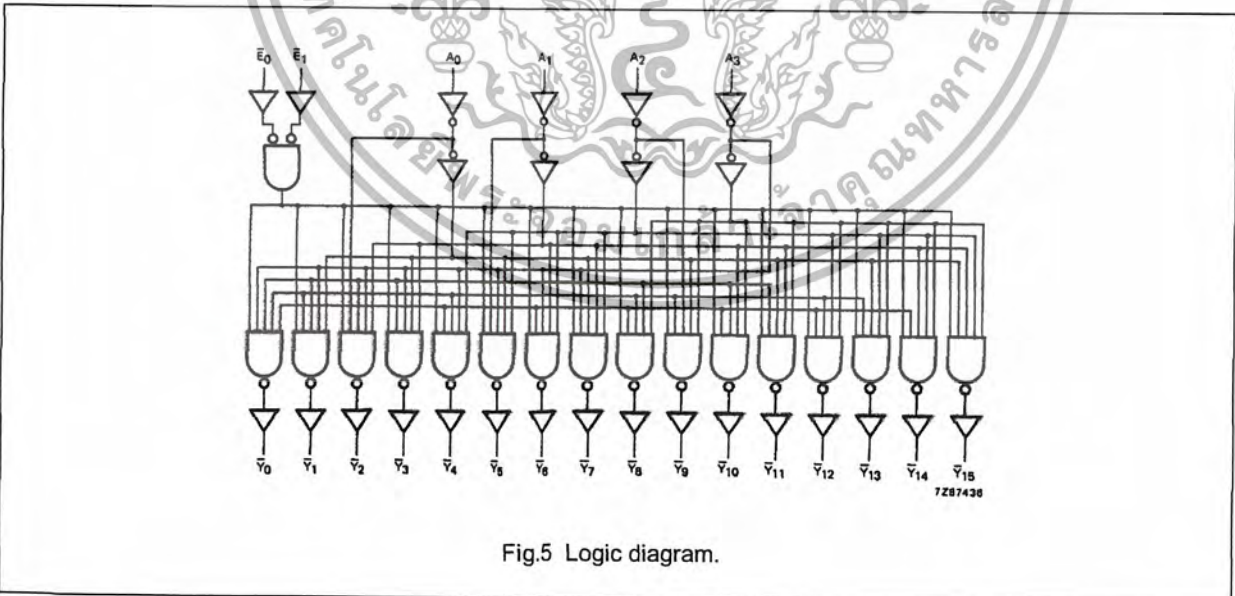


Fig.5 Logic diagram.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4-to-16 line decoder/demultiplexer

74HC/HCT154

DC CHARACTERISTICS FOR 74HC

For the DC characteristics see "74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Family Specifications".

Output capability: standard

I_{CC} category: MSI

AC CHARACTERISTICS FOR 74HC

GND = 0 V; t_r = t_f = 6 ns; C_L = 50 pF

SYMBOL	PARAMETER	T _{amb} (°C)						UNIT	TEST CONDITIONS				
		74HC							V _{CC} (V)	WAVEFORMS			
		+25		-40 to +85		-40 to +125							
		min.	typ.	max.	min.	max.	min.				max.		
t _{PHL} /t _{PLH}	propagation delay A _n to \bar{Y}_n	36	150	13	30	10	26	190	38	225	ns	2.0	Fig.6
t _{PHL} /t _{PLH}	propagation delay \bar{E}_n to \bar{Y}_n	39	150	14	30	11	26	190	38	225	ns	2.0	Fig.7
t _{THL} /t _{TLH}	output transition time	19	75	7	15	6	13	95	19	110	ns	2.0	Figs 6 and 7
												4.5	
												6.0	

4-to-16 line decoder/demultiplexer

74HC/HCT154

DC CHARACTERISTICS FOR 74HCT

For the DC characteristics see "74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Family Specifications".

Output capability: standard

I_{CC} category: MSI

Note to HCT types

The value of additional quiescent supply current (ΔI_{CC}) for a unit load of 1 is given in the family specifications. To determine ΔI_{CC} per input, multiply this value by the unit load coefficient shown in the table below.

INPUT	UNIT LOAD COEFFICIENT
A_n	1.0
\bar{E}_n	1.0

AC CHARACTERISTICS FOR 74HCT

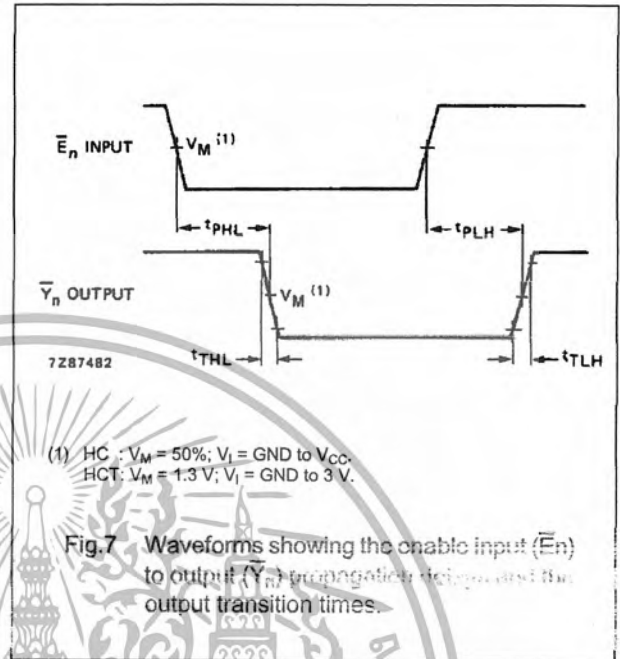
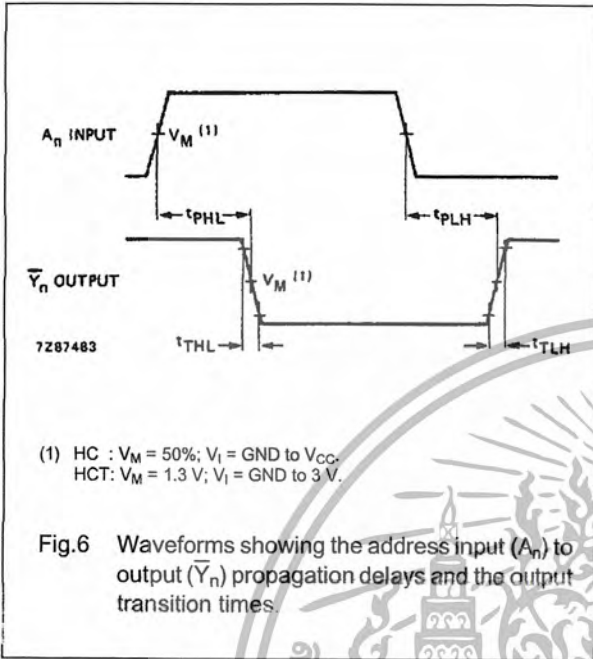
GND = 0 V; $t_r = t_f = 6$ ns; $C_L = 50$ pF

SYMBOL	PARAMETER	T_{amb} (°C)						UNIT	TEST CONDITIONS	
		74HCT							V_{CC} (V)	WAVEFORMS
		-25		-40 to +85		-40 to +125				
		min.	typ.	max.	min.	max.	min.			
t_{PHL} / t_{PLH}	propagation delay A_n to \bar{Y}_n	16	35	44	53	ns	4.5	Fig.6		
t_{PHL} / t_{PLH}	propagation delay \bar{E}_n to \bar{Y}_n	15	32	40	48	ns	4.5	Fig.7		
t_{THL} / t_{TLH}	output transition time	7	15	19	22	ns	4.5	Figs 6 and 7		

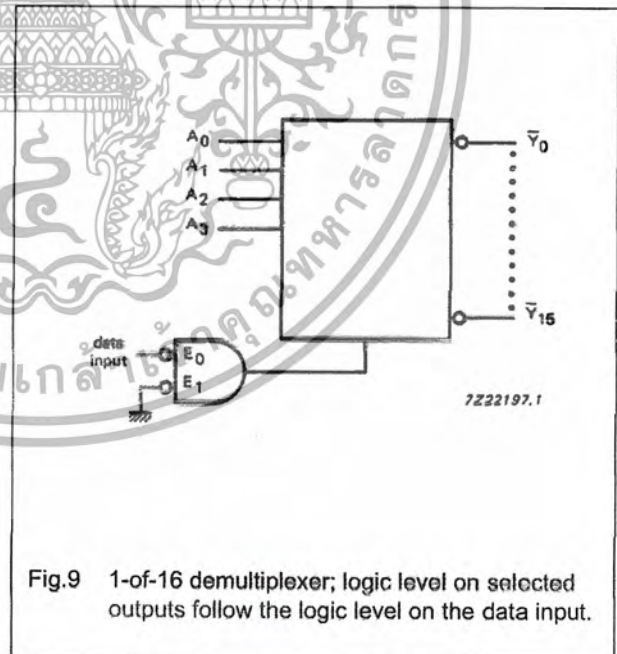
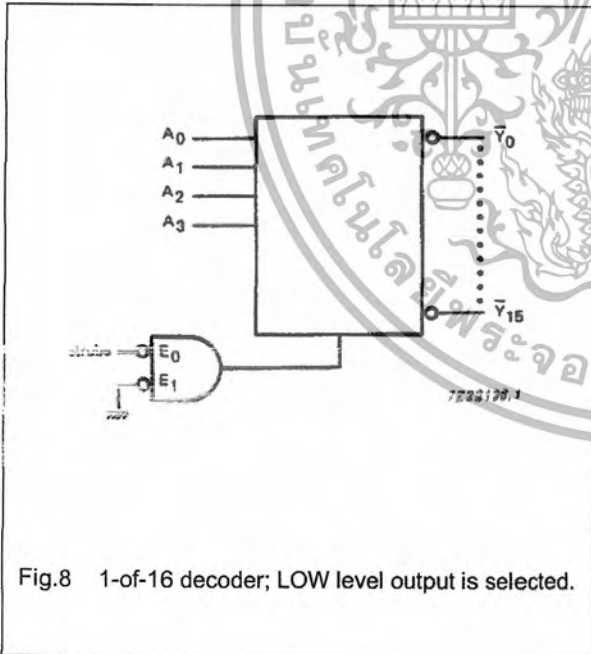
4-to-16 line decoder/demultiplexer

74HC/HCT154

AC WAVEFORMS



APPLICATION INFORMATION



PACKAGE OUTLINES

See "74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Outlines".

CD74HC138, CD74HCT138, CD74HC238, CD74HCT238

High Speed CMOS Logic 3-to-8 Line Decoder/ Demultiplexer Inverting and Non-Inverting

October 1997

Features

- Select One Of Eight Data Outputs
Active Low for 138, Active High for 238
- I/O Port or Memory Selector
- Three Enable Inputs to Simplify Cascading
- Typical Propagation Delay of 13ns at $V_{CC} = 5V$,
 $C_L = 15pF$, $T_A = 25^\circ C$
- Fanout (Over Temperature Range)
 - Standard Outputs 10 LSTTL Loads
 - Bus Driver Outputs 15 LSTTL Loads
- Wide Operating Temperature Range $-55^\circ C$ to $125^\circ C$
- Balanced Propagation Delay and Transition Times
- Significant Power Reduction Compared to LSTTL
Logic ICs
- HC Types
 - 2V to 6V Operation
 - High Noise Immunity: $N_{IL} = 30\%$, $N_{IH} = 30\%$ of V_{CC}
at $V_{CC} = 5V$
- HCT Types
 - 4.5V to 5.5V Operation
 - Direct LSTTL Input Logic Compatibility,
 $V_{IL} = 0.8V$ (Max), $V_{IH} = 2V$ (Min)
 - CMOS Input Compatibility, $I_I \leq 1\mu A$ at V_{OL} , V_{OH}

Description

The Harris CD74HC138, CD74HC238 and CD74HCT138, CD74HCT238 are high speed silicon gate CMOS decoders well suited to memory address decoding or data routing applications. Both circuits feature low power consumption usually associated with CMOS circuitry, yet have speeds comparable to low power Schottky TTL logic. Both circuits have three binary select inputs (A0, A1 and A2). If the device is enabled, these inputs determine which one of the eight normally high outputs of the HC/HCT138 series will go low or which of the normally low outputs of the HC/HCT238 series will go high.

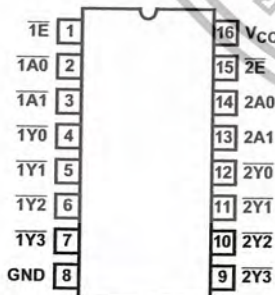
Two active low and one active high enables ($\overline{E1}$, $\overline{E2}$, and E3) are provided to ease the cascading of decoders. The decoder's five outputs can drive 10 low power Schottky TTL equivalent loads.

Ordering Information

PART NUMBER	TEMP. RANGE ($^\circ C$)	PACKAGE	PKG. NO.
CD74HC138E	-55 to 125	16 Ld PDIP	E16.3
CD74HCT138E	-55 to 125	16 Ld PDIP	E16.3
CD74HC238E	-55 to 125	16 Ld PDIP	E16.3
CD74HCT238E	-55 to 125	16 Ld PDIP	E16.3
CD74HC138M	-55 to 125	16 Ld SOIC	M16.15
CD74HCT138M	-55 to 125	16 Ld SOIC	M16.15
CD74HC238M	-55 to 125	16 Ld SOIC	M16.15
CD74HCT238M	-55 to 125	16 Ld SOIC	M16.15
CD74HC138SM	-55 to 125	16 Ld SSOP	M16.209

Pinout

CD74HC138, CD74HCT138, CD74HC238, CD74HCT238
(PDIP, SOIC)
TOP VIEW

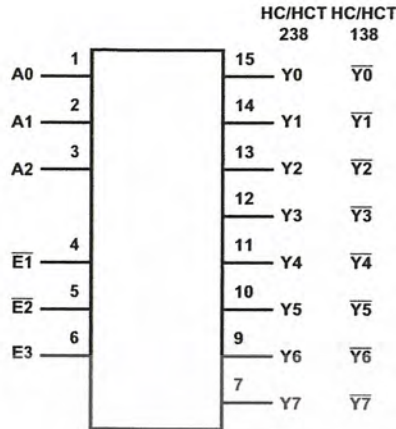


NOTES:

1. When ordering, use the entire part number. Add the suffix 96 to obtain the variant in the tape and reel.
2. Wafer and die for this part number is available which meets all electrical specifications. Please contact your local sales office or Harris customer service for ordering information.

CD74HC138, CD74HCT138, CD74HC238, CD74HCT238

Functional Diagram



TRUTH TABLE CD74HC138, CD74HCT138

INPUTS						OUTPUTS							
ENABLE			ADDRESS										
E3	E2	E1	A2	A1	A0	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
X	X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	L	H	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

NOTE: H = High Voltage Level, L = Low Voltage Level, X = Don't Care

TRUTH TABLE CD74HC238, CD74HCT238

INPUTS						OUTPUTS							
ENABLE			ADDRESS										
E3	E2	E1	A2	A1	A0	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
X	X	H	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	L
L	X	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	L
X	H	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	L
H	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L
H	L	L	L	L	H	L	H	L	L	L	L	L	L
H	L	L	L	H	L	L	L	H	L	L	L	L	L
H	L	L	L	H	H	L	L	L	H	L	L	L	L
H	L	L	H	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L
H	L	L	H	L	H	L	L	L	L	L	H	L	L
H	L	L	H	H	L	L	L	L	L	L	L	H	L
H	L	L	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	H

NOTE: H = High Voltage Level, L = Low Voltage Level, X = Don't Care

CD74HC138, CD74HCT138, CD74HC238, CD74HCT238

Absolute Maximum Ratings

DC Supply Voltage, V_{CC}	-0.5V to 7V
DC Input Diode Current, I_{IK}	
For $V_I < -0.5V$ or $V_I > V_{CC} + 0.5V$	$\pm 20mA$
DC Output Diode Current, I_{OK}	
For $V_O < -0.5V$ or $V_O > V_{CC} + 0.5V$	$\pm 20mA$
DC Output Source or Sink Current per Output Pin, I_O	
For $V_O > -0.5V$ or $V_O < V_{CC} + 0.5V$	$\pm 25mA$
DC V_{CC} or Ground Current, I_{CC} or I_{GND}	$\pm 150mA$

Thermal Information

Thermal Resistance (Typical, Note 3)	θ_{JA} (°C/W)
PDIP Package	90
SOIC Package	115
SSOP Package	155
Maximum Junction Temperature	150°C
Maximum Storage Temperature Range	-65°C to 150°C
Maximum Lead Temperature (Soldering 10s)	300°C
(SOIC - Lead Tips Only)	

Operating Conditions

Temperature Range (T_A)	-55°C to 125°C
Supply Voltage Range, V_{CC}	
HC Types2V to 6V
HCT Types	4.5V to 5.5V
DC Input or Output Voltage, V_I, V_O	0V to V_{CC}
Input Rise and Fall Time	
2V	1000ns (Max)
4.5V	500ns (Max)
6V	400ns (Max)

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

NOTE:

- θ_{JA} is measured with the component mounted on an evaluation PC board in free air.

DC Electrical Specifications

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS		V_{CC} (V)	25°C			-40°C TO 85°C		-55°C TO 125°C		UNITS
		V_I (V)	I_O (mA)		MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
HC TYPES												
High Level Input Voltage	V_{IH}	-	-	2	1.5	-	-	1.5	-	1.5	-	V
				4.5	3.15	-	-	3.15	-	3.15	-	V
				6	4.2	-	-	4.2	-	4.2	-	V
Low Level Input Voltage	V_{IL}	-	-	2	-	-	0.5	-	0.5	-	0.5	V
				4.5	-	-	1.35	-	1.35	-	1.35	V
				6	-	-	1.8	-	1.8	-	1.8	V
High Level Output Voltage CMOS Loads	V_{OH}	V_{IH} or V_{IL}	-0.02	2	1.9	-	-	1.9	-	1.9	-	V
			-0.02	4.5	4.4	-	-	4.4	-	4.4	-	V
			-0.02	6	5.9	-	-	5.9	-	5.9	-	V
High Level Output Voltage TTL Loads	V_{OH}	V_{IH} or V_{IL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V
			-4	4.5	3.98	-	-	3.84	-	3.7	-	V
			-5.2	6	5.48	-	-	5.34	-	5.2	-	V
Low Level Output Voltage CMOS Loads	V_{OL}	V_{IH} or V_{IL}	0.02	2	-	-	0.1	-	0.1	-	0.1	V
			0.02	4.5	-	-	0.1	-	0.1	-	0.1	V
			0.02	6	-	-	0.1	-	0.1	-	0.1	V
Low Level Output Voltage TTL Loads	V_{OL}	V_{IH} or V_{IL}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V
			4	4.5	-	-	0.26	-	0.33	-	0.4	V
			5.2	6	-	-	0.26	-	0.33	-	0.4	V
Input Leakage Current	I_I	V_{CC} or GND	-	6	-	-	± 0.1	-	± 1	-	± 1	μA
Quiescent Device Current	I_{CC}	V_{CC} or GND	0	6	-	-	8	-	80	-	160	μA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CD74HC138, CD74HCT138, CD74HC238, CD74HCT238

DC Electrical Specifications (Continued)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS		V _{CC} (V)	25°C			-40°C TO 85°C		-55°C TO 125°C		UNITS
		V _I (V)	I _O (mA)		MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
HCT TYPES												
High Level Input Voltage	V _{IH}	-	-	4.5 to 5.5	2	-	-	2	-	2	-	V
Low Level Input Voltage	V _{IL}	-	-	4.5 to 5.5	-	-	0.8	-	0.8	-	0.8	V
High Level Output Voltage CMOS Loads	V _{OH}	V _{IH} or V _{IL}	-0.02	4.5	4.4	-	-	4.4	-	4.4	-	V
High Level Output Voltage TTL Loads			-4	4.5	3.98	-	-	3.84	-	3.7	-	V
Low Level Output Voltage CMOS Loads	V _{OL}	V _{IH} or V _{IL}	0.02	4.5	-	-	0.1	-	0.1	-	0.1	V
Low Level Output Voltage TTL Loads			4	4.5	-	-	0.26	-	0.33	-	0.4	V
Input Leakage Current	I _I	V _{CC} and GND	0	5.5	-	-	±0.1	-	±1	-	±1	µA
Quiescent Device Current	I _{CC}	V _{CC} or GND	0	5.5	-	-	8	-	80	-	160	µA
Additional Quiescent Device Current Per Input Pin: 1 Unit Load (Note 4)	ΔI _{CC}	V _{CC} -2.1	-	4.5 to 5.5	-	100	360	-	450	-	490	µA

NOTE:

4. For dual-supply systems theoretical worst case (V_I = 2.4V, V_{CC} = 5.5V) specification is 1.8mA.

HCT Input Loading Table

INPUT	UNIT LOADS
A0-A2	1.5
E1, E2	1.25
E3	1

NOTE: Unit Load is ΔI_{CC} limit specified in DC Electrical Table, e.g., 360µA max at 25°C.

Switching Specifications Input t_r, t_f = 6ns

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	V _{CC} (V)	25°C			-40°C TO 85°C		-55°C TO 125°C		UNITS
				MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
HC TYPES											
Propagation Delay Address to Output	t _{pLH} , t _{pHL}	C _L = 50pF	2	-	-	150	-	190	-	225	ns
			4.5	-	-	30	-	38	-	45	ns
		C _L = 15pF	5	-	13	-	-	-	-	-	ns
			6	-	-	26	-	33	-	38	ns

CD74HC138, CD74HCT138, CD74HC238, CD74HCT238

Switching Specifications Input $t_r, t_f = 6\text{ns}$ (Continued)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	V_{CC} (V)	25°C			-40°C TO 85°C		-55°C TO 125°C		UNITS
				MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
Enable to Output HC/HCT138	t_{PLH}, t_{PHL}	$C_L = 50\text{pF}$	2	-	-	150	-	190	-	265	ns
			4.5	-	-	30	-	38	-	53	ns
			6	-	-	26	-	33	-	45	ns
Output Transition Time (Figure 1)	t_{TLH}, t_{THL}	$C_L = 50\text{pF}$	2	-	-	75	-	95	-	110	ns
			4.5	-	-	15	-	19	-	22	ns
			6	-	-	13	-	16	-	19	ns
Power Dissipation Capacitance, (Notes 5, 6)	C_{PD}	$C_L = 15\text{pF}$	5	-	67	-	-	-	-	pF	
Input Capacitance	C_{IN}	-	-	-	-	10	-	10	-	10	pF

HCT TYPES

Propagation Delay Address to Output	t_{PLH}, t_{PHL}	$C_L = 50\text{pF}$	4.5	-	-	35	-	44	-	53	ns
		$C_L = 15\text{pF}$	5	-	14	-	-	-	-	-	ns
Enable to Output HC/HCT138	t_{PLH}, t_{PHL}	$C_L = 50\text{pF}$	4.5	-	-	35	-	44	-	53	ns
Enable to Output HC/HCT238	t_{PLH}, t_{PHL}	$C_L = 15\text{pF}$	4.5	-	-	40	-	50	-	60	ns
Output Transition Time (Figure 2)	t_{TLH}, t_{THL}	$C_L = 50\text{pF}$	4.5	-	-	15	-	19	-	22	ns
Power Dissipation Capacitance, (Notes 5, 6)	C_{PD}	$C_L = 15\text{pF}$	5	-	67	-	-	-	-	-	pF
Input Capacitance	C_{IN}	-	-	-	-	10	-	10	-	10	pF

NOTES:

- C_{PD} is used to determine the dynamic power consumption, per gate.
- $P_D = V_{CC}^2 f_i (C_{PD} + C_L)$ where: f_i = Input Frequency, C_L = Output Load Capacitance, V_{CC} = Supply Voltage.

Test Circuits and Waveforms

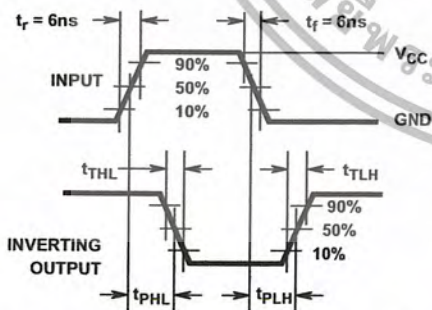


FIGURE 1. HC AND HCU TRANSITION TIMES AND PROPAGATION DELAY TIMES, COMBINATION LOGIC

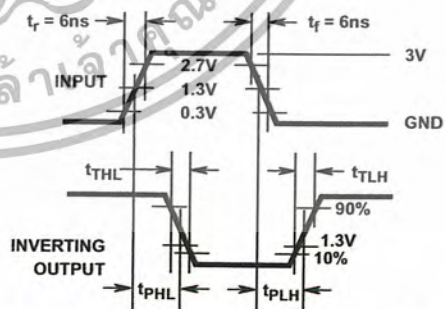


FIGURE 2. HCT TRANSITION TIMES AND PROPAGATION DELAY TIMES, COMBINATION LOGIC

CMOS 4-Bit Latch/4-to-16 Line Decoders

High-Voltage Types (20-Volt Rating)
CD4514B Output "High" on Select
CD4515B Output "Low" on Select

■ CD4514B and CD4515B consist of a 4-bit strobed latch and a 4-to-16-line decoder. The latches hold the last input data presented prior to the strobe transition from 1 to 0. Inhibit control allows all outputs to be placed at 0 (CD4514B) or 1 (CD4515B) regardless of the state of the data or strobe inputs.

The decode truth table indicates all combinations of data inputs and appropriate selected outputs. These devices are similar to industry types MC14514 and MC14515.

The CD4514B and CD4515B types are supplied in 16-lead hermetic dual-in-line ceramic packages (F3A suffix), 16-lead dual-in-line plastic packages (E suffix), and 16-lead small-outline packages (M and M96 suffixes).

Features:

- Strobed input latch
- Inhibit control
- 100% tested for quiescent current at 20 V
- Maximum input current of 1 μ A at 18 V over full package-temperature range; 100 nA at 18 V and 25°C
- Noise margin (over full package temperature range):

1 V at $V_{DD} = 5$ V
2 V at $V_{DD} = 10$ V
2.5 V at $V_{DD} = 15$ V

- 5-V, 10-V, and 15-V parametric ratings
- Standardized, symmetrical output characteristics.
- Meets all requirements of JEDEC Tentative Standard No. 13B, "Standard Specifications for Description of 'B' Series CMOS Devices"

Applications:

- Digital multiplexing
- Address decoding
- Hexadecimal/BCD decoding
- Program-counter decoding
- Control decoder

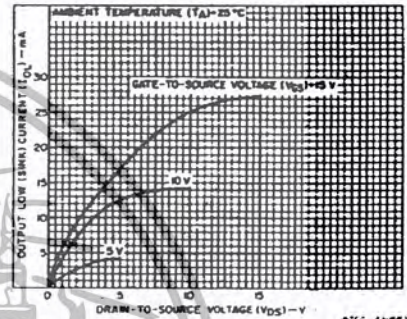
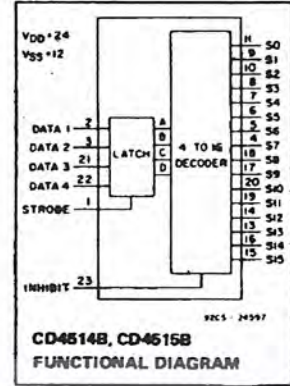


Fig. 1 - Typical output low (sink) current characteristics.

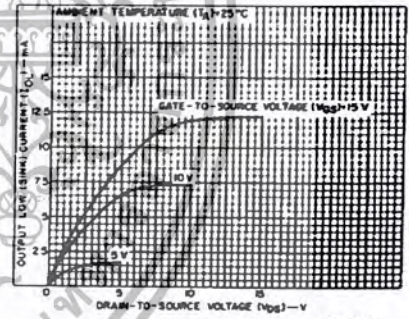


Fig. 2 - Minimum output low (sink) current characteristics.

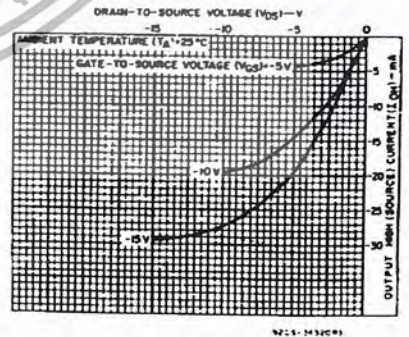


Fig. 3 - Typical output high (source) current characteristics.

MAXIMUM RATINGS, Absolute-Maximum Values:

DC SUPPLY-VOLTAGE RANGE, (V_{DD})	-0.5V to +20V
Voltages referenced to V_{SS} Terminal	
INPUT VOLTAGE RANGE, ALL INPUTS	-0.5V to $V_{DD} + 0.5$ V
DC INPUT CURRENT, ANY ONE INPUT	± 10 mA
POWER DISSIPATION PER PACKAGE (P_D):	
For $T_A = -55^\circ\text{C}$ to $+100^\circ\text{C}$	500mW
For $T_A = +100^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$	Derate Linearly at 12mW/ $^\circ\text{C}$ to 200mW
DEVICE DISSIPATION PER OUTPUT TRANSISTOR	
FOR $T_A =$ FULL PACKAGE-TEMPERATURE RANGE (All Package Types)	100mW
OPERATING-TEMPERATURE RANGE (T_A)	-55°C to $+125^\circ\text{C}$
STORAGE TEMPERATURE RANGE (T_{stg})	-65°C to $+150^\circ\text{C}$
LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING):	
At distance 1/16 \pm 1/32 inch (1.59 \pm 0.78mm) from case for 10s max	$+285^\circ\text{C}$

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS at $T_A = 25^\circ\text{C}$, Except as Noted.

For maximum reliability, nominal operating conditions should be selected so that operation is always within the following ranges:

CHARACTERISTIC	V_{DD} (V)	LIMITS		UNITS
		Min.	Max.	
Supply-Voltage Range (For $T_A =$ Full Package-Temperature Range)		3	18	V
Data Setup Time, t_S	5 10 15	150 70 40	-	ns
Strobe Pulse Width, t_W	5 10 15	250 100 75	-	ns

3
COMMERCIAL CMOS
HIGH VOLTAGE ICs

CD4514B, CD4515B Types

STATIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

CHARACTERISTIC	CONDITIONS			LIMITS AT INDICATED TEMPERATURES (°C)							UNITS
	V _O (V)	V _{IN} (V)	V _{DD} (V)	-55			+25			Max.	
				-55	-40	+85	+125	Min.	Typ.		
Quiescent Device Current, I _{DD} Max.	-	0.5	5	5	5	150	150	-	0.04	5	μA
	-	0.10	10	10	10	300	300	-	0.04	10	
	-	0.15	15	20	20	600	600	-	0.04	20	
	-	0.20	20	100	100	3000	3000	-	0.08	100	
Output Low (Sink) Current, I _{OL} Min.	0.4	0.5	5	0.64	0.61	0.42	0.36	0.51	1	-	mA
	0.5	0.10	10	1.6	1.5	1.1	0.9	1.3	2.6	-	
	1.5	0.15	15	4.2	4	2.8	2.4	3.4	6.8	-	
Output High (Source) Current, I _{OH} Min.	4.6	0.5	5	-0.64	-0.61	-0.42	-0.36	-0.51	-1	-	mA
	2.5	0.5	5	-2	-1.8	-1.3	-1.15	-1.6	-3.2	-	
	9.5	0.10	10	-1.6	-1.5	-1.1	-0.9	-1.3	-2.6	-	
	13.5	0.15	15	-4.2	-4	-2.8	-2.4	-3.4	-6.8	-	
Output Voltage: Low-Level, V _{OL} Max.	-	0.5	5	0.05			0			0.05	V
	-	0.10	10	0.05			0			0.05	
	-	0.15	15	0.05			0			0.05	
Output Voltage: High-Level, V _{OH} Min.	-	0.5	5	4.95			4.95			5	V
	-	0.10	10	9.95			9.95			10	
	-	0.15	15	14.95			14.95			15	
Input Low Voltage, V _{IL} Max.	0.5, 4.5	-	5	1.5			-			1.5	V
	1.9	-	10	3			-			3	
	1.5, 13.5	-	15	4			-			4	
Input High Voltage, V _{IH} Min.	0.5, 4.5	-	5	3.5			3.5			-	V
	1.9	-	10	7			7			-	
	1.5, 13.5	-	15	11			11			-	
Input Current I _{IN} Max.	-	0.18	18	±0.1	±0.1	±1	±1	-	±10 ⁻⁵	±0.1	μA

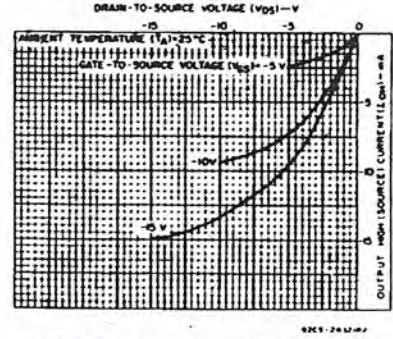


Fig. 4 - Minimum output high (source) current characteristics.

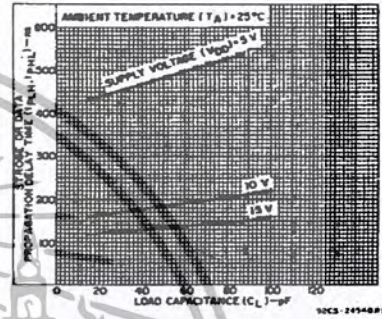


Fig. 5 - Typical strobe or data propagation delay time vs. load capacitance.

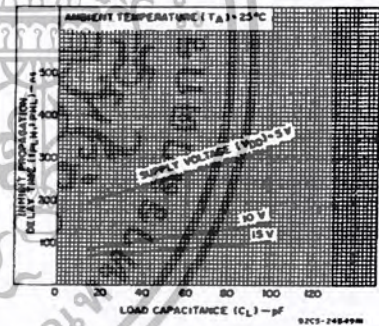


Fig. 6 - Typical inhibit propagation delay time vs. load capacitance.

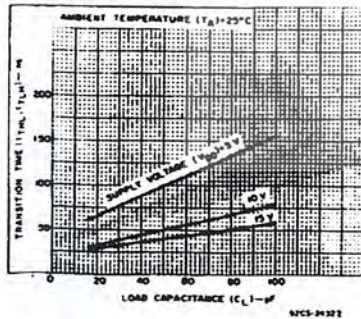


Fig. 7 - Typical low-to-high transition time vs. load capacitance.

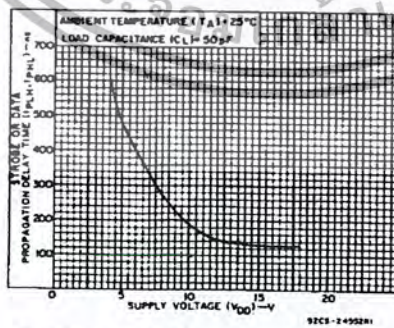


Fig. 8 - Typical strobe or data propagation delay time vs. supply voltage.

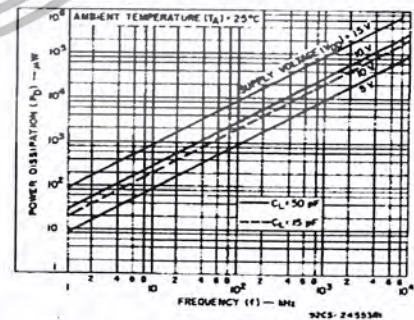


Fig. 9 - Typical power dissipation vs. frequency.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CD4514B, CD4515B Types

DYNAMIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS at $T_A = 25^\circ\text{C}$; Input $t_r, t_f = 20 \text{ ns}$, $C_L = 50 \text{ pF}$, $R_L = 200 \text{ k}\Omega$

CHARACTERISTIC	TEST CONDITIONS	LIMITS		UNITS	
		VDD V	Typ.		Max.
Propagation Delay Time: t_{PHL} , t_{PLH} Strobe or Data		5	485	970	
		10	185	370	
		15	135	270	
Inhibit		5	250	500	ns
		10	110	220	
		15	85	170	
Transition Time, t_{TLH} , t_{THL}		5	100	200	
		10	50	100	
		15	40	80	
Minimum Strobe Pulse Width, t_W		5	125	250	ns
		10	50	100	
		15	40	75	
Minimum Data Setup Time, t_S		5	75	150	ns
		10	35	70	
		15	20	40	
Input Capacitance, C_{IN}	Any Input	-	5	7.5	pF

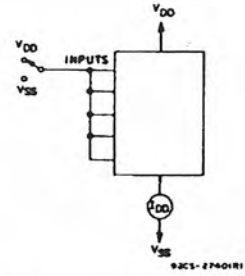


Fig. 10 - Quiescent device current test circuit.

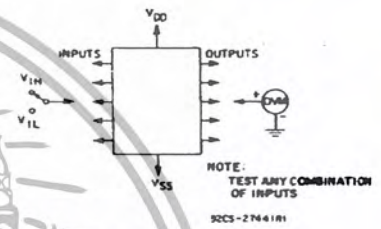


Fig. 11 - Input voltage test circuit.

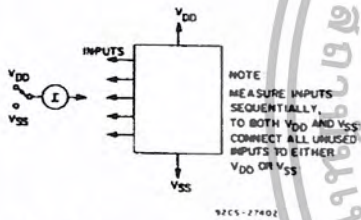


Fig. 12 - Input current test circuit.

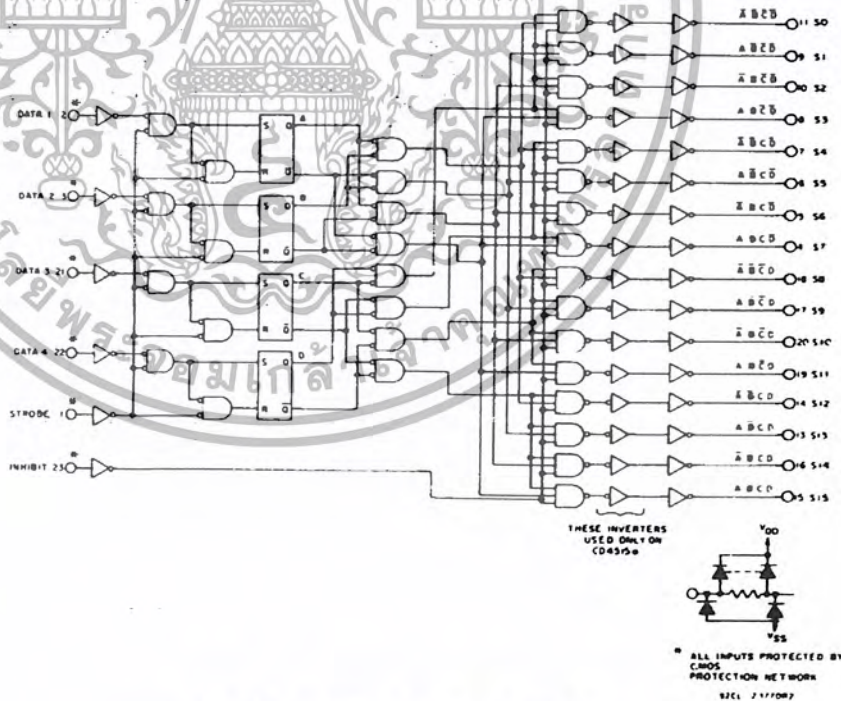


Fig. 13 - Logic diagram for CD4514B and CD4515B.

3
COMMERCIAL CMOS
HIGH VOLTAGE ICs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CD4514B, CD4515B Types

DECODE TRUTH TABLE (Strobe = 1)

INHIBIT	DECODER INPUTS				SELECTED OUTPUT CD4514B = Logic 1 (High) CD4515B = Logic 0 (Low)
	D	C	B	A	
0	0	0	0	0	S0
0	0	0	0	1	S1
0	0	0	1	0	S2
0	0	0	1	1	S3
0	0	1	0	0	S4
0	0	1	0	1	S5
0	0	1	1	0	S6
0	0	1	1	1	S7
0	1	0	0	0	S8
0	1	0	0	1	S9
0	1	0	1	0	S10
0	1	0	1	1	S11
0	1	1	0	0	S12
0	1	1	0	1	S13
0	1	1	1	0	S14
0	1	1	1	1	S15
1	X	X	X	X	All Outputs = 0, CD4514B All Outputs = 1, CD4515B

X = Don't Care Logic 1 = high Logic 0 = low

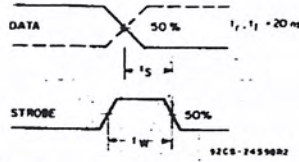
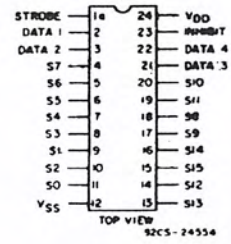
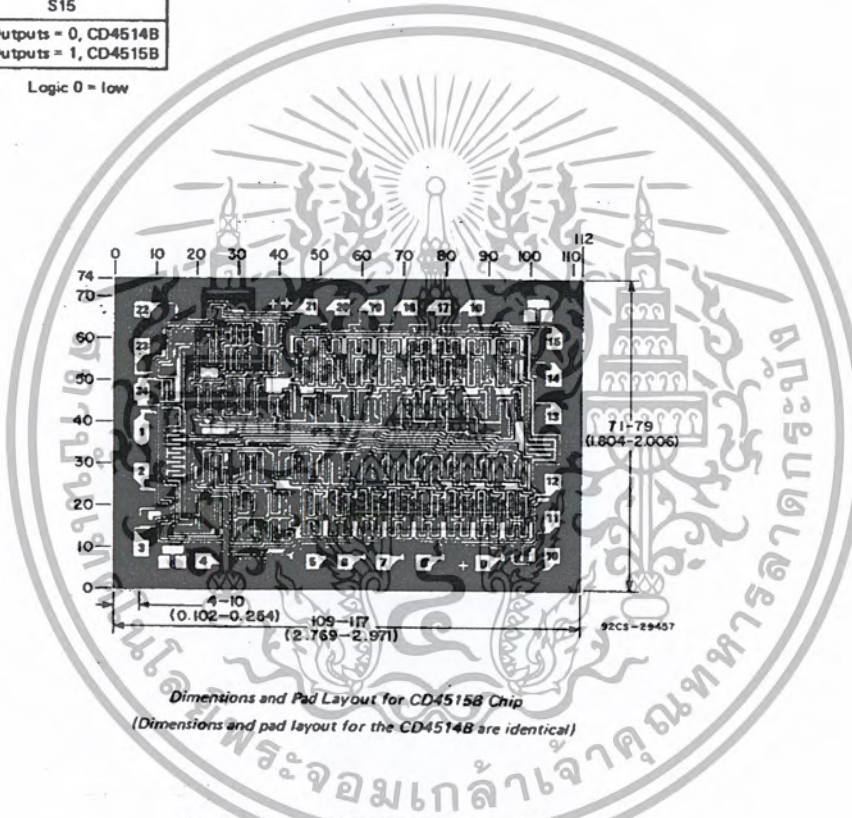


Fig. 14 — Waveforms for setup time and strobe pulse width.



**CD4514B
CD4515B**

TERMINAL ASSIGNMENT

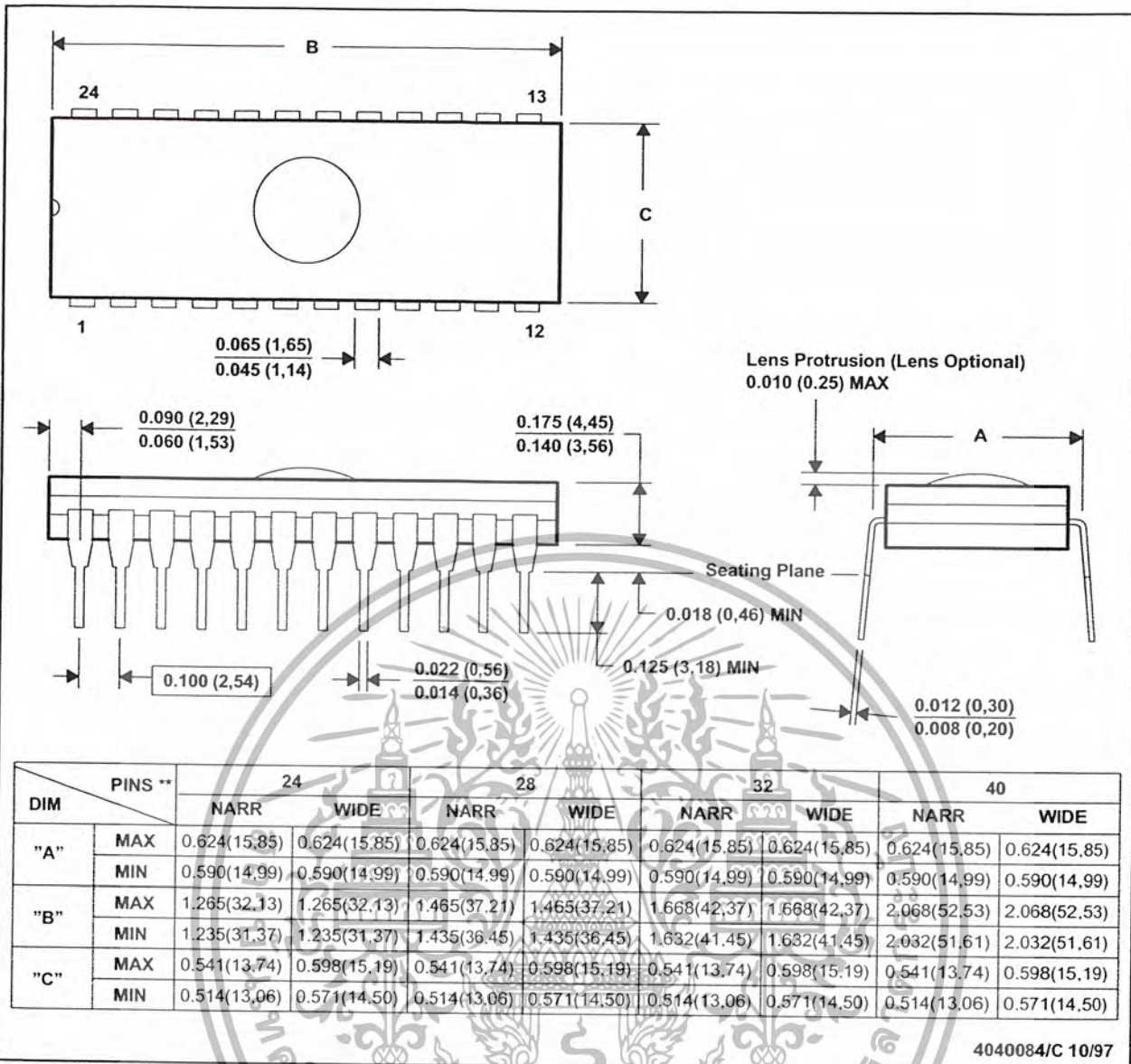


*Dimensions and Pad Layout for CD4515B Chip
(Dimensions and pad layout for the CD4514B are identical)*

Dimensions in parentheses are in millimeters and are derived from the basic inch dimensions as indicated. Grid graduations are in mils (10⁻³ inch).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24 PINS SHOWN



4040084/C 10/97

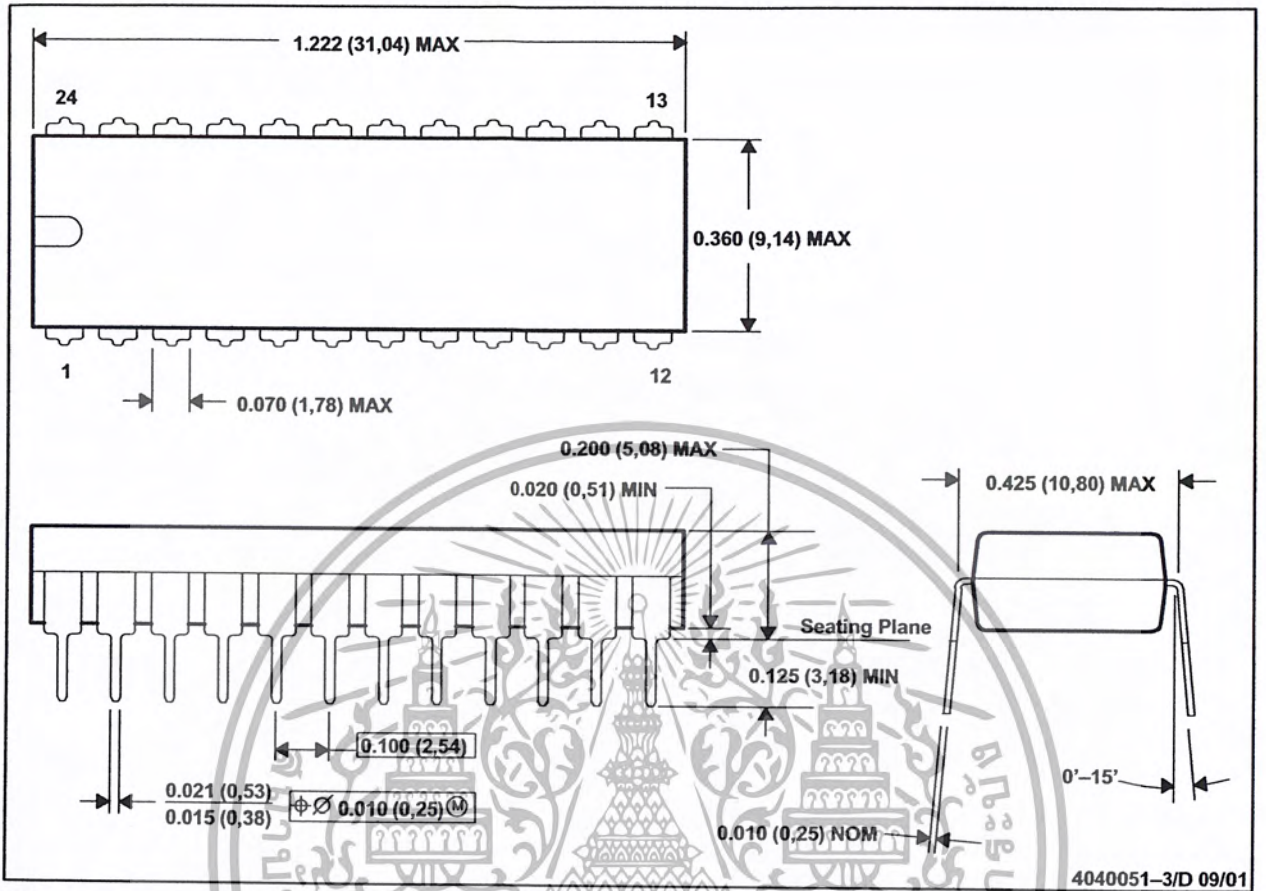
- NOTES: A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
 B. This drawing is subject to change without notice.
 C. Window (lens) added to this group of packages (24-, 28-, 32-, 40-pin).
 D. This package can be hermetically sealed with a ceramic lid using glass frit.
 E. Index point is provided on cap for terminal identification.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N (R-PDIP-T24)

PLASTIC DUAL-IN-LINE



4040051-3/D 09/01

- NOTES: A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
 B. This drawing is subject to change without notice.
 C. Falls within JEDEC MS-010



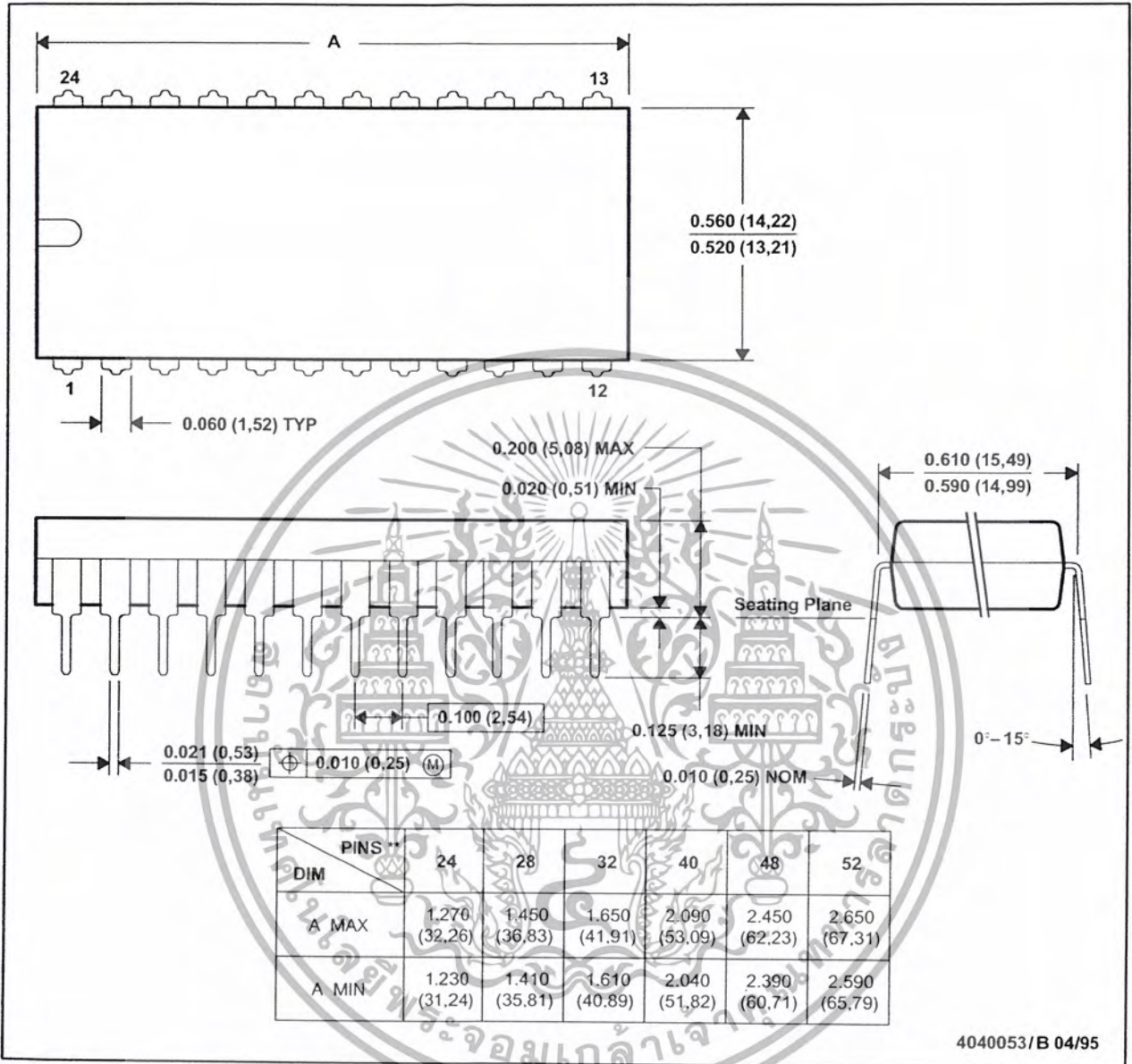
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N (R-PDIP-T**)

PLASTIC DUAL-IN-LINE PACKAGE

24 PIN SHOWN



- NOTES: A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
 B. This drawing is subject to change without notice.
 C. Falls within JEDEC MS-011
 D. Falls within JEDEC MS-015 (32 pin only)



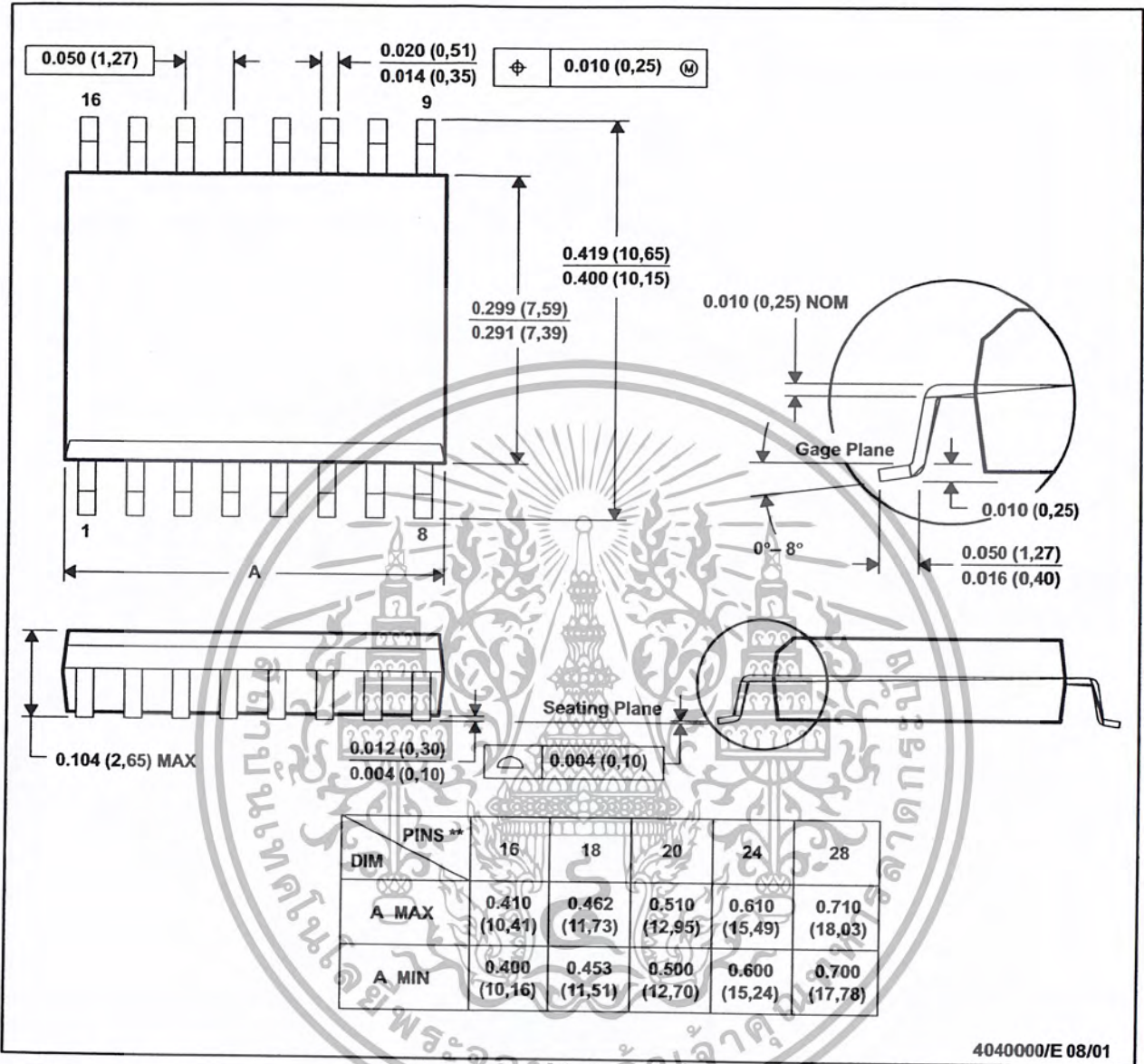
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DW (R-PDSO-G**)

PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE

16 PINS SHOWN



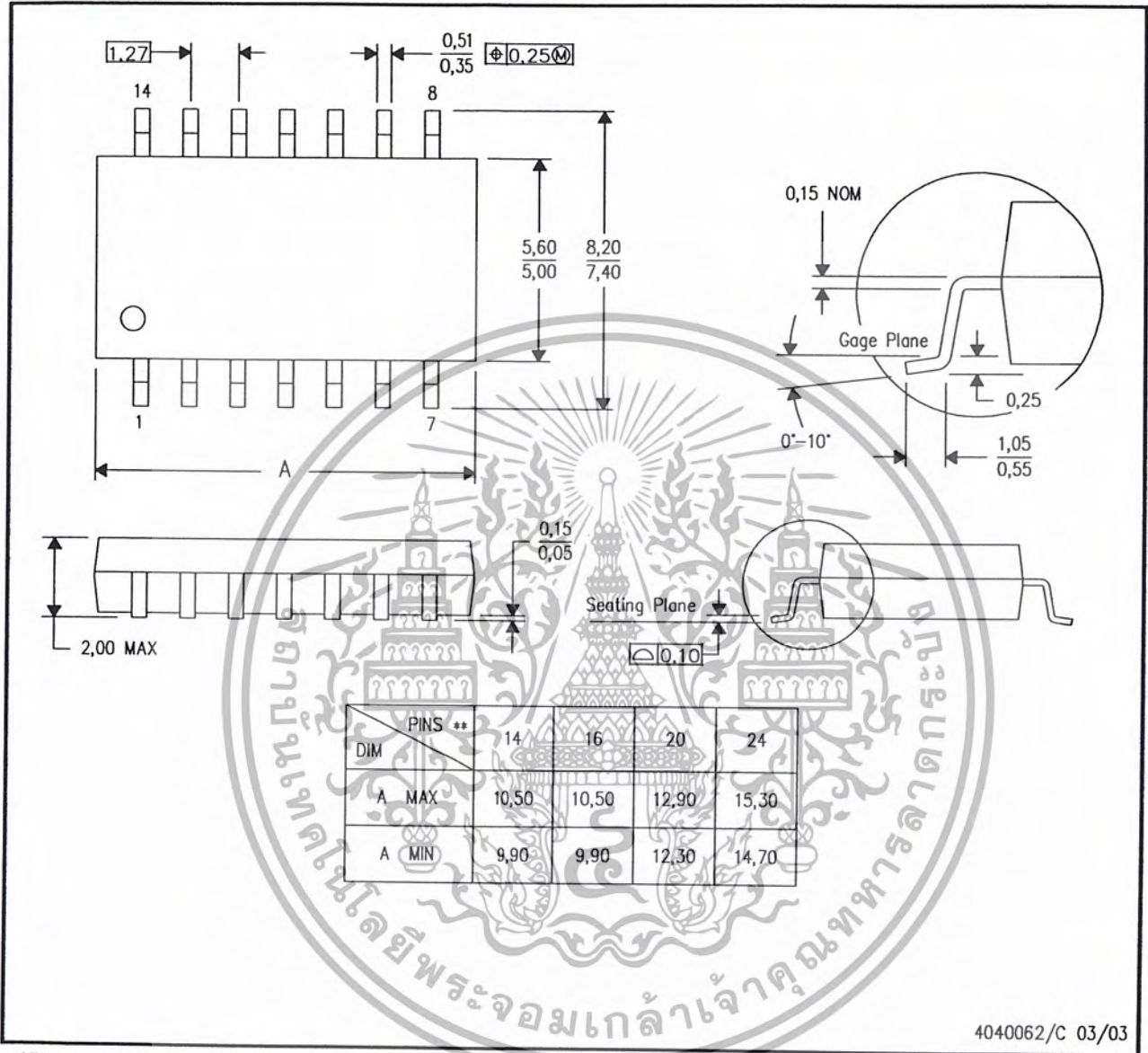
- NOTES: A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
 B. This drawing is subject to change without notice.
 C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion not to exceed 0.006 (0,15).
 D. Falls within JEDEC MS-013

MECHANICAL DATA

NS (R-PDSO-G**)

PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE

14-PINS SHOWN



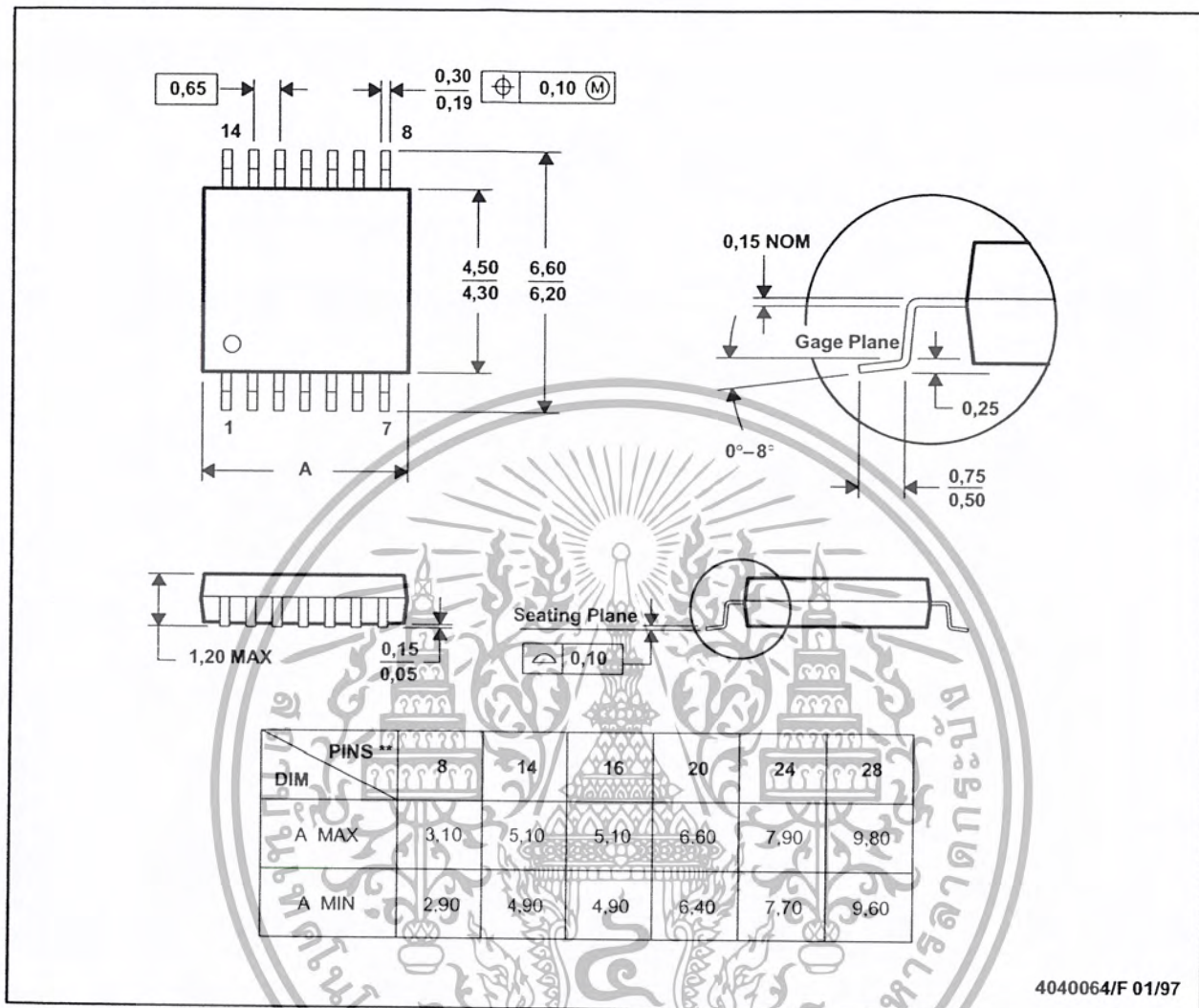
4040062/C 03/03

- NOTES:
- A. All linear dimensions are in millimeters.
 - B. This drawing is subject to change without notice.
 - C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion, not to exceed 0,15.

PW (R-PDSO-G**)

PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE

14 PINS SHOWN



4040064/F 01/97

- NOTES: A. All linear dimensions are in millimeters.
 B. This drawing is subject to change without notice.
 C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion not to exceed 0.15.
 D. Falls within JEDEC MO-153

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries (TI) reserve the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and services at any time and to discontinue any product or service without notice. Customers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete. All products are sold subject to TI's terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgment.

TI warrants performance of its hardware products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary to support this warranty. Except where mandated by government requirements, testing of all parameters of each product is not necessarily performed.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. Customers are responsible for their products and applications using TI components. To minimize the risks associated with customer products and applications, customers should provide adequate design and operating safeguards.

TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any TI patent right, copyright, mask work right, or other TI intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which TI products or services are used. Information published by TI regarding third-party products or services does not constitute a license from TI to use such products or services or a warranty or endorsement thereof. Use of such information may require a license from a third party under the patents or other intellectual property of the third party, or a license from TI under the patents or other intellectual property of TI.

Reproduction of information in TI data books or data sheets is permissible only if reproduction is without alteration and is accompanied by all associated warranties, conditions, limitations, and notices. Reproduction of this information with alteration is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for such altered documentation.

Resale of TI products or services with statements different from or beyond the parameters stated by TI for that product or service voids all express and any implied warranties for the associated TI product or service and is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for any such statements.

Following are URLs where you can obtain information on other Texas Instruments products & application solutions:

Products		Applications	
Amplifiers	amplifier.ti.com	Audio	www.ti.com/audio
Data Converters	dataconverter.ti.com	Automotive	www.ti.com/automotive
DSP	dsp.ti.com	Broadband	www.ti.com/broadband
Interface	interface.ti.com	Digital Control	www.ti.com/digitalcontrol
Logic	logic.ti.com	Military	www.ti.com/military
Power Mgmt	power.ti.com	Optical Networking	www.ti.com/opticalnetwork
Microcontrollers	microcontroller.ti.com	Security	www.ti.com/security
		Telephony	www.ti.com/telephony
		Video & Imaging	www.ti.com/video
		Wireless	www.ti.com/wireless

Mailing Address: Texas Instruments
Post Office Box 655303 Dallas, Texas 75265

Copyright © 2003, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries (TI) reserve the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and services at any time and to discontinue any product or service without notice. Customers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete. All products are sold subject to TI's terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgment.

TI warrants performance of its hardware products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary to support this warranty. Except where mandated by government requirements, testing of all parameters of each product is not necessarily performed.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. Customers are responsible for their products and applications using TI components. To minimize the risks associated with customer products and applications, customers should provide adequate design and operating safeguards.

TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any TI patent right, copyright, mask work right, or other TI intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which TI products or services are used. Information published by TI regarding third-party products or services does not constitute a license from TI to use such products or services or a warranty or endorsement thereof. Use of such information may require a license from a third party under the patents or other intellectual property of the third party, or a license from TI under the patents or other intellectual property of TI.

Reproduction of information in TI data books or data sheets is permissible only if reproduction is without alteration and is accompanied by all associated warranties, conditions, limitations, and notices. Reproduction of this information with alteration is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for such altered documentation.

Resale of TI products or services with statements different from or beyond the parameters stated by TI for that product or service voids all express and any implied warranties for the associated TI product or service and is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for any such statements.

Following are URLs where you can obtain information on other Texas Instruments products & application solutions:

Products		Applications	
Amplifiers	amplifier.ti.com	Audio	www.ti.com/audio
Data Converters	dataconverter.ti.com	Automotive	www.ti.com/automotive
DSP	dsp.ti.com	Broadband	www.ti.com/broadband
Interface	interface.ti.com	Digital Control	www.ti.com/digitalcontrol
Logic	logic.ti.com	Military	www.ti.com/military
Power Mgmt	power.ti.com	Optical Networking	www.ti.com/opticalnetwork
Microcontrollers	microcontroller.ti.com	Security	www.ti.com/security
		Telephony	www.ti.com/telephony
		Video & Imaging	www.ti.com/video
		Wireless	www.ti.com/wireless

Mailing Address: Texas Instruments
Post Office Box 655303 Dallas, Texas 75265

Copyright © 2003, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



82C55A CHMOS PROGRAMMABLE PERIPHERAL INTERFACE

- Compatible with all Intel and Most Other Microprocessors
- High Speed, "Zero Wait State" Operation with 8 MHz 8086/88 and 80186/188
- 24 Programmable I/O Pins
- Low Power CHMOS
- Completely TTL Compatible
- Control Word Read-Back Capability
- Direct Bit Set/Reset Capability
- 2.5 mA DC Drive Capability on all I/O Port Outputs
- Available in 40-Pin DIP and 44-Pin PLCC
- Available in EXPRESS
 - Standard Temperature Range
 - Extended Temperature Range

The Intel 82C55A is a high-performance, CHMOS version of the industry standard 8255A general purpose programmable I/O device which is designed for use with all Intel and most other microprocessors. It provides 24 I/O pins which may be individually programmed in 2 groups of 12 and used in 3 major modes of operation. The 82C55A is pin compatible with the NMOS 8255A and 8255A-5.

In MODE 0, each group of 12 I/O pins may be programmed in sets of 4 and 8 to be inputs or outputs. In MODE 1, each group may be programmed to have 8 lines of input or output. 3 of the remaining 4 pins are used for handshaking and interrupt control signals. MODE 2 is a strobed bi-directional bus configuration.

The 82C55A is fabricated on Intel's advanced CHMOS III technology which provides low power consumption with performance equal to or greater than the equivalent NMOS product. The 82C55A is available in 40-pin DIP and 44-pin plastic leaded chip carrier (PLCC) packages.

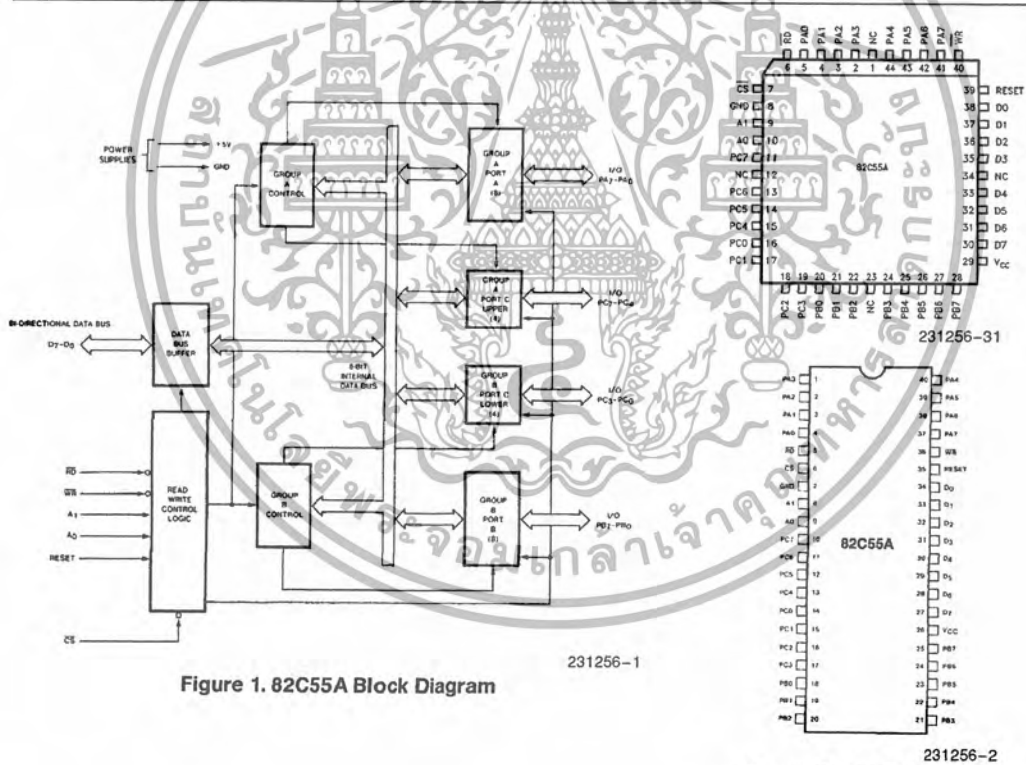


Figure 1. 82C55A Block Diagram

Figure 2. 82C55A Pinout
Diagrams are for pin reference only. Package sizes are not to scale.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1. Pin Description

Symbol	Pin Number Dip	PLCC	Type	Name and Function																																																																														
PA ₃₋₀	1-4	2-5	I/O	PORT A, PINS 0-3: Lower nibble of an 8-bit data output latch/buffer and an 8-bit data input latch.																																																																														
\overline{RD}	5	6	I	READ CONTROL: This input is low during CPU read operations.																																																																														
\overline{CS}	6	7	I	CHIP SELECT: A low on this input enables the 82C55A to respond to \overline{RD} and \overline{WR} signals. \overline{RD} and \overline{WR} are ignored otherwise.																																																																														
GND	7	8		System Ground																																																																														
A ₁₋₀	8-9	9-10	I	<p>ADDRESS: These input signals, in conjunction \overline{RD} and \overline{WR}, control the selection of one of the three ports or the control word registers.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>A₁</th> <th>A₀</th> <th>\overline{RD}</th> <th>\overline{WR}</th> <th>\overline{CS}</th> <th>Input Operation (Read)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>Port A - Data Bus</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>Port B - Data Bus</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>Port C - Data Bus</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>Control Word - Data Bus</td> </tr> <tr> <th colspan="6">Output Operation (Write)</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>Data Bus - Port A</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>Data Bus - Port B</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>Data Bus - Port C</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>Data Bus - Control</td> </tr> <tr> <th colspan="6">Disable Function</th> </tr> <tr> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>1</td> <td>Data Bus - 3 - State</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>X</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>Data Bus - 3 - State</td> </tr> </tbody> </table>	A ₁	A ₀	\overline{RD}	\overline{WR}	\overline{CS}	Input Operation (Read)	0	0	0	1	0	Port A - Data Bus	0	1	0	1	0	Port B - Data Bus	1	0	0	1	0	Port C - Data Bus	1	1	0	1	0	Control Word - Data Bus	Output Operation (Write)						0	0	1	0	0	Data Bus - Port A	0	1	1	0	0	Data Bus - Port B	1	0	1	0	0	Data Bus - Port C	1	1	1	0	0	Data Bus - Control	Disable Function						X	X	X	X	1	Data Bus - 3 - State	X	X	1	1	0	Data Bus - 3 - State
A ₁	A ₀	\overline{RD}	\overline{WR}	\overline{CS}	Input Operation (Read)																																																																													
0	0	0	1	0	Port A - Data Bus																																																																													
0	1	0	1	0	Port B - Data Bus																																																																													
1	0	0	1	0	Port C - Data Bus																																																																													
1	1	0	1	0	Control Word - Data Bus																																																																													
Output Operation (Write)																																																																																		
0	0	1	0	0	Data Bus - Port A																																																																													
0	1	1	0	0	Data Bus - Port B																																																																													
1	0	1	0	0	Data Bus - Port C																																																																													
1	1	1	0	0	Data Bus - Control																																																																													
Disable Function																																																																																		
X	X	X	X	1	Data Bus - 3 - State																																																																													
X	X	1	1	0	Data Bus - 3 - State																																																																													
PC ₇₋₄	10-13	11,13-15	I/O	PORT C, PINS 4-7: Upper nibble of an 8-bit data output latch/buffer and an 8-bit data input buffer (no latch for input). This port can be divided into two 4-bit ports under the mode control. Each 4-bit port contains a 4-bit latch and it can be used for the control signal outputs and status signal inputs in conjunction with ports A and B.																																																																														
PC ₀₋₃	14-17	16-19	I/O	PORT C, PINS 0-3: Lower nibble of Port C.																																																																														
PB ₀₋₇	18-25	20-22, 24-28	I/O	PORT B, PINS 0-7: An 8-bit data output latch/buffer and an 8-bit data input buffer.																																																																														
V _{CC}	26	29		SYSTEM POWER: + 5V Power Supply.																																																																														
D ₇₋₀	27-34	30-33, 35-38	I/O	DATA BUS: Bi-directional, tri-state data bus lines, connected to system data bus.																																																																														
RESET	35	39	I	RESET: A high on this input clears the control register and all ports are set to the input mode.																																																																														
\overline{WR}	36	40	I	WRITE CONTROL: This input is low during CPU write operations.																																																																														
PA ₇₋₄	37-40	41-44	I/O	PORT A, PINS 4-7: Upper nibble of an 8-bit data output latch/buffer and an 8-bit data input latch.																																																																														
NC		1, 12, 23, 34		No Connect																																																																														

82C55A FUNCTIONAL DESCRIPTION

General

The 82C55A is a programmable peripheral interface device designed for use in Intel microcomputer systems. Its function is that of a general purpose I/O component to interface peripheral equipment to the microcomputer system bus. The functional configuration of the 82C55A is programmed by the system software so that normally no external logic is necessary to interface peripheral devices or structures.

Data Bus Buffer

This 3-state bidirectional 8-bit buffer is used to interface the 82C55A to the system data bus. Data is transmitted or received by the buffer upon execution of input or output instructions by the CPU. Control words and status information are also transferred through the data bus buffer.

Read/Write and Control Logic

The function of this block is to manage all of the internal and external transfers of both Data and Control or Status words. It accepts inputs from the CPU Address and Control busses and in turn, issues commands to both of the Control Groups.

Group A and Group B Controls

The functional configuration of each port is programmed by the systems software. In essence, the CPU "outputs" a control word to the 82C55A. The control word contains information such as "mode", "bit set", "bit reset", etc., that initializes the functional configuration of the 82C55A.

Each of the Control blocks (Group A and Group B) accepts "commands" from the Read/Write Control Logic, receives "control words" from the internal data bus and issues the proper commands to its associated ports.

Control Group A - Port A and Port C upper (C7-C4)
Control Group B - Port B and Port C lower (C3-C0)

The control word register can be both written and read as shown in the address decode table in the pin descriptions. Figure 6 shows the control word format for both Read and Write operations. When the control word is read, bit D7 will always be a logic "1", as this implies control word mode information.

Ports A, B, and C

The 82C55A contains three 8-bit ports (A, B, and C). All can be configured in a wide variety of functional characteristics by the system software but each has its own special features or "personality" to further enhance the power and flexibility of the 82C55A.

Port A. One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit input latch buffer. Both "pull-up" and "pull-down" bus hold devices are present on Port A.

Port B. One 8-bit data input/output latch/buffer. Only "pull-up" bus hold devices are present on Port B.

Port C. One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit data input buffer (no latch for input). This port can be divided into two 4-bit ports under the mode control. Each 4-bit port contains a 4-bit latch and it can be used for the control signal outputs and status signal inputs in conjunction with ports A and B. Only "pull-up" bus hold devices are present on Port C.

See Figure 4 for the bus-hold circuit configuration for Port A, B, and C.

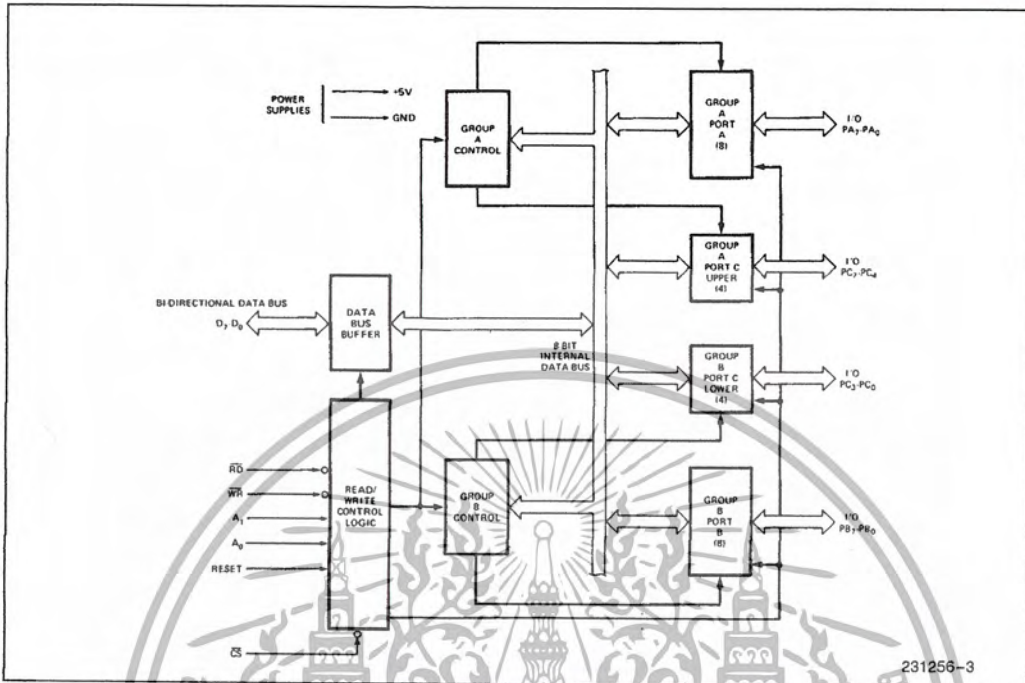
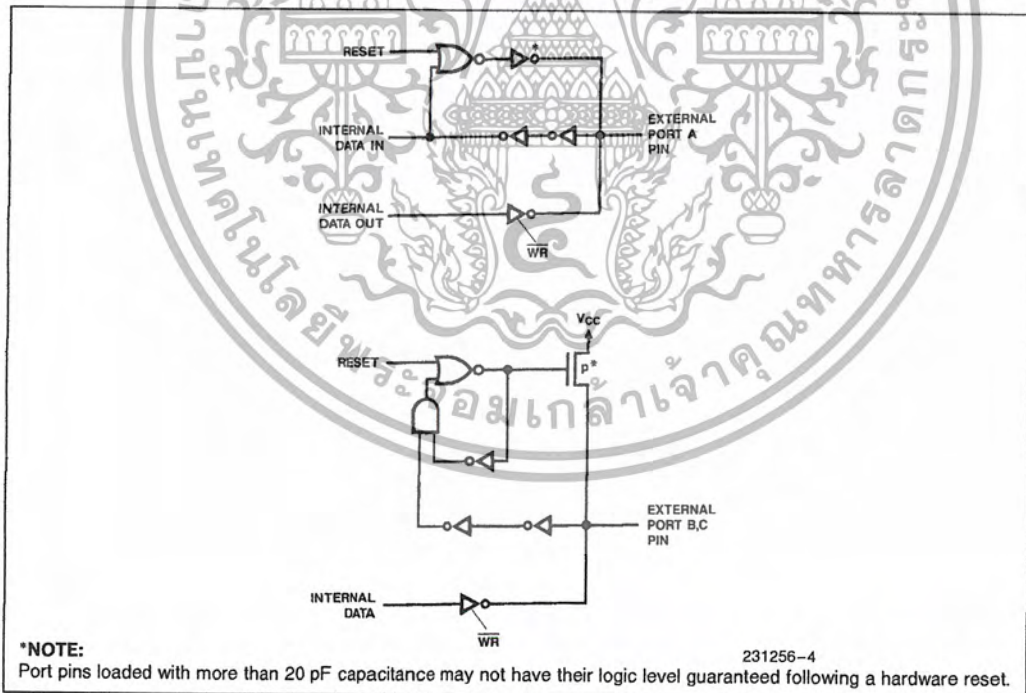


Figure 3. 82C55A Block Diagram Showing Data Bus Buffer and Read/Write Control Logic Functions



***NOTE:** Port pins loaded with more than 20 pF capacitance may not have their logic level guaranteed following a hardware reset.

Figure 4. Port A, B, C, Bus-hold Configuration

82C55A OPERATIONAL DESCRIPTION

Mode Selection

There are three basic modes of operation that can be selected by the system software:

- Mode 0 — Basic input/output
- Mode 1 — Strobed Input/output
- Mode 2 — Bi-directional Bus

When the reset input goes "high" all ports will be set to the input mode with all 24 port lines held at a logic "one" level by the internal bus hold devices (see Figure 4 Note). After the reset is removed the 82C55A can remain in the input mode with no additional initialization required. This eliminates the need for pullup or pulldown devices in "all CMOS" designs. During the execution of the system program, any of the other modes may be selected by using a single output instruction. This allows a single 82C55A to service a variety of peripheral devices with a simple software maintenance routine.

The modes for Port A and Port B can be separately defined, while Port C is divided into two portions as required by the Port A and Port B definitions. All of the output registers, including the status flip-flops, will be reset whenever the mode is changed. Modes may be combined so that their functional definition can be "tailored" to almost any I/O structure. For instance; Group B can be programmed in Mode 0 to monitor simple switch closings or display computational results, Group A could be programmed in Mode 1 to monitor a keyboard or tape reader on an interrupt-driven basis.

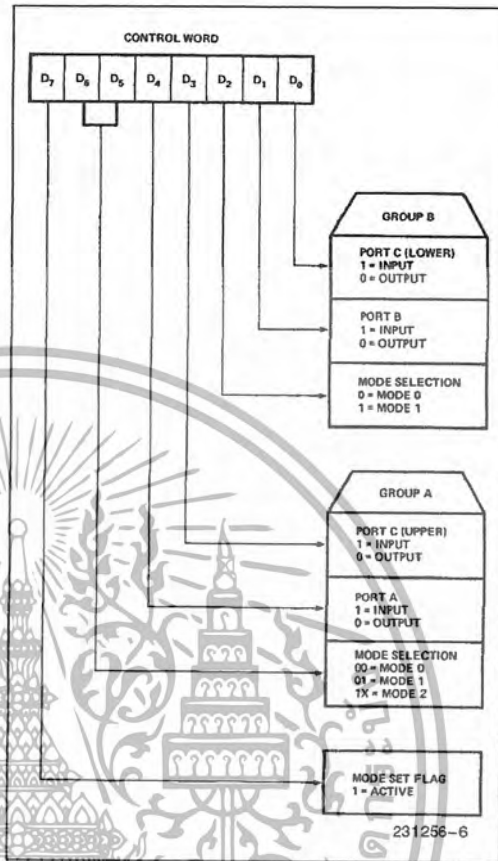


Figure 6. Mode Definition Format

The mode definitions and possible mode combinations may seem confusing at first but after a cursory review of the complete device operation a simple, logical I/O approach will surface. The design of the 82C55A has taken into account things such as efficient PC board layout, control signal definition vs PC layout and complete functional flexibility to support almost any peripheral device with no external logic. Such design represents the maximum use of the available pins.

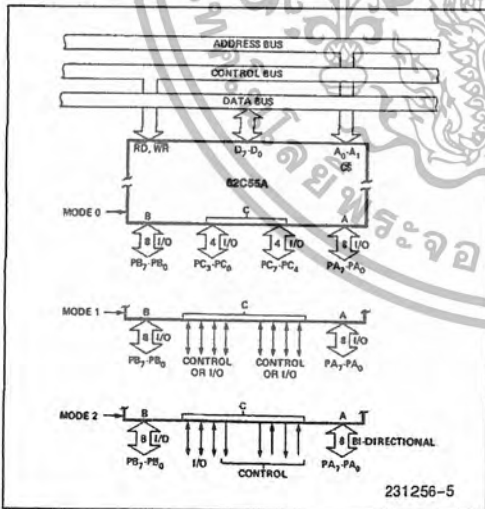


Figure 5. Basic Mode Definitions and Bus Interface

Single Bit Set/Reset Feature

Any of the eight bits of Port C can be Set or Reset using a single OUTput instruction. This feature reduces software requirements in Control-based applications.

When Port C is being used as status/control for Port A or B, these bits can be set or reset by using the Bit Set/Reset operation just as if they were data output ports.

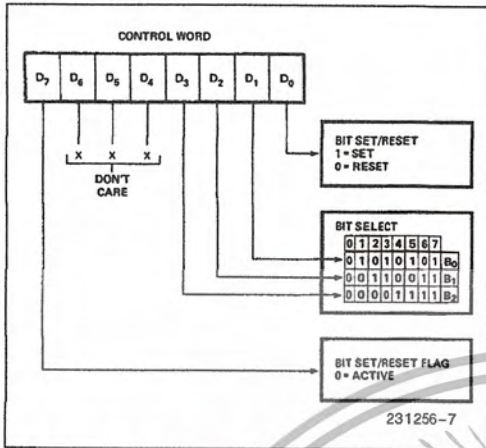


Figure 7. Bit Set/Reset Format

Interrupt Control Functions

When the 82C55A is programmed to operate in mode 1 or mode 2, control signals are provided that can be used as interrupt request inputs to the CPU. The interrupt request signals, generated from port C, can be inhibited or enabled by setting or resetting the associated INTE flip-flop, using the bit set/reset function of port C.

This function allows the Programmer to disallow or allow a specific I/O device to interrupt the CPU without affecting any other device in the interrupt structure.

INTE flip-flop definition:

- (BIT-SET)—INTE is SET—Interrupt enable
- (BIT-RESET)—INTE is RESET—Interrupt disable

Note:

All Mask flip-flops are automatically reset during mode selection and device Reset.



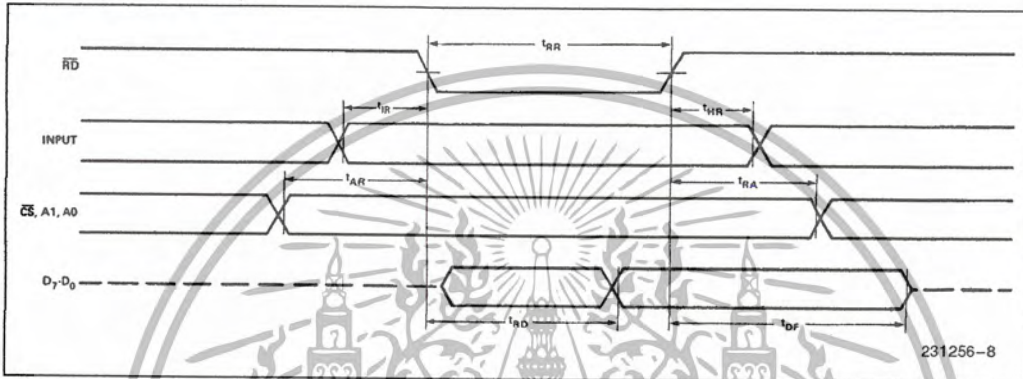
Operating Modes

Mode 0 (Basic Input/Output). This functional configuration provides simple input and output operations for each of the three ports. No "handshaking" is required, data is simply written to or read from a specified port.

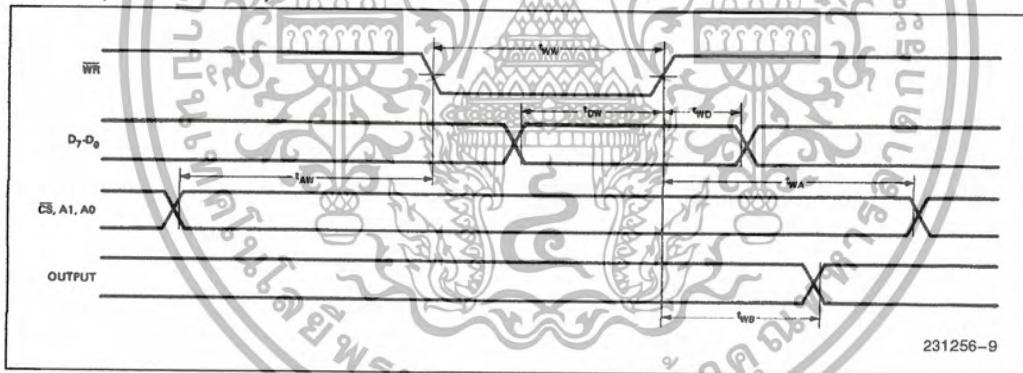
Mode 0 Basic Functional Definitions:

- Two 8-bit ports and two 4-bit ports.
- Any port can be input or output.
- Outputs are latched.
- Inputs are not latched.
- 16 different Input/Output configurations are possible in this Mode.

MODE 0 (BASIC INPUT)



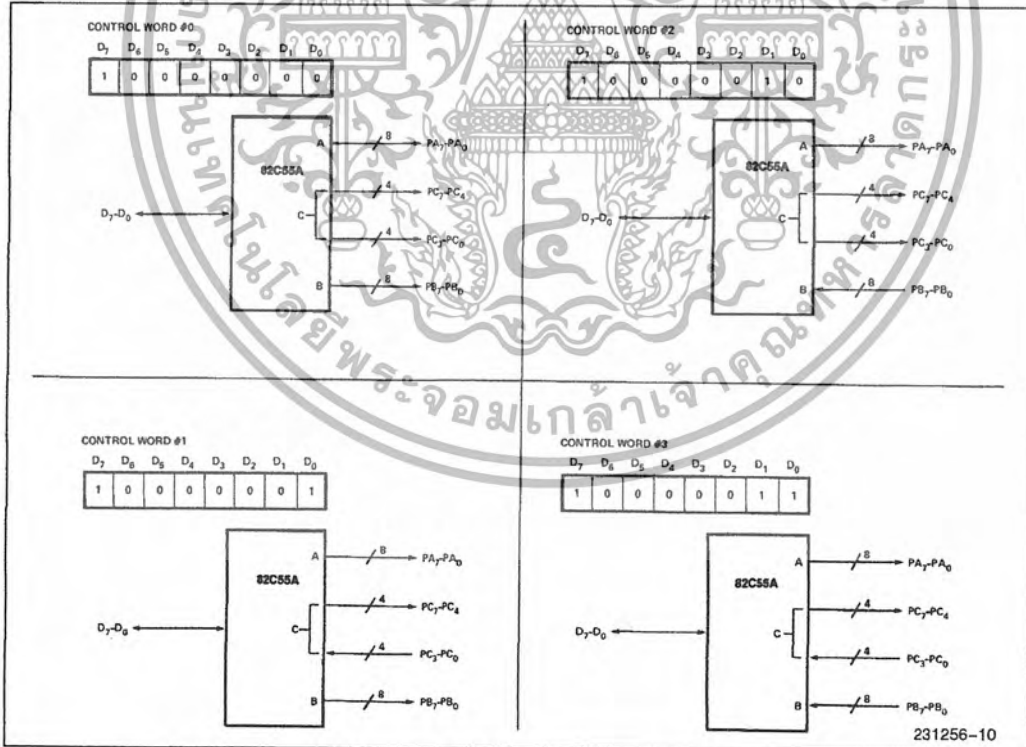
MODE 0 (BASIC OUTPUT)



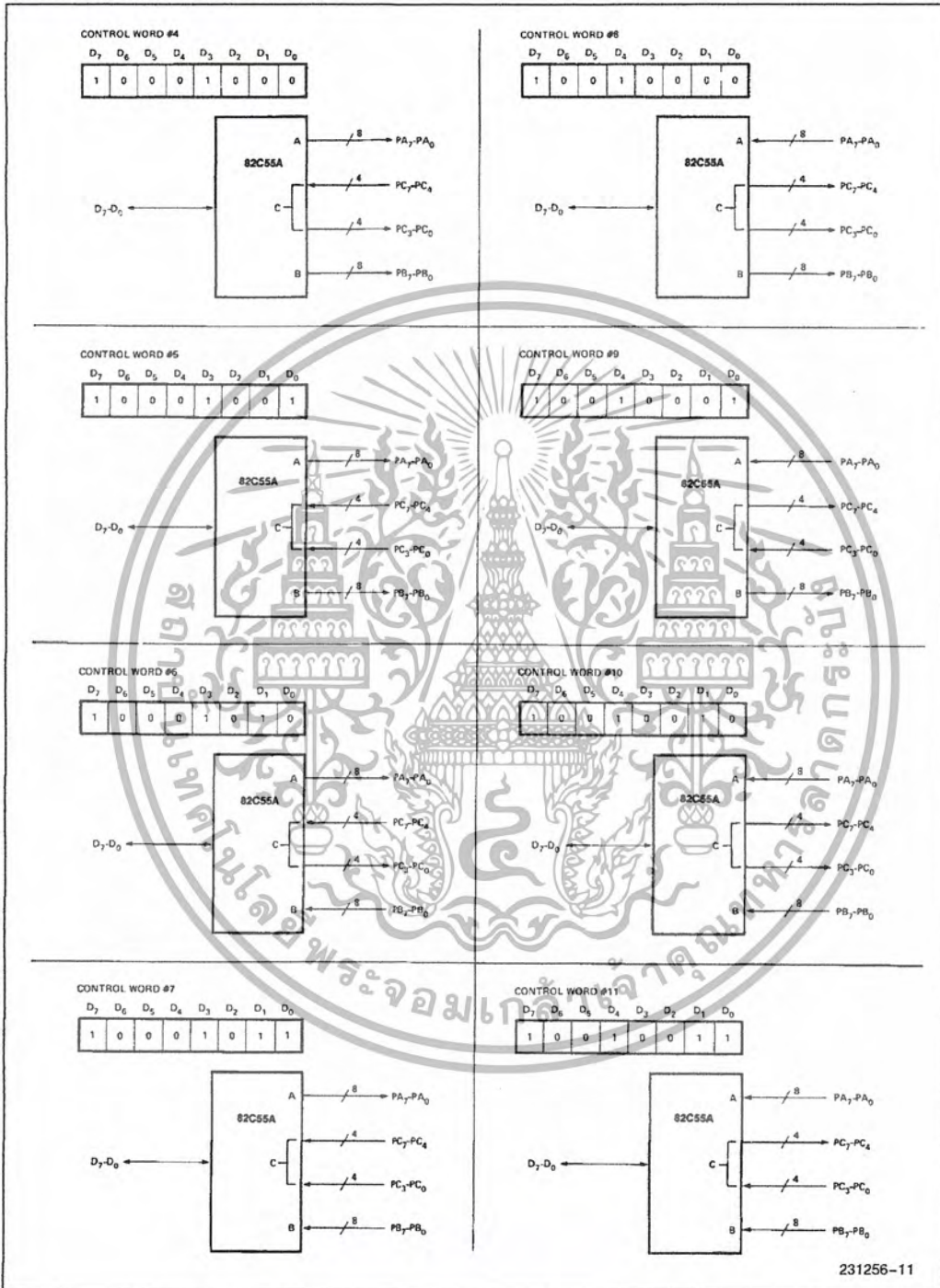
MODE 0 Port Definition

A		B		GROUP A			GROUP B	
D ₄	D ₃	D ₁	D ₀	PORT A	PORT C (UPPER)	#	PORT B	PORT C (LOWER)
0	0	0	0	OUTPUT	OUTPUT	0	OUTPUT	OUTPUT
0	0	0	1	OUTPUT	OUTPUT	1	OUTPUT	INPUT
0	0	1	0	OUTPUT	OUTPUT	2	INPUT	OUTPUT
0	0	1	1	OUTPUT	OUTPUT	3	INPUT	INPUT
0	1	0	0	OUTPUT	INPUT	4	OUTPUT	OUTPUT
0	1	0	1	OUTPUT	INPUT	5	OUTPUT	INPUT
0	1	1	0	OUTPUT	INPUT	6	INPUT	OUTPUT
0	1	1	1	OUTPUT	INPUT	7	INPUT	INPUT
1	0	0	0	INPUT	OUTPUT	8	OUTPUT	OUTPUT
1	0	0	1	INPUT	OUTPUT	9	OUTPUT	INPUT
1	0	1	0	INPUT	OUTPUT	10	INPUT	OUTPUT
1	0	1	1	INPUT	OUTPUT	11	INPUT	INPUT
1	1	0	0	INPUT	INPUT	12	OUTPUT	OUTPUT
1	1	0	1	INPUT	INPUT	13	OUTPUT	INPUT
1	1	1	0	INPUT	INPUT	14	INPUT	OUTPUT
1	1	1	1	INPUT	INPUT	15	INPUT	INPUT

MODE 0 Configurations



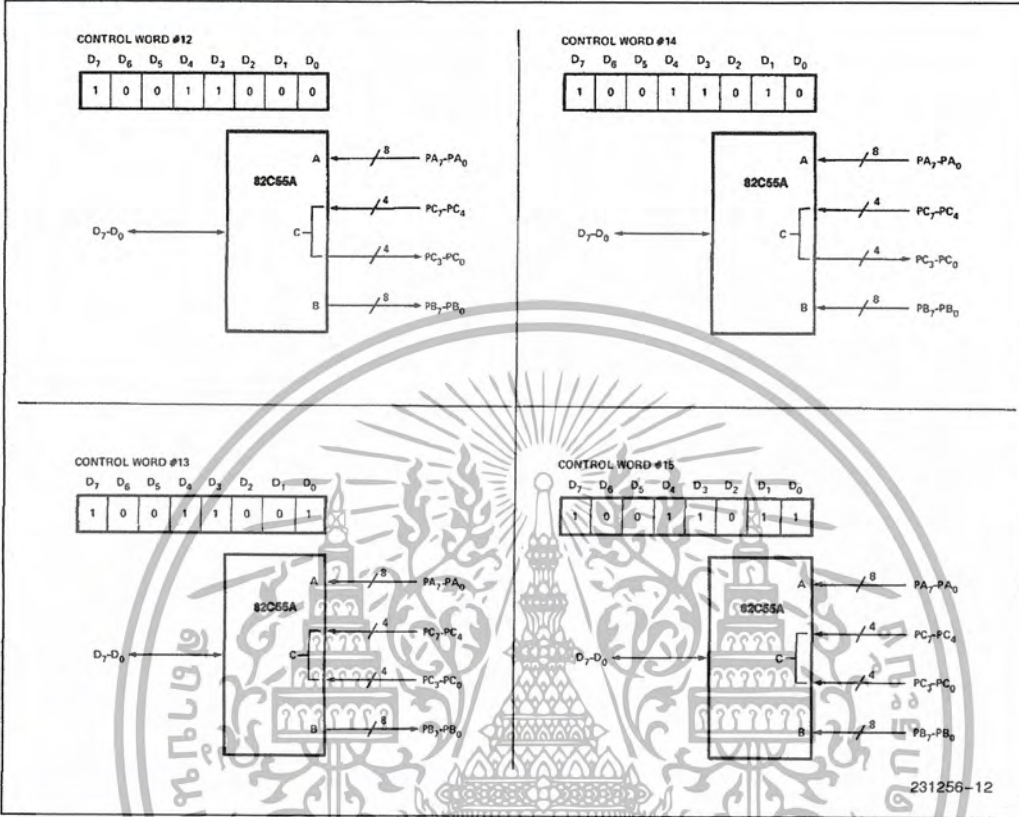
MODE 0 Configurations (Continued)



231256-11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE 0 Configurations (Continued)



Operating Modes

MODE 1 (Strobed Input/Output). This functional configuration provides a means for transferring I/O data to or from a specified port in conjunction with strobes or "handshaking" signals. In mode 1, Port A and Port B use the lines on Port C to generate or accept these "handshaking" signals.

Mode 1 Basic functional Definitions:

- Two Groups (Group A and Group B).
- Each group contains one 8-bit data port and one 4-bit control/data port.
- The 8-bit data port can be either input or output. Both inputs and outputs are latched.
- The 4-bit port is used for control and status of the 8-bit data port.

Input Control Signal Definition

STB (Strobe Input). A "low" on this input loads data into the input latch.

IBF (Input Buffer Full F/F)

A "high" on this output indicates that the data has been loaded into the input latch; in essence, an acknowledgement. IBF is set by STB input being low and is reset by the rising edge of the RD input.

INTR (Interrupt Request)

A "high" on this output can be used to interrupt the CPU when an input device is requesting service. INTR is set by the STB is a "one", IBF is a "one" and INTE is a "one". It is reset by the falling edge of RD. This procedure allows an input device to request service from the CPU by simply strobing its data into the port.

INTE A

Controlled by bit set/reset of PC₄.

INTE B

Controlled by bit set/reset of PC₂.

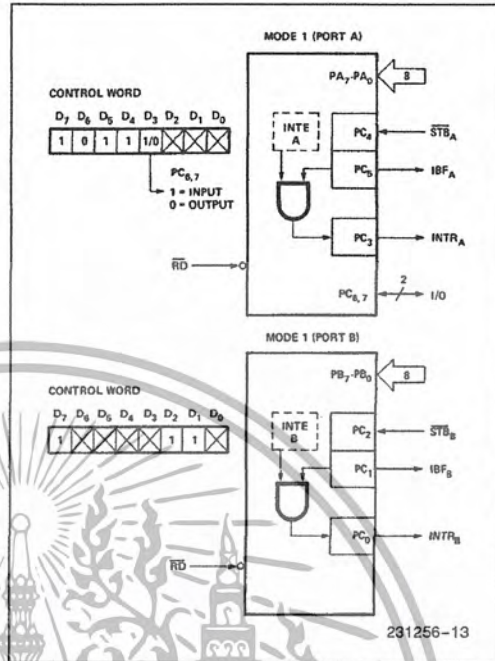


Figure 8. MODE 1 Input

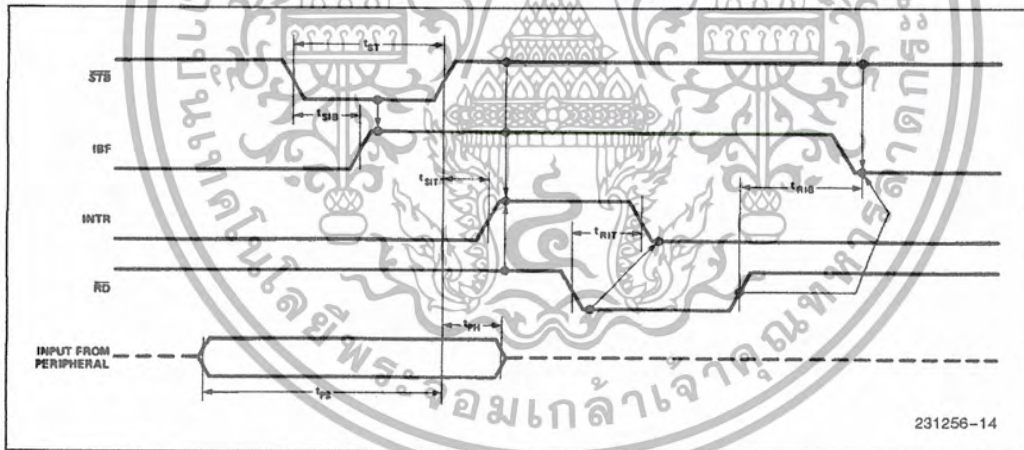


Figure 9. MODE 1 (Strobed Input)

Output Control Signal Definition

\overline{OBF} (Output Buffer Full F/F). The \overline{OBF} output will go "low" to indicate that the CPU has written data out to the specified port. The \overline{OBF} F/F will be set by the rising edge of the \overline{WR} input and reset by \overline{ACK} Input being low.

\overline{ACK} (Acknowledge Input). A "low" on this input informs the 82C55A that the data from Port A or Port B has been accepted. In essence, a response from the peripheral device indicating that it has received the data output by the CPU.

INTR (Interrupt Request). A "high" on this output can be used to interrupt the CPU when an output device has accepted data transmitted by the CPU. INTR is set when \overline{ACK} is a "one", \overline{OBF} is a "one" and INTE is a "one". It is reset by the falling edge of \overline{WR} .

INTE A

Controlled by bit set/reset of PC₆.

INTE B

Controlled by bit set/reset of PC₂.

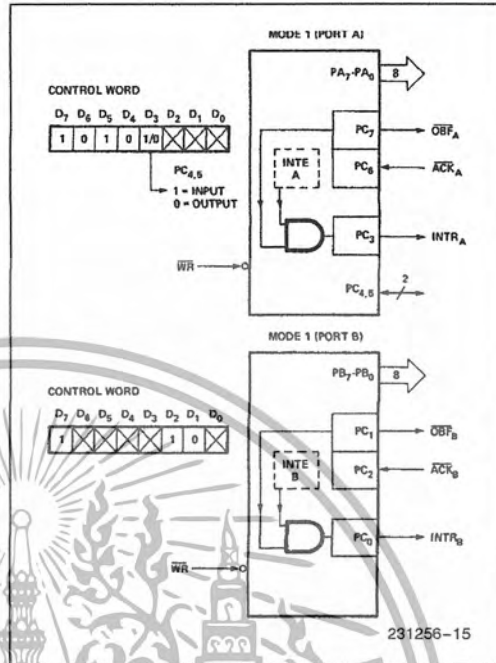


Figure 10. MODE 1 Output

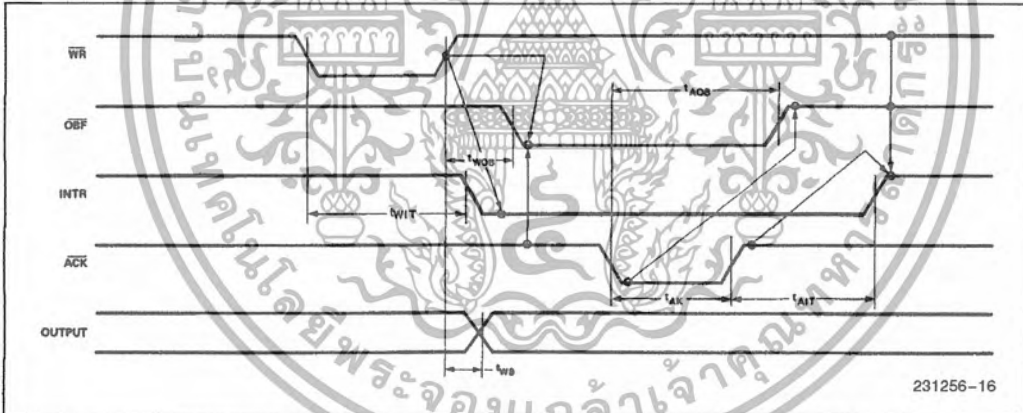


Figure 11. MODE 1 (Strobed Output)

Combinations of MODE 1

Port A and Port B can be individually defined as input or output in Mode 1 to support a wide variety of strobed I/O applications.

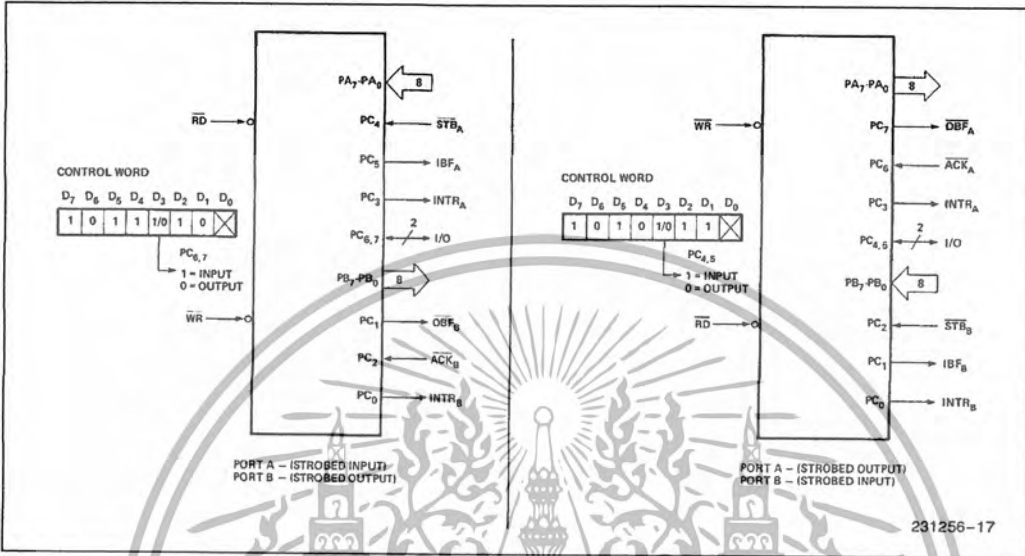


Figure 12. Combinations of MODE 1

Operating Modes

MODE 2 (Strobed Bidirectional Bus I/O). This functional configuration provides a means for communicating with a peripheral device or structure on a single 8-bit bus for both transmitting and receiving data (bidirectional bus I/O). "Handshaking" signals are provided to maintain proper bus flow discipline in a similar manner to MODE 1. Interrupt generation and enable/disable functions are also available.

MODE 2 Basic Functional Definitions:

- Used in Group A only.
- One 8-bit, bi-directional bus port (Port A) and a 5-bit control port (Port C).
- Both inputs and outputs are latched.
- The 5-bit control port (Port C) is used for control and status for the 8-bit, bi-directional bus port (Port A).

Bidirectional Bus I/O Control Signal Definition

INTR (Interrupt Request). A high on this output can be used to interrupt the CPU for input or output operations.

Output Operations

OBF (Output Buffer Full). The OBF output will go "low" to indicate that the CPU has written data out to port A.

ACK (Acknowledge). A "low" on this input enables the tri-state output buffer of Port A to send out the data. Otherwise, the output buffer will be in the high impedance state.

INTE 1 (The INTE Flip-Flop Associated with OBF). Controlled by bit set/reset of PC₆.

Input Operations

STB (Strobe Input). A "low" on this input loads data into the input latch.

IBF (input Buffer Full F/F). A "high" on this output indicates that data has been loaded into the input latch.

INTE 2 (The INTE Flip-Flop Associated with IBF). Controlled by bit set/reset of PC₄.

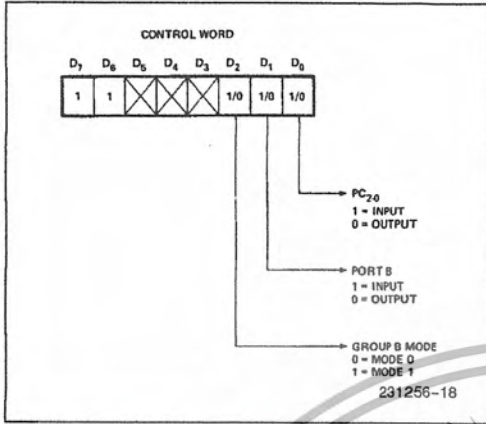


Figure 13. MODE Control Word

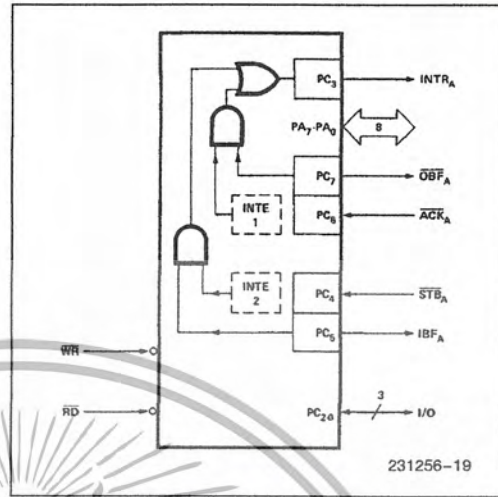


Figure 14. MODE 2

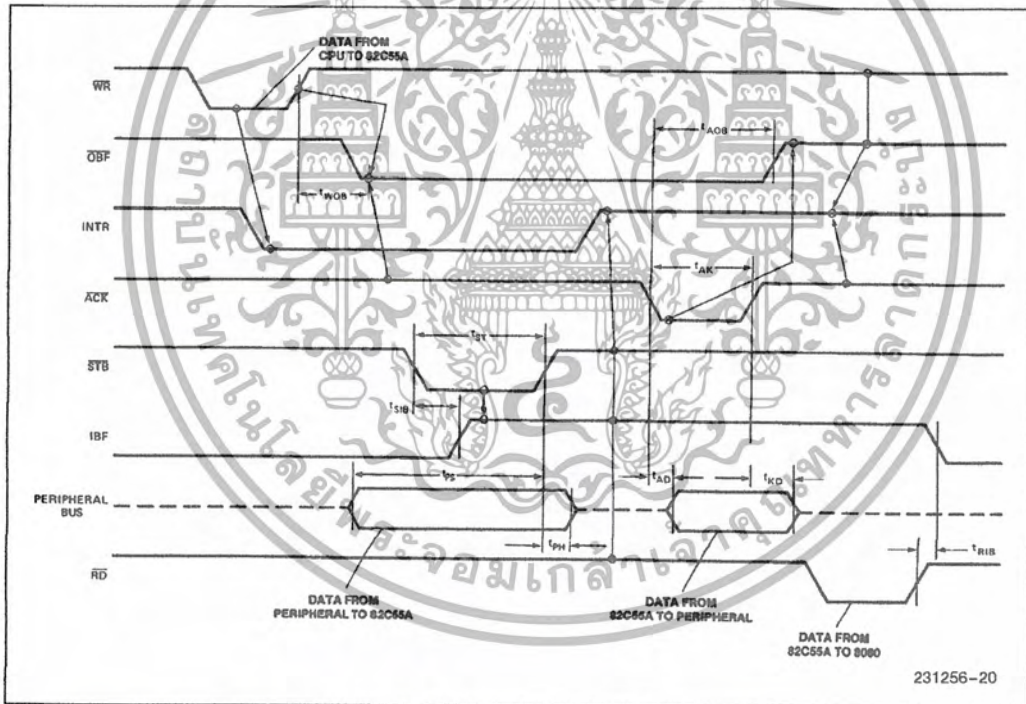


Figure 15. MODE 2 (Bidirectional)

NOTE:
 Any sequence where \overline{WR} occurs before \overline{ACK} , and \overline{STB} occurs before \overline{RD} is permissible.
 $(INTR = IBF \cdot \overline{MASK} \cdot \overline{STB} \cdot \overline{RD} + \overline{OBF} \cdot \overline{MASK} \cdot \overline{ACK} \cdot \overline{WR})$

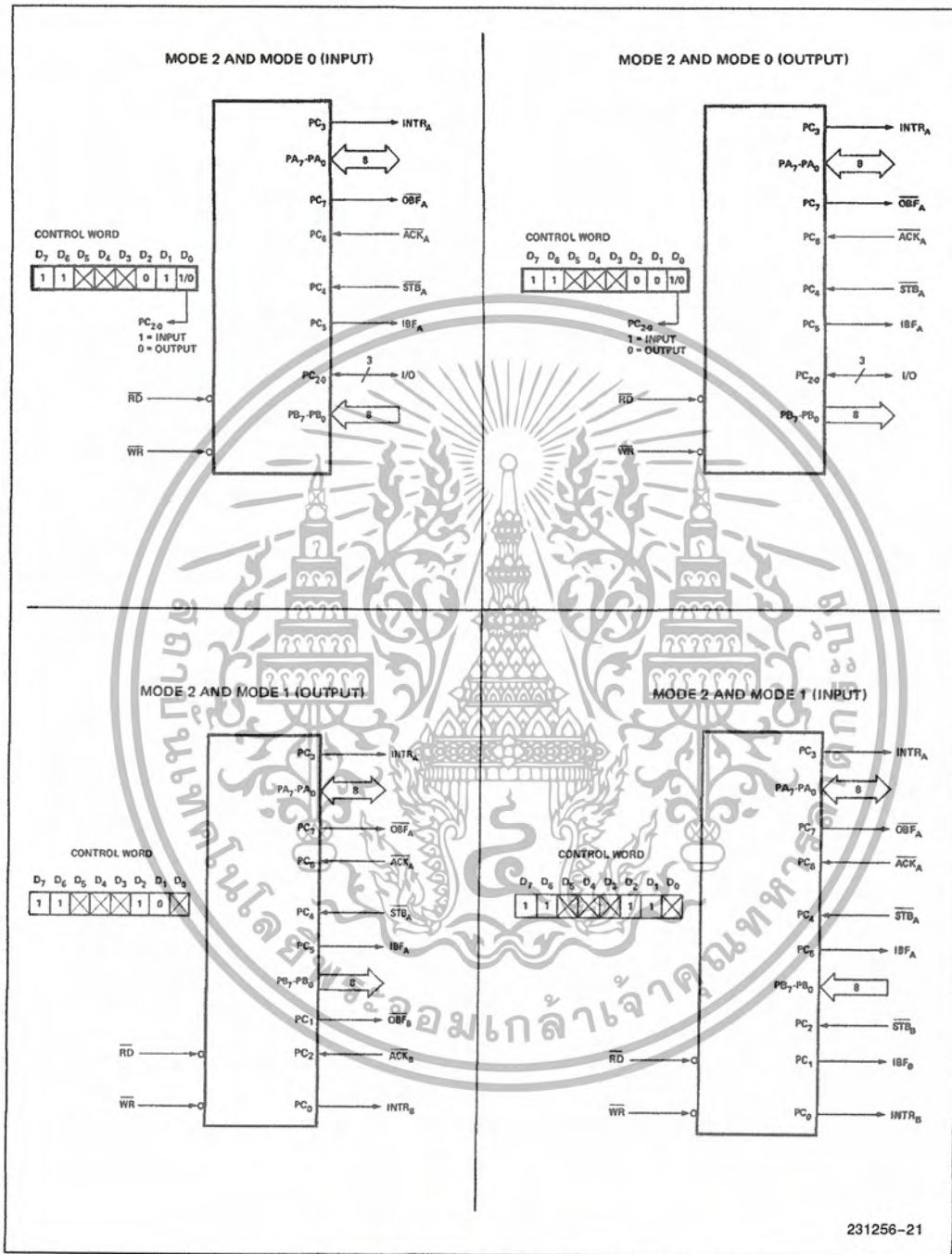


Figure 16. MODE 1/4 Combinations

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mode Definition Summary

	MODE 0		MODE 1		MODE 2
	IN	OUT	IN	OUT	GROUP A ONLY
PA ₀	IN	OUT	IN	OUT	↔
PA ₁	IN	OUT	IN	OUT	↔
PA ₂	IN	OUT	IN	OUT	↔
PA ₃	IN	OUT	IN	OUT	↔
PA ₄	IN	OUT	IN	OUT	↔
PA ₅	IN	OUT	IN	OUT	↔
PA ₆	IN	OUT	IN	OUT	↔
PA ₇	IN	OUT	IN	OUT	↔
PB ₀	IN	OUT	IN	OUT	—
PB ₁	IN	OUT	IN	OUT	—
PB ₂	IN	OUT	IN	OUT	—
PB ₃	IN	OUT	IN	OUT	—
PB ₄	IN	OUT	IN	OUT	—
PB ₅	IN	OUT	IN	OUT	—
PB ₆	IN	OUT	IN	OUT	—
PB ₇	IN	OUT	IN	OUT	—
PC ₀	IN	OUT	INTR _B	INTR _B	I/O
PC ₁	IN	OUT	IBF _B	ÖBF _B	I/O
PC ₂	IN	OUT	STB _B	ACK _B	I/O
PC ₃	IN	OUT	INTR _A	INTR _A	INTR _A
PC ₄	IN	OUT	STB _A	I/O	STB _A
PC ₅	IN	OUT	IBF _A	I/O	IBF _A
PC ₆	IN	OUT	I/O	ACK _A	ACK _A
PC ₇	IN	OUT	I/O	ÖBF _A	ÖBF _A

Special Mode Combination Considerations

There are several combinations of modes possible. For any combination, some or all of the Port C lines are used for control or status. The remaining bits are either inputs or outputs as defined by a "Set Mode" command.

During a read of Port C, the state of all the Port C lines, except the ACK and STB lines, will be placed on the data bus. In place of the ACK and STB line states, flag status will appear on the data bus in the PC2, PC4, and PC6 bit positions as illustrated by Figure 18.

Through a "Write Port C" command, only the Port C pins programmed as outputs in a Mode 0 group can be written. No other pins can be affected by a "Write Port C" command, nor can the interrupt enable flags be accessed. To write to any Port C output programmed as an output in a Mode 1 group or to

change an interrupt enable flag, the "Set/Reset Port C Bit" command must be used.

With a "Set/Reset Port C Bit" command, any Port C line programmed as an output (including INTR, IBF and ÖBF) can be written, or an interrupt enable flag can be either set or reset. Port C lines programmed as inputs, including ACK and STB lines, associated with Port C are not affected by a "Set/Reset Port C Bit" command. Writing to the corresponding Port C bit positions of the ACK and STB lines with the "Set/Reset Port C Bit" command will affect the Group A and Group B interrupt enable flags, as illustrated in Figure 18.

Current Drive Capability

Any output on Port A, B or C can sink or source 2.5 mA. This feature allows the 82C55A to directly drive Darlington type drivers and high-voltage displays that require such sink or source current.

Reading Port C Status

In Mode 0, Port C transfers data to or from the peripheral device. When the 82C55A is programmed to function in Modes 1 or 2, Port C generates or accepts "hand-shaking" signals with the peripheral device. Reading the contents of Port C allows the programmer to test or verify the "status" of each peripheral device and change the program flow accordingly.

There is no special instruction to read the status information from Port C. A normal read operation of Port C is executed to perform this function.

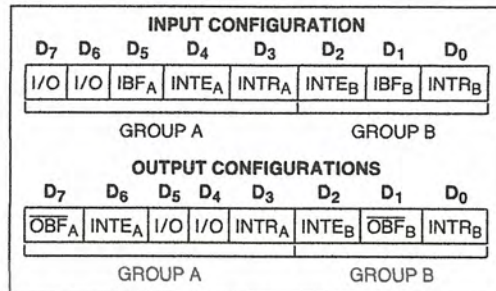


Figure 17a. MODE 1 Status Word Format

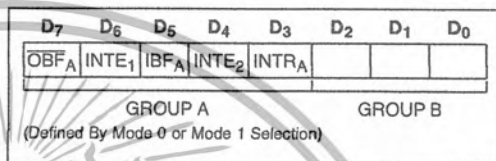


Figure 17b. MODE 2 Status Word Format

Interrupt Enable Flag	Position	Alternate Port C Pin Signal (Mode)
INTE B	PC2	ACK _B (Output Mode 1) or STB _B (Input Mode 1)
INTE A2	PC4	STB _A (Input Mode 1 or Mode 2)
INTE A1	PC6	ACK _A (Output Mode 1 or Mode 2)

Figure 18. Interrupt Enable Flags in Modes 1 and 2

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Ambient Temperature Under Bias . . . 0°C to + 70°C
 Storage Temperature - 65°C to + 150°C
 Supply Voltage - 0.5 to + 8.0V
 Operating Voltage + 4V to + 7V
 Voltage on any Input GND - 2V to + 6.5V
 Voltage on any Output . . GND - 0.5V to $V_{CC} + 0.5V$
 Power Dissipation 1 Watt

NOTICE: This is a production data sheet. The specifications are subject to change without notice.

*WARNING: Stressing the device beyond the "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage. These are stress ratings only. Operation beyond the "Operating Conditions" is not recommended and extended exposure beyond the "Operating Conditions" may affect device reliability.

D.C. CHARACTERISTICS

$T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C , $V_{CC} = +5V \pm 10\%$, GND = 0V ($T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$ for Extended Temperature)

Symbol	Parameter	Min	Max	Units	Test Conditions
V_{IL}	Input Low Voltage	-0.5	0.8	V	
V_{IH}	Input High Voltage	2.0	V_{CC}	V	
V_{OL}	Output Low Voltage		0.4	V	$I_{OL} = 2.5 \text{ mA}$
V_{OH}	Output High Voltage	3.0 $V_{CC} - 0.4$		V	$I_{OH} = -2.5 \text{ mA}$ $I_{OH} = -100 \mu\text{A}$
I_{IL}	Input Leakage Current		± 1	μA	$V_{IN} = V_{CC}$ to 0V (Note 1)
I_{OFL}	Output Float Leakage Current		± 10	μA	$V_{IN} = V_{CC}$ to 0V (Note 2)
I_{DAR}	Darlington Drive Current	± 2.5	(Note 4)	mA	Ports A, B, C $R_{ext} = 500\Omega$ $V_{ext} = 1.7V$
I_{PHL}	Port Hold Low Leakage Current	+50	+300	μA	$V_{OUT} = 1.0V$ Port A only
I_{PHH}	Port Hold High Leakage Current	-50	-300	μA	$V_{OUT} = 3.0V$ Ports A, B, C
I_{PHLO}	Port Hold Low Overdrive Current	-350		μA	$V_{OUT} = 0.8V$
I_{PHHO}	Port Hold High Overdrive Current	+350		μA	$V_{OUT} = 3.0V$
I_{CC}	V_{CC} Supply Current		10	mA	(Note 3)
I_{CCSB}	V_{CC} Supply Current-Standby		10	μA	$V_{CC} = 5.5V$ $V_{IN} = V_{CC}$ or GND Port Conditions If I/P = Open/High O/P = Open Only With Data Bus = High/Low CS = High Reset = Low Pure Inputs = Low/High

NOTES:

1. Pins A_1 , A_0 , \overline{CS} , \overline{WR} , \overline{RD} , Reset.
2. Data Bus; Ports B, C.
3. Outputs open.
4. Limit output current to 4.0 mA.

CAPACITANCE
 $T_A = 25^\circ\text{C}, V_{CC} = \text{GND} = 0\text{V}$

Symbol	Parameter	Min	Max	Units	Test Conditions
C_{IN}	Input Capacitance		10	pF	Unmeasured pins returned to GND $f_c = 1\text{MHz}^{(5)}$
$C_{I/O}$	I/O Capacitance		20	pF	

NOTE:

5. Sampled not 100% tested.

A.C. CHARACTERISTICS
 $T_A = 0^\circ\text{ to }70^\circ\text{C}, V_{CC} = +5\text{V} \pm 10\%, \text{GND} = 0\text{V}$
 $T_A = -40^\circ\text{C to }+85^\circ\text{C for Extended Temperature}$
BUS PARAMETERS
READ CYCLE

Symbol	Parameter	82C55A-2		Units	Test Conditions
		Min	Max		
t_{AR}	Address Stable Before $\overline{RD} \downarrow$	0		ns	
t_{RA}	Address Hold Time After $\overline{RD} \uparrow$	0		ns	
t_{RR}	\overline{RD} Pulse Width	150		ns	
t_{RD}	Data Delay from $\overline{RD} \downarrow$		120	ns	
t_{DF}	$\overline{RD} \uparrow$ to Data Floating	10	75	ns	
t_{RV}	Recovery Time between $\overline{RD}/\overline{WR}$	200		ns	

WRITE CYCLE

Symbol	Parameter	82C55A-2		Units	Test Conditions
		Min	Max		
t_{AW}	Address Stable Before $\overline{WR} \downarrow$	0		ns	
t_{WA}	Address Hold Time After $\overline{WR} \uparrow$	20		ns	Ports A & B
		20		ns	Port C
t_{WW}	\overline{WR} Pulse Width	100		ns	
t_{DW}	Data Setup Time Before $\overline{WR} \uparrow$	100		ns	
t_{WD}	Data Hold Time After $\overline{WR} \uparrow$	30		ns	Ports A & B
		30		ns	Port C

OTHER TIMINGS

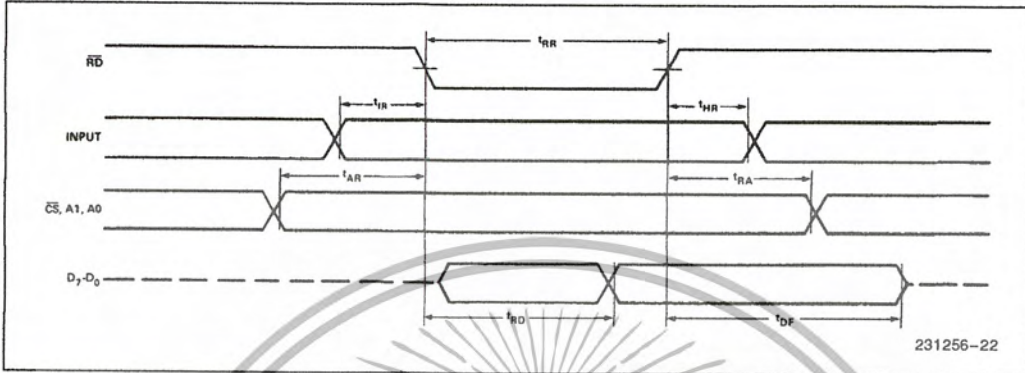
Symbol	Parameter	82C55A-2		Units Conditions	Test
		Min	Max		
t_{WB}	$\overline{WR} = 1$ to Output		350	ns	
t_{IR}	Peripheral Data Before \overline{RD}	0		ns	
t_{HR}	Peripheral Data After \overline{RD}	0		ns	
t_{AK}	\overline{ACK} Pulse Width	200		ns	
t_{ST}	\overline{STB} Pulse Width	100		ns	
t_{PS}	Per. Data Before \overline{STB} High	20		ns	
t_{PH}	Per. Data After \overline{STB} High	50		ns	
t_{AD}	$\overline{ACK} = 0$ to Output		175	ns	
t_{KD}	$\overline{ACK} = 1$ to Output Float	20	250	ns	
t_{WOB}	$\overline{WR} = 1$ to $\overline{OBF} = 0$		150	ns	
t_{AOB}	$\overline{ACK} = 0$ to $\overline{OBF} = 1$		150	ns	
t_{SIB}	$\overline{STB} = 0$ to $\overline{IBF} = 1$		150	ns	
t_{RIB}	$\overline{RD} = 1$ to $\overline{IBF} = 0$		150	ns	
t_{RIT}	$\overline{RD} = 0$ to $\overline{INTR} = 0$		200	ns	
t_{SIT}	$\overline{STB} = 1$ to $\overline{INTR} = 1$		150	ns	
t_{AIT}	$\overline{ACK} = 1$ to $\overline{INTR} = 1$		150	ns	
t_{WIT}	$\overline{WR} = 0$ to $\overline{INTR} = 0$		200	ns	see note 1
t_{RES}	Reset Pulse Width	500		ns	see note 2

NOTE:

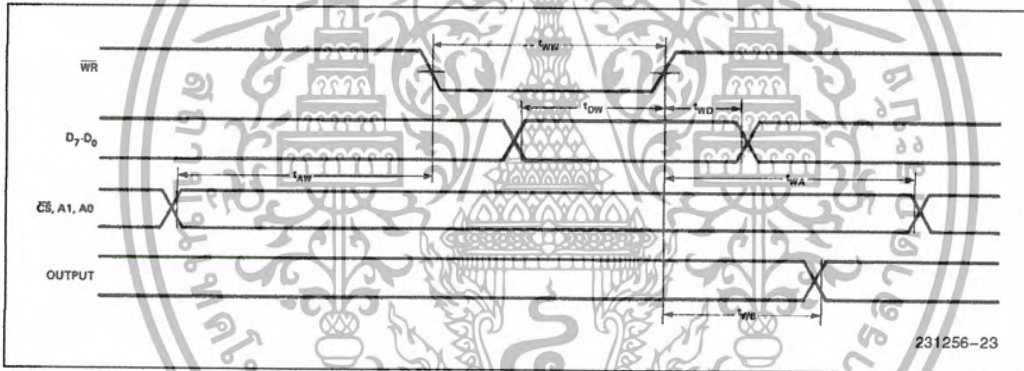
1. $\overline{INTR} \uparrow$ may occur as early as $\overline{WR} \downarrow$.
2. Pulse width of initial Reset pulse after power on must be at least 50 μ Sec. Subsequent Reset pulses may be 500 ns minimum. The output Ports A, B, or C may glitch low during the reset pulse but all port pins will be held at a logic "one" level after the reset pulse.

WAVEFORMS

MODE 0 (BASIC INPUT)

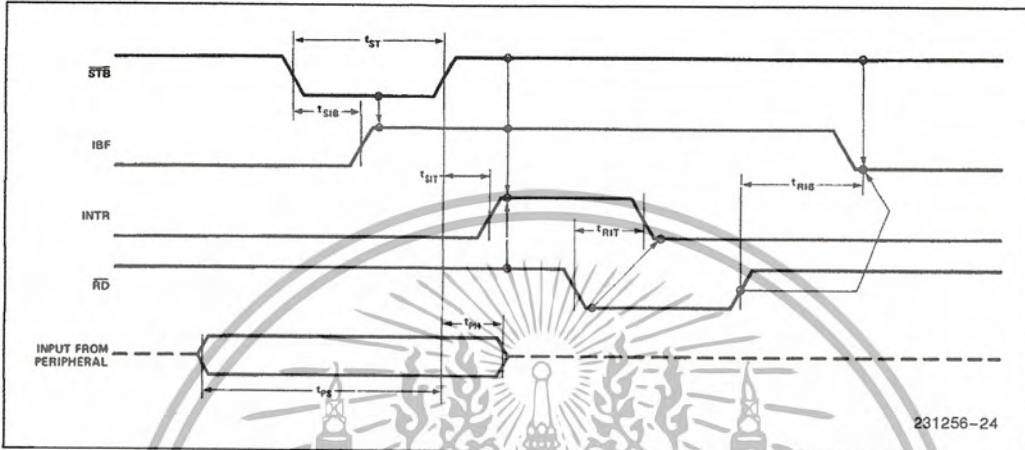


MODE 0 (BASIC OUTPUT)

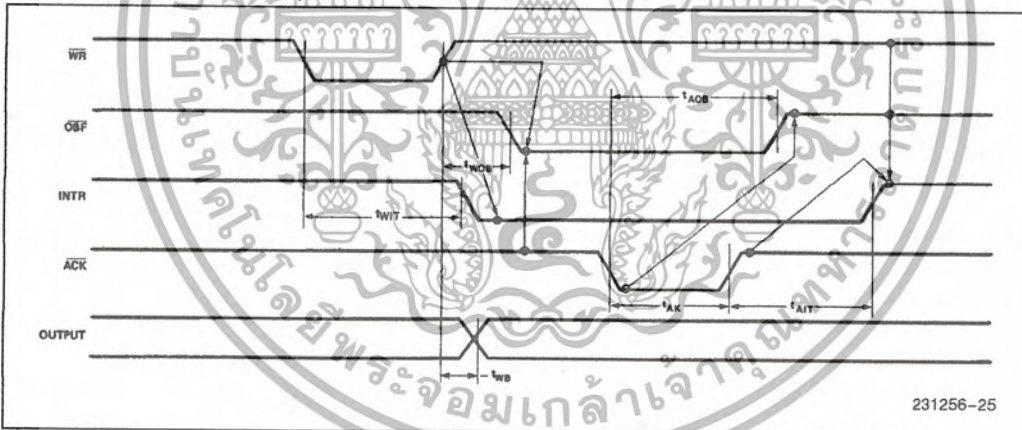


WAVEFORMS (Continued)

MODE 1 (STROBED INPUT)

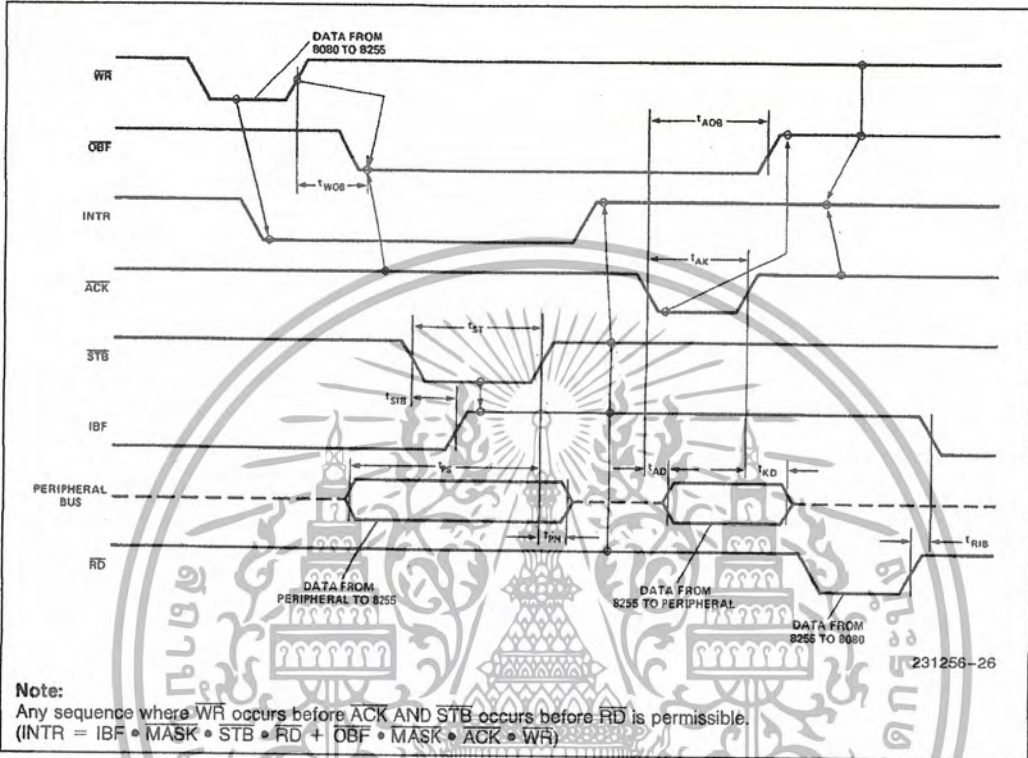


MODE 1 (STROBED OUTPUT)

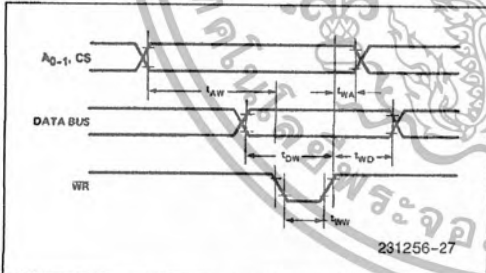


WAVEFORMS (Continued)

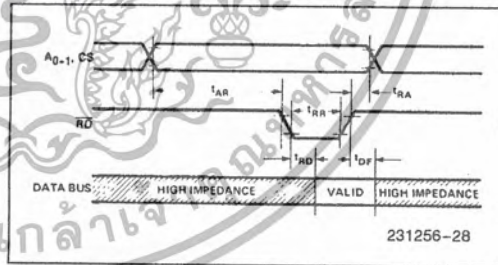
MODE 2 (BIDIRECTIONAL)



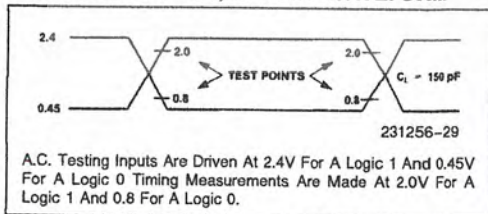
WRITE TIMING



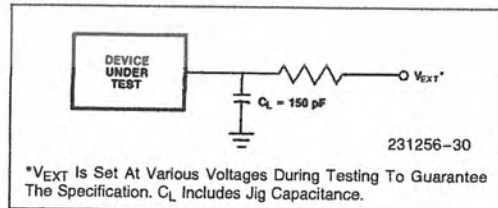
READ TIMING



A.C. TESTING INPUT, OUTPUT WAVEFORM



A.C. TESTING LOAD CIRCUIT





REVISION HISTORY

REVISION	DESCRIPTION	DATE
Rev. 0.9	Original.	Apr. 26,2001
Rev. 1.0	Revised - The test condition of I_{CC1} and I_{CC2} - Symbols CE#, OE# and WE# \Rightarrow \overline{CE} , \overline{OE} and \overline{WE} - The ordering information of package ,STSOP-1 is revised as STSOP.	May. 14,2001
Rev. 1.1	Revised - Improve I_{DR} from 20 μ A to 10 μ A (LL-version , max.) - Package outline dimension	May 14,2002
Rev. 1.2	Revised - Add Standby Current $I_{SB1}=20\mu$ A for special requirement (LL-version , max.) - Ordering information in Standby Current column (maximum typical) - Standby Current in FEATURES section Rev.1.1 : 3mA (typical) normal Rev.1.2 : 0.3mA (typical) normal - Cycle time condition of I_{CC2} in DC electrical characteristics Rev.1.1 : $T_{cycle}=1ms$ Rev. 1.2 : $T_{cycle}=1\mu s$ - Waveforms	May 20,2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



FEATURES

- Access time : 35/70ns (max.)
- Low power consumption:
Operating : 40/30 mA (typical.)
Standby : 0.3mA (typical) normal
2uA (typical) L-version
1uA (typical) LL-version
- Single 5V power supply
- All inputs and outputs are TTL compatible
- Fully static operation
- Three state outputs
- Data retention voltage : 2V (min.)
- Package : 28-pin 600 mil PDIP
28-pin 330 mil SOP
28-pin 8mmx13.4mm STSOP

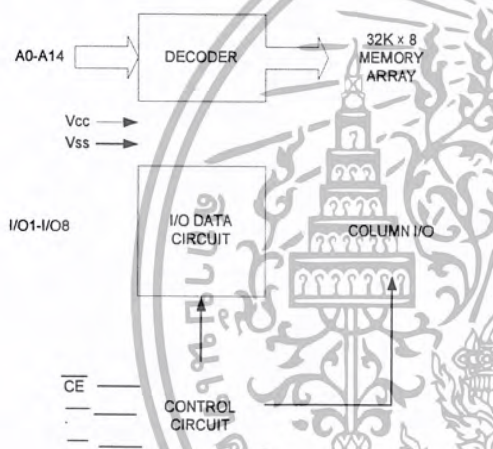
GENERAL DESCRIPTION

The UT62256C is a 262,144-bit low power CMOS static random access memory organized as 32,768 words by 8 bits. It is fabricated using high performance, high reliability CMOS technology.

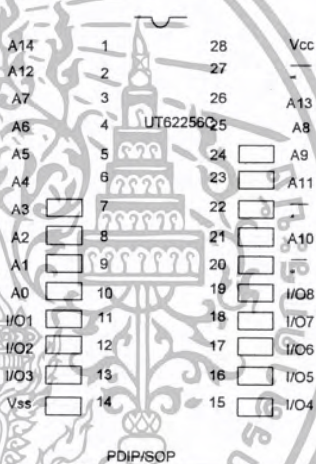
The UT62256C is designed for high-speed and low power application. It is particularly well suited for battery back-up nonvolatile memory application.

The UT62256C operates from a single 5V power supply and all inputs and outputs are fully TTL compatible

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

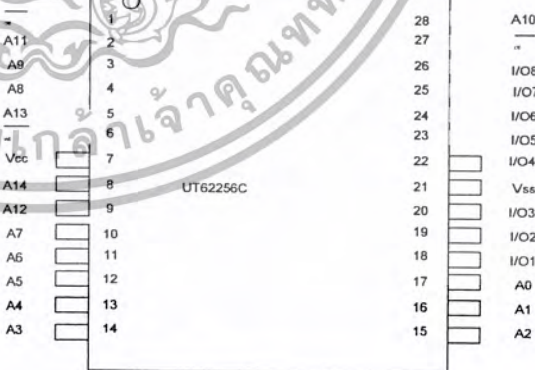


PIN CONFIGURATION



PIN DESCRIPTION

SYMBOL	DESCRIPTION
A0 - A14	Address Inputs
I/O1 - I/O8	Data Inputs/Outputs
\overline{CE}	Chip Enable Input
\overline{WE}	Write Enable Input
\overline{OE}	Output Enable Input
V_{CC}	Power Supply
V_{SS}	Ground



STSOP



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

PARAMETER	SYMBOL	RATING	UNIT
Terminal Voltage with Respect to V _{SS}	V _{TERM}	-0.5 to +7.0	V
Operating Temperature	T _A	0 to +70	°C
Storage Temperature	T _{STG}	-65 to +150	°C
Power Dissipation	P _D	1	W
DC Output Current	I _{OUT}	50	mA
Soldering Temperature (under 10 sec)	T _{solder}	260	°C

*Stresses greater than those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to the absolute maximum rating conditions for extended period may affect device reliability.

TRUTH TABLE

MODE	CE	OE	WE	I/O OPERATION	SUPPLY CURRENT
Standby	H	X	X	High - Z	I _{SB} , I _{SB1}
Output Disable	L	H	H	High - Z	I _{CC} , I _{CC1} , I _{CC2}
Read	L	L	H	D _{OUT}	I _{CC} , I _{CC1} , I _{CC2}
Write	L	X	L	D _{IN}	I _{CC} , I _{CC1} , I _{CC2}

Note: H = V_{IH}, L = V_{IL}, X = Don't care.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{CC} = 5V±10%, T_A = 0°C to 70°C)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	
Input High Voltage	V _{IH}		2.2	-	V _{CC} +0.5	V	
Input Low Voltage	V _{IL}		-0.5	-	0.8	V	
Input Leakage Current	I _{LI}	V _{SS} ≤ V _{IN} ≤ V _{CC}	-1	-	1	μA	
Output Leakage Current	I _{LO}	V _{SS} ≤ V _{I/O} ≤ V _{CC} CE = V _{IH} or OE = V _{IH} or WE = V _{IL}	-1	-	1	μA	
Output High Voltage	V _{OH}	I _{OH} = -1mA	2.4	-	-	V	
Output Low Voltage	V _{OL}	I _{OL} = 4mA	-	-	0.4	V	
Operating Power Supply Current	I _{CC}	CE = V _{IL} , I _{I/O} = 0mA, Cycle=Min.	-35	-	40	50	mA
			-70	-	30	40	mA
	I _{CC1}	CE = 0.2V; I _{I/O} = 0mA other pins at 0.2V or V _{CC} -0.2V	T _{cycle} = 500ns	-	-	20	mA
	I _{CC2}	V _{CC} -0.2V	T _{cycle} = 1μs	-	-	10	mA
Standby Power Supply Current	I _{SB}	CE = V _{IH}	normal	-	1	10	mA
					0.3	5	mA
	I _{SB1}	CE ≥ V _{CC} -0.2V	-L/-LL	-	-	3	mA
			-L	-	2	100	μA
			-LL	-	1	50	μA
					20*	μA	

* I_{SB1}=20μA for special requirement

**CAPACITANCE** ($T_A=25^\circ\text{C}$, $f=1.0\text{MHz}$)

PARAMETER	SYMBOL	MIN.	MAX	UNIT
Input Capacitance	C_{IN}	-	8	pF
Input/Output Capacitance	$C_{I/O}$	-	10	pF

Note : These parameters are guaranteed by device characterization, but not production tested.

AC TEST CONDITIONS

Input Pulse Levels	0V to 3.0V
Input Rise and Fall Times	5ns
Input and Output Timing Reference Levels	1.5V
Output Load	$C_L = 100\text{pF}$, $I_{OH}/I_{OL} = -1\text{mA}/4\text{mA}$

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = 5V \pm 10\%$, $T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C)**(1) READ CYCLE**

PARAMETER	SYMBOL	UT62256C-35		UT62256C-70		UNIT
		MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
Read Cycle Time	t_{RC}	35	-	70	-	ns
Address Access Time	t_{AA}	-	35	-	70	ns
Chip Enable Access Time	t_{ACE}	-	35	-	70	ns
Output Enable Access Time	t_{OE}	-	25	-	35	ns
Chip Enable to Output in Low Z	t_{CLZ}^*	10	-	10	-	ns
Output Enable to Output in Low Z	t_{OLZ}^*	5	-	5	-	ns
Chip Disable to Output in High Z	t_{CHZ}^*	-	25	-	35	ns
Output Disable to Output in High Z	t_{OHZ}^*	-	25	-	35	ns
Output Hold from Address Change	t_{OH}	5	-	5	-	ns

(2) WRITE CYCLE

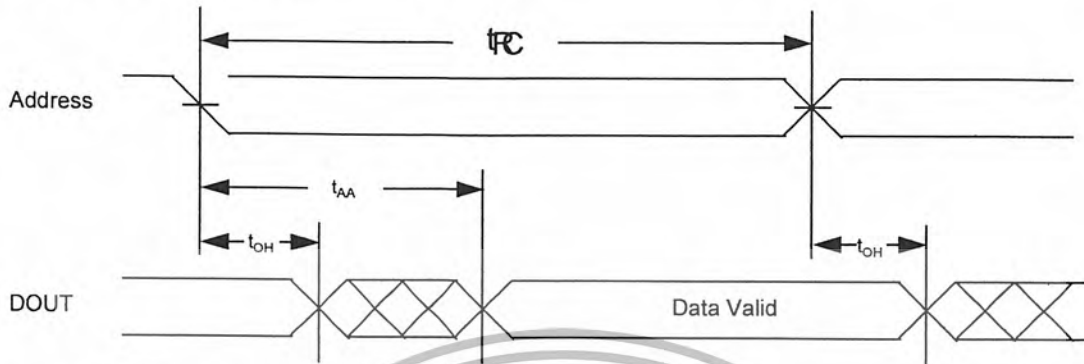
PARAMETER	SYMBOL	UT62256C-35		UT62256C-70		UNIT
		MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
Write Cycle Time	t_{WC}	35	-	70	-	ns
Address Valid to End of Write	t_{AW}	30	-	60	-	ns
Chip Enable to End of Write	t_{CW}	30	-	60	-	ns
Address Set-up Time	t_{AS}	0	-	0	-	ns
Write Pulse Width	t_{WP}	25	-	50	-	ns
Write Recovery Time	t_{WR}	0	-	0	-	ns
Data to Write Time Overlap	t_{DW}	20	-	30	-	ns
Data Hold from End of Write Time	t_{DH}	0	-	0	-	ns
Output Active from End of Write	t_{OW}^*	5	-	5	-	ns
Write to Output in High Z	t_{WHZ}^*	-	15	-	25	ns

*These parameters are guaranteed by device characterization, but not production tested.

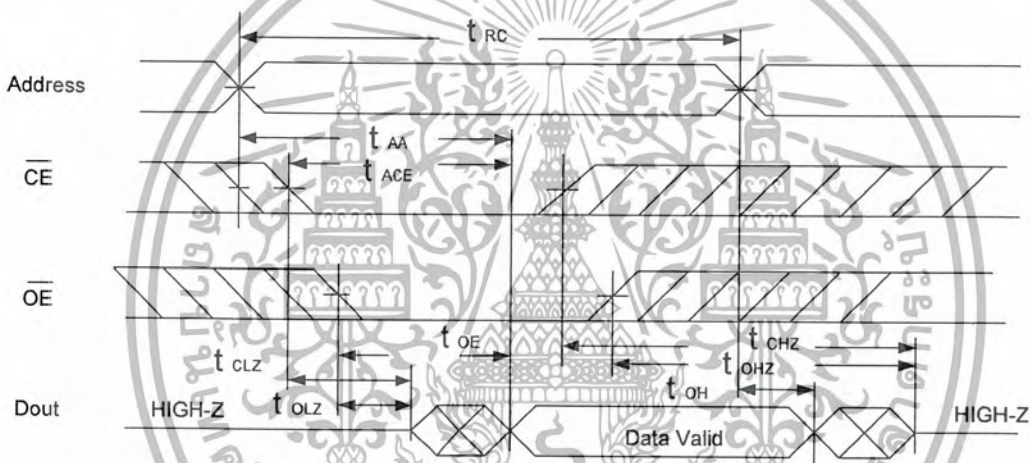


TIMING WAVEFORMS

READ CYCLE 1 (Address Controlled) (1,2,4)



READ CYCLE 2 (\overline{CE} and \overline{OE} Controlled) (1,3,5,6)

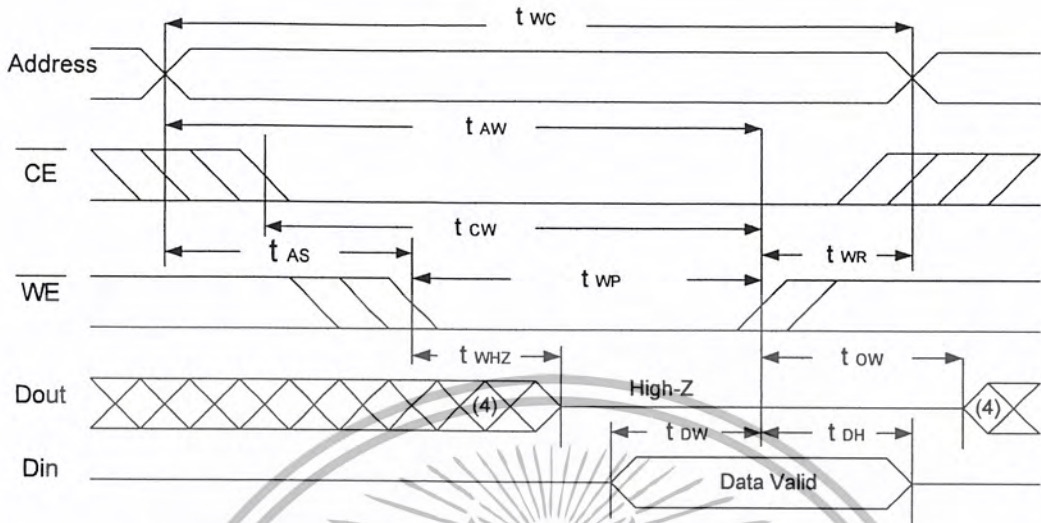


Notes :

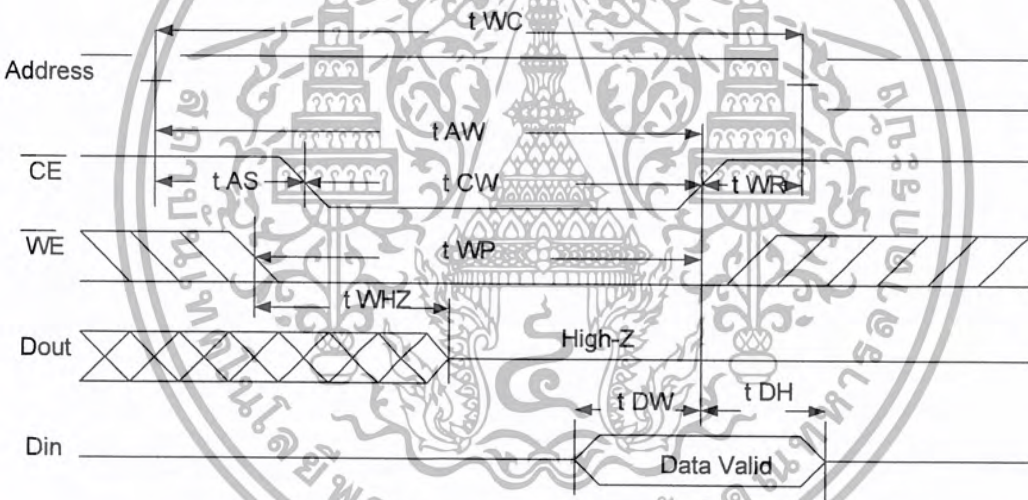
1. \overline{WE} is HIGH for read cycle.
2. Device is continuously selected $\overline{CE} = \text{VIL}$.
3. Address must be valid prior to or coincident with \overline{CE} transition; otherwise t_{AA} is the limiting parameter.
4. \overline{OE} is LOW.
5. t_{CLZ} , t_{OLZ} , t_{CHZ} and t_{OHZ} are specified with $C_L = 5\text{pF}$. Transition is measured $\pm 500\text{mV}$ from steady state.
6. At any given temperature and voltage condition, t_{CHZ} is less than t_{CLZ} , t_{OHZ} is less than t_{OLZ} .



WRITE CYCLE 1 (\overline{WE} Controlled) (1,2,3,5)



WRITE CYCLE 2 (\overline{CE} Controlled) (1,2,5)



Notes :

1. \overline{WE} or \overline{CE} must be HIGH during all address transitions.
2. A write occurs during the overlap of a low \overline{CE} and a low \overline{WE} .
3. During a \overline{WE} controlled with write cycle with \overline{OE} LOW, t_{WP} must be greater than $t_{WHZ} + t_{DW}$ to allow the drivers to turn off and data to be placed on the bus.
4. During this period, I/O pins are in the output state, and input signals must not be applied.
5. If the \overline{CE} LOW transition occurs simultaneously with or after \overline{WE} LOW transition, the outputs remain in a high impedance state.
6. t_{OW} and t_{WHZ} are specified with $C_L = 5pF$. Transition is measured $\pm 500mV$ from steady state.

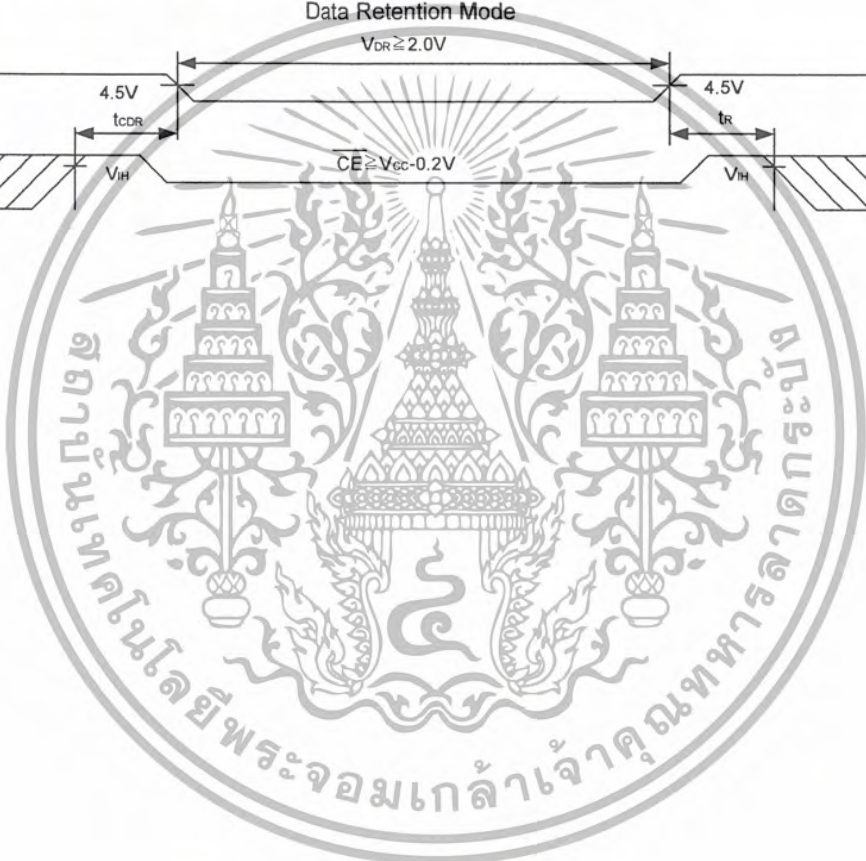
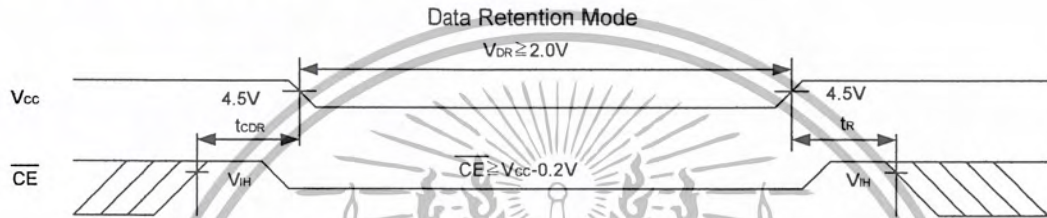


DATA RETENTION CHARACTERISTICS (T_A = 0°C to 70°C)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
V _{cc} for Data Retention	V _{DR}	$\overline{CE} \geq V_{cc}-0.2V$	2.0	-	5.5	V
Data Retention Current	I _{DR}	V _{cc} =3V $\overline{CE} \geq V_{cc}-0.2V$	- L	-	1	50 μA
			- LL	-	0.5	10 μA
Chip Disable to Data Retention Time	t _{CDR}	See Data Retention Waveforms (below)	0	-	-	ns
Recovery Time	t _R		t _{RC} *	-	-	ns

t_{RC}* = Read Cycle Time

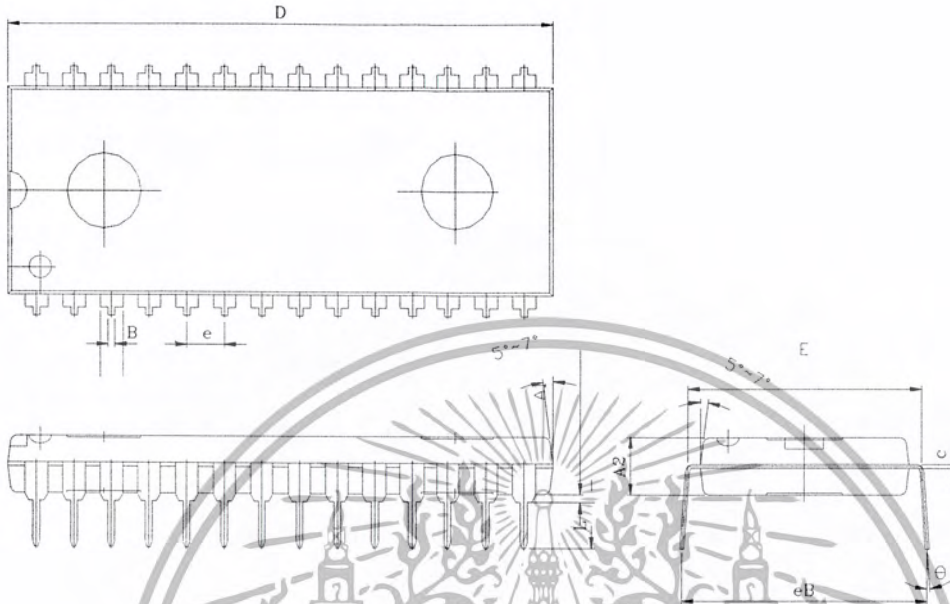
DATA RETENTION WAVEFORM





PACKAGE OUTLINE DIMENSION

28 pin 600 mil PDIP Package Outline Dimension



SYMBOL	UNIT	INCH(REF)	MM(BASE)
A1		0.010(MIN)	0.254(MIN)
A2		0.150±0.001	3.810±0.254
B		0.018±0.005	0.457±0.127
c		0.010±0.004	0.254±0.102
D		1.460±0.005	37.084±0.127
E		0.600±0.010	15.240±0.254
e		0.100 (TYP)	2.540(TYP)
eB		0.640±0.03	16.256±0.762
L		0.130±0.010	3.302±0.254
θ		0°~15°	0°~15°



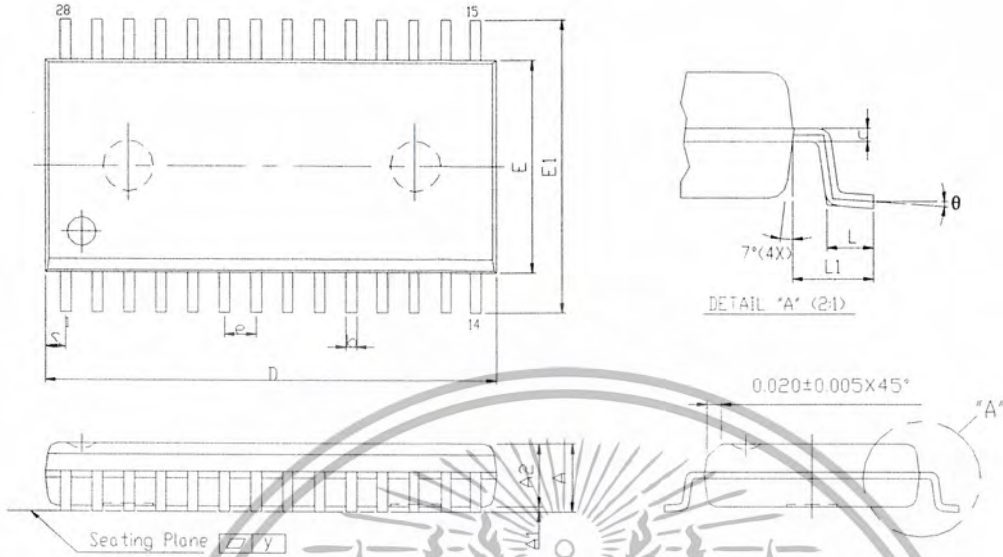
UTRON

UT62256C

Rev. 1.2

32K X 8 BIT LOW POWER CMOS SRAM

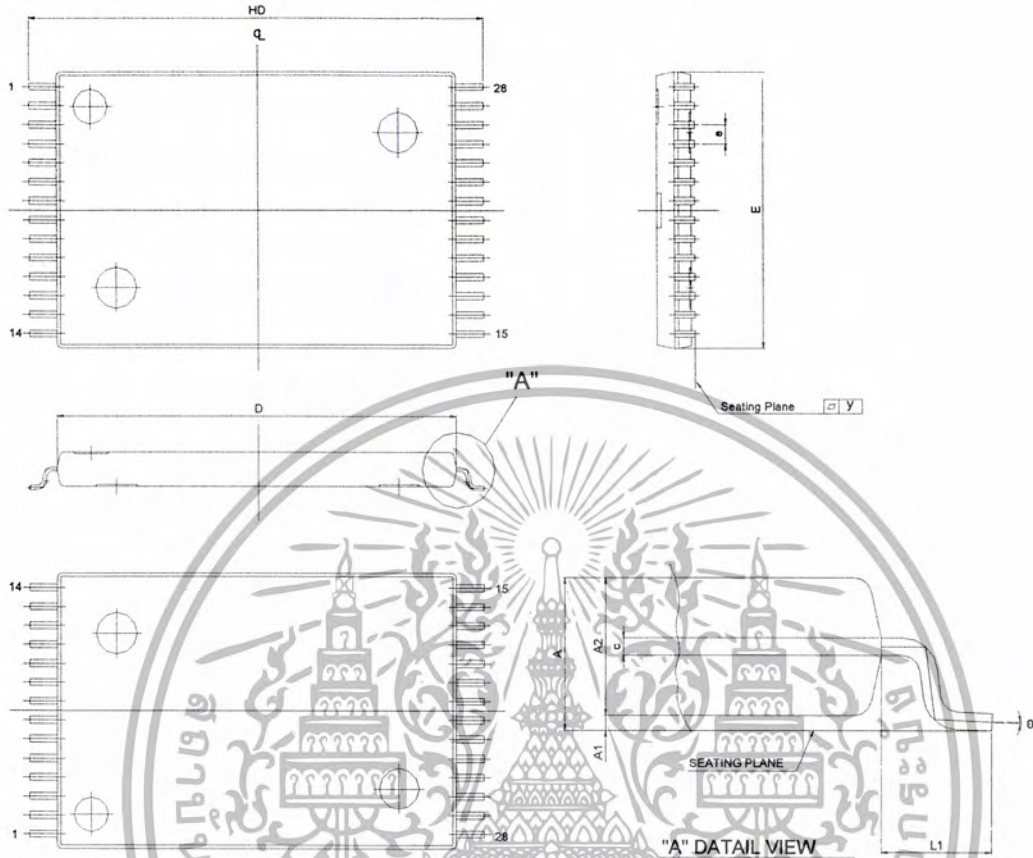
28 pin 330 mil SOP Package Outline Dimension



SYMBOL	UNIT	INCH(REF)	MM(BASE)
A		0.112 (MAX)	2.845 (MAX)
A1		0.004 (MIN)	0.102 (MIN)
A2		0.098±0.005	2.489±0.127
b		0.016 (TYP)	0.406 (TYP)
c		0.010 (TYP)	0.254 (TYP)
D		0.713±0.005	18.110±0.127
E		0.331±0.005	8.407±0.127
E1		0.465±0.012	11.811±0.305
e		0.050 (TYP)	1.270 (TYP)
L		0.0404±0.008	1.0255±0.203
L1		0.067±0.008	1.702 ±0.203
S		0.047 (MAX)	1.194 (MAX)
y		0.003 (MAX)	0.076 (MAX)
θ		0°~10°	0°~10°



28 pin 8x13.4mm STSOP Package Outline Dimension



SYMBOL	UNIT	INCH(BASE)	MM(REF)
A		0.047 (MAX)	1.20 (MAX)
A1		0.004 ±0.002	0.10 ±0.05
A2		0.039 ±0.002	1.00 ±0.05
D		0.465 ±0.004	11.800 ±0.100
E		0.315 ±0.004	8.000 ±0.100
e		0.022 (TYP)	0.55 (TYP)
HD		0.528 ±0.008	13.40 ±0.20.
L1		0.0315 ±0.004	0.80 ±0.10
y		0.003 (MAX)	0.076 (MAX)
θ		0°~5°	0°~5°



ORDERING INFORMATION

PART NO.	ACCESS TIME (ns)	STANDBY CURRENT (μ A) typ.	PACKAGE
UT62256CPC-70	70	0.3mA	28PIN PDIP
UT62256CPC-70L	70	2 μ A	28PIN PDIP
UT62256CPC-70LL	70	1 μ A	28PIN PDIP
UT62256CSC-35	35	0.3mA	28PIN SOP
UT62256CSC-35L	35	2 μ A	28PIN SOP
UT62256CSC-35LL	35	1 μ A	28PIN SOP
UT62256CSC-70	70	0.3mA	28PIN SOP
UT62256CSC-70L	70	2 μ A	28PIN SOP
UT62256CSC-70LL	70	1 μ A	28PIN SOP
UT62256CLS-35	35	0.3mA	28PIN STSOP
UT62256CLS-35L	35	2 μ A	28PIN STSOP
UT62256CLS-35LL	35	1 μ A	28PIN STSOP
UT62256CLS-70	70	0.3mA	28PIN STSOP
UT62256CLS-70L	70	2 μ A	28PIN STSOP
UT62256CLS-70LL	70	1 μ A	28PIN STSOP





Rev. 1.2

UTRON

UT62256C
32K X 8 BIT LOW POWER CMOS SRAM

THIS PAGE IS LEFT BLANK INTENTIONALLY.

